

Донишгоҳи аграрии Тоҷикистон ба номи Ш. Шохтемур

Бо ҳуқуқи дастнавис  
РУД 531.75: 532.13: 537.31



РАҲИМОВ Сӯҳробҷон Тошмаҳматович

**ТАЪСИРИ ХОКАҶОИ МАГНИТӢ БА ТАӢИРӢБИИ ЗИЧӢ, ЧАСПАКӢ  
ВА ЭЛЕКТРОГУЗАРОНИИ ЭТИЛЕНГЛИКОЛ-45 ВОБАСТА БА ҲАРОРАТ  
ДАР ФИШОРИ АТМОСФЕРӢ**

Ихтисоси 01.04.14 - физикаи ҳарорат ва назарияи техникаи гармо

**РИСОЛА**

барои дарёфти дараҷаи илмӣ номзоди илмҳои техникаи

**Роҳбари илмӣ:**

Арбоби илм ва техникаи Тоҷикистон,  
академики Академияи байналмилалӣ  
муҳандисӣ, академики Академияи  
муҳандисии Ҷумҳурии Тоҷикистон,  
доктори илмҳои техникаи, профессор  
Сафаров Маҳмадали Маҳмадиевич

Душанбе -2024

<b>МУНДАРИЧА</b>		сах.
ИШОРАҲОИ ШАРТИИ АСОСӢ ВА МУХТАСАРОТ .....	6	6
САРСУХАН .....	7	7
МУНДАРИЧАИ АСОСИИ КОР .....	14	14
БОБИ 1. ШАРҲИ АДАБИЁТ ОИД БА ХОСИЯТҲОИ ФИЗИКӢ-ХИМИЯВИИ ОБЪЕКТҲОИ ТАДҚИҚОТ ВА УСУЛҲОИ ЧЕНКУНИИ ОНҲО .....	15	15
1.1. Хосиятҳои физикӣ-химиявии об ва маҳлули оби этиленгликол .....	15	15
1.2. Хусусиятҳои маҳлулҳои обӣ .....	19	19
1.3. Хусусиятҳои хосиятҳои хокаи магнитӣ .....	22	22
1.4. Электрогузаронии маҳлулҳои оби этиленгликол ва таъсири майдони магнитӣ ба параметрҳои физикии моеъҳои магнитӣ .....	24	24
Хулосаҳои боби якум .....	28	28
БОБИ 2. УСУЛҲО ВА ВОСИТАҲОИ ЧЕНКУНИИ ЧАСПАКИ, ЗИЧИ ВА ЭЛЕКТРОГУЗАРОНИИ МАҲЛУЛҲО ВОБАСТА АЗ ҲАРОРАТ .....	28	28
2.1. Гузориши масъала .....	28	28
2.2. Дастгоҳҳои таҷрибавӣ оид ба тадқиқи таҷрибавии зичии моеъҳо вобаста ба ҳарорат дар фишори атмосферӣ .....	30	30
2.3. Усули ченкунии часпакии динамикии моеъҳо ва маҳлулҳо..	33	33
2.4. Муайян намудани ҳатогии ченкуниҳои таҷрибавӣ оид ба зичӣ ва часпакии моддаҳои моеъ.....	36	36
2.5. Дастгоҳи таҷрибавӣ барои ченкунии электрогузаронии моеъҳо вобаста ба ҳарорат.....	42	42
2.6. Дастгоҳ барои ченкунии электрогузаронии моеъҳои магнитӣ вобаста ба индуксияи магнитӣ.....	46	46
2.7. Ҳисобкунии ҳатогии ченкунии электрогузаронӣ .....	49	49

	Хулосаҳои боби дуюм.....	54
БОБИ 3.	МУАЙЯНКУНИИ ТАҶРИБАВИИ ЗИЧӢ, ЧАСПАКӢ ВА ЭЛЕКТРОГУЗАРОНИИ МОЕЪҲОИ МАГНИТИИ ТАД- ҚИҚШАВАНДА .....	55
3.1.	Зичӣ ва часпакии объектҳои тадқиқшаванда (маҳлули оби этиленгликол-45 + графит, маҳлули оби этиленгликол-45 + дуда, маҳлули оби этиленгликол-45 + оксиди оҳан).....	55
3.2.	Электрогузаронӣ (муқовимати хос)-и системаҳои тадқиқ- шаванда (маҳлули оби этиленгликол-45 + графит, маҳлули оби этиленгликол-45 + дуда, маҳлули оби этиленгликол- 45 + оксиди оҳан) .....	64
3.3.	Натиҷаҳои асосӣ оид ба электрогузаронии хос ва муқови- мати электрикии хоси объектҳои тадқиқшаванда вобаста ба индуксияи магнитӣ .....	73
	Хулосаҳои боби сеюм.....	81
БОБИ 4.	ТАҲЛИЛ ВА КОРКАРДИ ҚИМАТҲОИ ТАҶРИБАВӢ ОИД БА ЗИЧӢ, ЧАСПАКӢ ВА ЭЛЕКТРОГУЗАРОНИИ МАҲЛУЛҲО .....	82
4.1.	Коркарди қиматҳои натиҷаҳои таҷрибавӣ оид ба зичии объектҳои системаи маҳлули оби этиленгликол-45 бо концентратсияҳои гуногун ва хокаи графит, дудаи ангишти кони Айнӣ ва оксиди оҳан.....	82
4.1.1.	Коркарди қиматҳои натиҷаҳои таҷрибавӣ оид ба зичии маҳлули оби этиленгликол-45 + хокаи графит .....	82
4.1.2.	Коркарди қиматҳои натиҷаҳои таҷрибавӣ оид ба зичии маҳлули оби этиленгликол-45 бо концентратсияҳои дудаи ангишти кони Айнӣ .....	86
4.1.3.	Коркарди қиматҳои натиҷаҳои таҷрибавӣ оид ба зичии объектҳои системаи маҳлули оби этиленгликол-45 бо	

концентратсияҳои оксиди оҳан.....	90
4.2. Коркарди қиматҳои натиҷаҳои таҷрибавӣ оид ба часпакии объектҳои системаҳои маҳлули обии этиленгликоля -45 бо концентратсияҳои хокаи графит, дудаи ангишти кони Айнӣ ва оксиди оҳан .....	94
4.2.1. Коркарди қиматҳои натиҷаҳои таҷрибавӣ оид ба часпакии динамикии маҳлули обии этиленгликол-45 бо концентратсияҳои хокаи графит .....	94
4.2.2. Коркарди қиматҳои натиҷаҳои таҷрибавӣ оид ба часпакии динамикии маҳлули обии этиленгликол-45 бо концентратсияҳои гуногуни дудаи ангишти кони Айнӣ .....	98
4.2.3. Коркарди қиматҳои таҷрибавии часпакии динамикии маҳлули обии этиленгликол-45 бо концентратсияҳои оксиди оҳан .....	102
4.3. Коркарди қиматҳои таҷрибавӣ оид ба электрогузаронии хоси маҳлули обии этиленгликол-45 + хокаи графит, дудаи ангишти кони Айнӣ ва оксиди оҳан вобаста ба ҳарорат.....	106
4.3.1. Коркарди қиматҳои натиҷаҳои таҷрибавӣ оид ба электрогузаронии хоси маҳлули обии этиленгликол-45 бо концентратсияҳои гуногуни хокаи графит.....	106
4.3.2. Коркарди қиматҳои натиҷаҳои таҷрибавӣ оид ба электрогузаронии хоси маҳлули обии этиленгликол-45 + дудаи ангишти кони Айнӣ .....	110
4.3.3. Коркарди қиматҳои таҷрибавӣ оид ба электрогузаронии хоси маҳлули обии этиленгликол-45 бо концентратсияҳои гуногуни оксиди оҳан .....	114
4.4. Коркарди қиматҳои таҷрибавӣ оид ба муқовимати хоси маҳлули обии этиленгликол-45 бо концентратсияҳо ва хокаи графит, дудаи ангишти кони Айнӣ ва оксиди оҳан	



вобаста ба ҳарорат .....	118
4.4.1. Коркарди қиматҳои натиҷаҳои таҷрибавӣ оид ба муқовимати хоси маҳлули обии этиленгликол-45 бо концентратсияи хокаи графит .....	119
4.4.2. Коркарди қиматҳои натиҷаҳои таҷрибавӣ оид ба муқовимати хоси маҳлули обии этиленгликол-45 бо концентратсияҳои дуда.....	121
4.4.3. Коркарди қиматҳои натиҷаҳои таҷрибавӣ оид ба муқовимати хоси маҳлули обии этиленгликол-45 бо концентратсияи оксиди оҳан .....	123
Хулосаҳои боби чорум.....	125
НАТИҶАҶО ВА ХУЛОСАҶОИ АСОСӢ .....	126
РӢҶҲАТИ АДАБИӢТИ ИСТИФОДАШУДА .....	129
ЗАМИМАҶО .....	142

## ИШОРАҶОИ ШАРТИИ АСОСӢ ВА МУХТАСАРОТ

$\rho$  - зичӣ, кг/м<sup>3</sup>

$\eta$  - часпакии динамикӣ, Па·с

$\nu$  - часпакии кинематикӣ, м<sup>2</sup>/с

$c_p$  - гармиғунҷоиши хоси изобарӣ, Ҷ/(кг·К)

$c_v$  - гармиғунҷоиши хоси изохорӣ, Ҷ/(кг·К)

$\mu$  - массаи молярӣ, кг/моль

$\lambda$  – коэффитсиенти гармигузаронӣ, Вт/(м·К)

$a$  - коэффитсиенти ҳароратгузаронӣ, м<sup>2</sup>/с

$T$  – ҳарорати мутлақ, К

$\Delta T$  - фарқи қиматҳои ҳарорат, К

$t$  – ҳарорат аз рӯи ҷадвали Селсия, °С

$P_l$  – моменти диполӣ, Д (Дебай), 1Д = 3,33 10<sup>-30</sup> Кл·м.

$f$  - бухоршавандагии компонент, Па

$p$  - фишор, Па

$G$  – вазн, Н

$V$  – ҳаҷм, м<sup>3</sup>

$\tau$  – вақт, с

$h$  – баландӣ, м

$r$  – радиус, м

$g$  – шитоби қувваи взниӣ (афтиши озод), м/с<sup>2</sup>

$R$  – муқовимати электрикӣ, Ом

$\rho_{\text{мук}}$  – муқовимати электрикии хос, Ом·м

$I$  – қувваи ҷараёни электрикӣ, А

$B$  – индуксияи магнитӣ, Тл

$\chi$  – электрогузаронӣ, См·м<sup>-1</sup>

$n$  – консентратсия, % масс.

$\bar{X}$  - қимати миёнаи арифметикии натиҷаҳои ҷенкунӣ

$\sigma$  - хатогии нисбӣ, %

## САРСУХАН

Техникаи муосир ба донишҳо оид ба хосиятҳои гуногуни моеъҳо ниёз дорад, ки оид ба табиати мавод маълумоти муфид дода, имконият медиҳад истифодаи амалии онҳо муайян карда шавад, ҳамчун асос барои инкишофи баъдинаи физикаи моеъ мебошад.

Рисолаи номзадии мазкур ба тадқиқи таҷрибавии часпакии динамикӣ, зичӣ ва электрогузаронии маҳлули оби этиленгликол-45 бо концентратсияҳои 2,5%-12,5% (масс.) хокаҳои магнитӣ - дуда, хокаи графит ва оксиди оҳан дар ҳудуди ҳароратҳои (283-358)К дар фишори атмосферӣ бахшида шудааст. Маҳлули оби этиленгликол-45 ҳамчун гармибаранда дар дастгоҳҳои гармотехникӣ, коллекторҳои офтобӣ, системаҳои гармиаъминкунӣ ва дастгоҳҳои дегии тавононашон хурд васеъ истифода мешаванд. Часпакӣ, зичӣ ва электрогузаронии гармибарандаҳо аз омилҳои гуногун, аз ҷумла концентратсияи ғашҳо, вобастагӣ доранд. Донишҷӯи ин параметрҳо ҳангоми лоиҳакашии дастгоҳҳои гармидиҳандаи саноатӣ, аз ҷумла гармимубодилакунандаҳои саноатии намудҳои гуногун ниҳоят муҳим мебошад. Дастгоҳи гармимубодилакунанда яке аз унсурҳои муҳими истеҳсоли энергияи гармӣ мебошад.

Дар ин соҳа, дар баробари корҳои таҷрибавӣ, ба таври васеъ тадқиқоти назариявӣ оид ба часпакӣ, зичӣ, электрогузаронӣ ва дигар хосиятҳои моеъҳо гузаронида мешаванд. Инсоният кушиш менамояд, ки захираҳои энергетикиро сарфа намуда, самаранокии дастгоҳҳои табдилдиҳандаи энергияро аз як намуд ба дигараш баланд бардорад.

Барои ин, дар пеши худ мо мақсад гузоштем - омӯзиши тағйирёбиҳои часпакии динамикӣ, зичӣ ва электрогузаронии гармибари васеъ истифодашаванда – маҳлули оби этиленгликол-45 бо концентратсияҳои хокаҳои магнитӣ - дуда, хокаи графит ва оксиди оҳан, ки охири дар раванди коррозия ҳосил мегардад.

**Муҳимияти рисолаи илми** дар он аст, ки хосиятҳои термодинамикӣ, реологӣ ва электрофизикии энергиябарандаҳо, ҷисмҳо ва муҳитҳои корӣ хосиятҳои муҳим мебошанд, ки ба речаҳо ва шароити кори дастгоҳҳои гармотехникӣ таъсир мерасонанд. Манбаъҳои қиматҳо оид ба ин хосиятҳо асосан ҷенкуниҳои

таҷрибавӣ мебошанд. Дар робита ба ин, кор ба ченкунии таҷрибавии зичӣ, часпакӣ ва электрогузаронии маҳлули оби этиленгликол-45 бо миқдори гуногуни хокаҳо, ки хосиятҳои магнитӣ доранд - дуда (ангишти кони Айнӣ), графит ва оксиди оҳан, бахшида шудааст.

Истифодаи самараноки энергия, ҳисмҳои корӣ ва муҳитҳо ҳангоми доништанни хусусиятҳои техникий ин моддаҳо имконпазир аст. Инҳо зичӣ, часпакӣ ва электрогузаронӣ мебошанд. Сарфи муҳит ва интиқоли гармӣ аз зичӣ вобаста аст. Часпакӣ ба масрафи энергия барои насоси муҳитро кашанда таъсир мерасонад. Таъвоноии дегҳои электродӣ аз электрогузаронӣ вобаста аст. Аз рӯи электрогузаронӣ, сарф ва инчунин миқдори намаки муҳити моеъро муайян кардан мумкин аст. Хусусиятҳои магнитӣ ба электрогузаронии хос ва мутаносибан муқовимати хоси электрикий муҳит таъсир мерасонанд.

**Дарачаи тадқиқ шудани мавзӯи илмӣ:** ба масъалаҳои тадқиқи хосиятҳои физикӣ-химиявии электролитҳо ва моеъҳои магнитӣ зери таъсири ҳарорат ва фишорҳои гуногун ҳам олимони хориҷӣ ва ҳам ватанӣ машғул мебошанд. Этиленгликол аввалин маротиба соли 1859 аз тарафи химики фаронсавӣ Вюртс ҳосил карда шуда буд, лекин танҳо дар миёнаи асри XX мавриди истифода ёфт. Мувофиқи назарияи Пирсон, этиленгликол ба категорияи ҳалқунандаҳои протонии дурушт мансуб мебошад, ки қобилияти ҳосилкунии ионҳои мулоим бо ташкил намудани алоқаҳои гидрогенӣ дорад. Мувофиқи назарияи Лйюис спиртҳо (этиленгликол) ба гуруҳи ҳалқунандаҳои донорӣ-Мкцепторӣ, аз ҳисоби мавҷуд будани атомҳои гидрогени гуруҳи гидроксилӣ, мансуб мебошанд [7].

Мувофиқи тасдиқоти олимони рус - Смирнова Л.Г., Смирнов А.К., Кузнетсова О.Н. ҳамаи спиртҳо ба категорияи электролитҳо дохил намешаванд. Ҳамин тавр, гликолҳо электрогузаронии на зиёда аз 2 мкСм/см доранд [7,8,9].

Объектҳои тадқиқшаванда (маҳлули оби этиленгликол-45 + хокаҳои магнитӣ) электролит (ҷараёни электрикиро мегузаронанд) ва моеъҳои магнитӣ мебошанд. То ҳоло хосиятҳои моеъҳои магнитӣ аз тарафи муаллифони зиёд тадқиқ шудаанд [10,11,12,13].

Барои тадқиқи электрогузаронӣ дастгоҳи таҷрибавие истифода шуд, ки ҳангоми иҷрои корҳои диссертатсионии шогирдони профессор Сафаров М.М. - Аминов Ш.А. (объекти тадқиқот - об + герметик) ва Зоиров Ҳ.А. (объект тадқиқот - гидразингидрат + оксиди металлҳо) истифода шуда буд. Дар кори диссертатсионии Зарипов Ҷ.А. таъсири концентратсияи хокаи магнитӣ ба хосиятҳои физикӣ-химиявӣ ва термодинамикии маҳлули обии этиленгликол вобаста ба ҳарорат ва фишори индуксияи майдони магнитӣ тадқиқ карда шудааст.

Барои муайян намудани вобастагии электрогузаронии моеъҳо аз таъсири индуксияи магнитӣ, аз тарафи омӯзгорони кафедраи физикаи Донишгоҳи аграрии Тоҷикистон ба номи Ш. Шохтемур бо роҳбарии н.и.т. Анакулов М.М. дастгоҳе сохта шудааст, ки имконият медиҳад электрогузаронӣ (муқовимати электрикӣ)-и хоси моеъҳои магнитӣ чен карда шавад. Ҳамин тавр, хосиятҳои физикӣ-химиявии этиленгликол ва маҳлулҳои обии он қисман тадқиқ шудаанд, вале масъалаҳои вобаста ба тағйирёбии ин хосиятҳо бо илова намудани хокаҳои магнитӣ тадқиқнашуда боқӣ мемонанд. Бо назардошти гуфтаҳои боло, аз тарафи мо як қатор тадқиқоти таҷрибавӣ оид ба часпакӣ, зичӣ ва электрогузаронии этиленгликоля-45 ва маҳлулҳои обии он бо иловаи хокаҳои магнитӣ вобаста ба ҳарорат, инчунин индуксияи магнитӣ гузаронида шуданд.

**Мақсади кор:** тадқиқи тағйирёбии часпакӣ, зичӣ ва электрогузаронии маҳлули обии этиленгликол-45 вобаста ба ҳарорат ва миқдори хокаҳои магнитӣ (дуда, графит ва оксиди оҳан).

Барои ноил шудан ба ин мақсад, ҳалли вазифаҳои зерин зарур аст:

- 1) сохтани дастгоҳи таҷрибавӣ барои омӯзиши зичии маҳлулҳои моеъ;
- 2) сохтани дастгоҳи таҷрибавӣ барои омӯзиши часпакии маҳлулҳои моеъ;
- 3) сохтани дастгоҳи таҷрибавӣ барои омӯзиши электрогузаронии хоси маҳлулҳои моеъ;
- 4) гирифтани қиматҳои таҷрибавӣ аз рӯи хосиятҳои термодинамикӣ, реологӣ ва электрофизикии маҳлули обии этиленгликол-45 вобаста ба ҳарорат ва миқдори хокаҳои дорои хосиятҳои магнитӣ (дуда, графит ва оксиди оҳан);

5) тартиб додани формулаҳои ҳисобкунӣ оид ба ҳисоб кардани часпакӣ, зичӣ ва электрогузаронии маҳлули оби этиленгликол-45 вобаста ба ҳарорат ва миқдори хокаҳои магнитӣ (дуда, графит ва оксиди оҳан).

**Объекти тадқиқот:** этиленгликол, маҳлулҳои оби этиленгликол, хокаҳои магнитӣ – дудаи ангишти кони Айнӣ, хокаи графит ва оксиди оҳан.

**Предмети тадқиқот:** рафтори часпакӣ, зичӣ ва электрогузаронии хоси этиленгликол-45 ва маҳлулҳои оби он бо иловаҳои хокаҳои магнитӣ вобаста ба ҳарорат, инчунин индуксияи магнитӣ.

**Усулҳои тадқиқот.** Барои омӯзиши хосиятҳои объектҳои тадқиқот усулҳои зерин истифода шудаанд: 1) усули баркашии гидростатикӣ барои чен кардани зичӣ; 2) усули вискозиметри капиллярӣ барои чен кардани часпакӣ; 3) усули конденсатори ҳамвор барои чен кардани электрогузаронии хос; 4) усули квадратҳои хурдтарин ва барномаи Microsoft Excel барои коркарди натиҷаҳои ченкунӣ.

**Соҳаи тадқиқот:** физикаи гармо, асосҳои назариявии техникаи гармо, электрофизика.

**Марҳилаҳои тадқиқот;** 1) интихоби мавзӯи тадқиқот, аҳамияти он, объект ва предмети тадқиқот; 2) муайян кардани мақсад ва вазифаҳо, интихоби усулҳои тадқиқот ва дастгоҳҳои таҷрибавӣ; 3) сохтани дастгоҳҳои таҷрибавӣ; 4) ченкунии хосиятҳои объектҳо; 5) ҷамъбасти ва апробатсияи натиҷаҳои тадқиқот, таҳияи хулосаҳо, арзёбии натиҷаҳои бадастомада.

**Дурустии натиҷаҳои тадқиқот:** 1) дар аввал ченкунӣ бо маводи санҷишӣ гузаронида шуд, ки хосиятҳои онҳо маълум аст; 2) маълумоти мо ба маълумоти тадқиқоти мустақил ва дигар усулҳои ченкунӣ мувофиқат мекунад.

#### **Навоварии илмӣ:**

- дастгоҳи таҷрибавии комплексӣ барои чен кардани зичӣ (бо баркашии гидростатикӣ) ва часпакӣ (бо усули вискозиметри капиллярӣ), дастгоҳ барои чен кардани электрогузаронӣ (бо усули конденсатори ҳамвор) бо назардошти хусусиятҳои объектҳои омӯхташуда тарҳрезӣ ва ҷамъоварӣ карда шудааст;

- бори аввал маълумот оид ба зичӣ, часпакӣ ва электрогузаронии хоси маҳлули обии этиленгликол-45, ки дорои хоқаҳои хосиятҳои магнитӣ - дуда, графит ва оксиди оҳан (2,5%-12,5% масс.) мебошанд, вобаста ба ҳарорат (283-358 К) дар фишори атмосферӣ, таҷрибавӣ ба даст оварда шуд;

- таҳлили раванд тағйирёбии зичӣ, часпакӣ ва электрогузаронии системаи маҳлули обии этиленгликол-45, ки дорои хоқаҳои хосиятҳои магнитӣ - дуда, графит ва оксиди оҳан мебошад, ки ҳамчун гармидиҳанда истифода мешаванд, пешниҳод карда мешавад;

- муодилаҳои эмпирикӣ пешниҳод карда шудаанд, ки зичӣ, часпакӣ ва электрогузаронии хоси маҳлули обии этиленгликол-45-ро, ки дорои хоқаҳои магнитӣ дуда, графит ва оксиди оҳан мебошанд (2,5%-12,5% масс.) вобаста ба ҳарорат (283-358 К) дар фишори атмосферӣ тасвир мекунанд.

#### **Аҳамияти назариявӣ ва амалии натиҷаҳои тадқиқот:**

- муодилаҳои эмпирикии бадастомада оид ба зичӣ, часпакӣ ва электрогузаронии хоси маҳлулҳо метавонанд барои ҳисобкунӣҳои назариявӣ ва муҳандисӣ ҳангоми тарҳрезии дастгоҳҳои гармимубодилакунандаи таҷҳизоти гармидиҳӣ истифода шаванд;

- маълумоти таҷрибавӣ оид ба зичӣ, часпакӣ ва электрогузаронии хос (муқовимати хоси электрикӣ)-и системаи об + этиленгликол-45 + хоқаҳои магнитӣ (дуда, графит ва оксиди оҳан) дар фосилаи ҳарорати 283-358К дар фишори атмосферӣ, метавонад аз ҷониби ташкилотҳои лоиҳавӣ ҳангоми ҳисоб кардани равандҳои технологӣ истифода шавад;

- дастгоҳи таҷрибавии комплекси тарҳрезӣшуда барои чен кардани зичӣ ва часпакӣ, электрогузаронии хос метавонад дар озмоишгоҳҳои илмӣ аз ҷониби унвонҷӯён ҳангоми иҷрои корҳои илмӣ, дар озмоишгоҳҳои таълимӣ аз ҷониби донишҷӯён, ҳангоми иҷрои корҳои озмоишӣ истифода шавад.

#### **Татбиқи натиҷаҳои кор:**

- дастгоҳи таҷрибавии комплекси тарҳрезӣшуда барои чен кардани зичӣ ва часпакӣ, электрогузаронии хос дар озмоишгоҳи кафедраи физикаи Донишгоҳи

аграрии Тоҷикистон ба номи Ш. Шотемур барои иҷрои корҳои илмӣ ва озмоишӣ чорӣ карда шудааст (санади татбиқ дар рисола замима шудааст);

- натиҷаҳои тадқиқоти системаи "об + этиленгликол – 45 + хоқаҳои магнитӣ (дуда, графит ва оксиди оҳан)" дар Институти илмӣ – тадқиқотии саноати Вазорати саноат ва технологияҳои нави Ҷумҳурии Тоҷикистон чорӣ карда шудааст (санади татбиқ дар рисола замима шудааст).

**Мувофиқати рисолаи илмӣ ба шиносномаи ихтисоси илмӣ (формула ва соҳаи тадқиқот). Соҳаи тадқиқот ба шиносномаи ихтисоси илмӣ 01.04.14 – физикаи ҳарорат ва техникаи гармои назариявӣ - тадқиқот оид ба хосиятҳои гармофизикии моддаҳо, равандҳои термодинамикӣ, равандҳои интиқоли гармӣ ва масса, вобастагии ҳароратии хосиятҳои физикии моддаҳо, таъсири омилҳои беруна ба хосиятҳои гармофизикӣ ва термодинамикии моддаҳо аз рӯи бандҳои зерин мувофиқ аст: 1) тадқиқоти таҷрибавӣ оид ба хосиятҳои термодинамикӣ ва гузаронандагии моддаҳои тоза ва омехтаҳои онҳо дар ҳудудҳои васеи параметрҳои ҳолат; 4) тадқиқоти таҷрибавӣ ва назариявии равандҳои таъсири мутақобилаи сели интенсивии энергия бо модда; 10) тадқиқоти таҷрибавӣ ва назариявии вобастагии хосиятҳои гармофизикӣ ва термодинамикии моддаҳо аз таъсирирои электрикӣ, магнитӣ, радиатсионӣ ва ғайра.**

**Ба ҳимоя пешниҳод карда мешаванд:**

- дастгоҳи комплекси таҷрибавии модернизатсиякардашуда барои ченкунии зичӣ (бо усули баркашқунии гидростатикӣ), часпакӣ (бо усули вискозиметр) ва электрогузаронӣ (бо усули конденсатори ҳамвор) бо баназардошти ифодаи хусусиятҳои объектҳои тадқиқотӣ;

- натиҷаҳои тадқиқоти таҷрибавӣ оид ба зичӣ, часпакӣ ва электрогузаронии гармибарандаҳо - маҳлули оби этиленгликол-45 + графит, маҳлули оби этиленгликол-45 + дуда, маҳлули оби этиленгликол-45 + оксиди оҳан вобаста ба ҳарорат, инчунин электрогузаронӣ вобаста ба сели магнитӣ, дар фишори атмосферӣ;

- муодилаҳои эмпирикӣ барои ҳисоб намудани зичӣ, часпакӣ ва электрогузаронии гармибарандаҳо - маҳлули оби этиленгликол-45 + графит,



маҳлули обии этиленгликол-45 + дуда, маҳлули обии этиленгликол-45 + оксиди оҳан (2,5%-12,5% масс.) вобаста ба ҳарорат (283-358K).

**Саҳми шахсии муаллиф аз инҳо иборат аст:** 1) интихоби усулҳои тадқиқот; 2) пайдарпаии ҳалли масъалаҳои гузошташуда; 3) муайян кардани қонуниятҳои тағйирёбии хосиятҳои термодинамикӣ, реологӣ ва электрофизикии моддаҳои омӯхташуда, гузаронидани ченкунӣ оид ба зичӣ, часпакӣ, электрогузаронии хос (муқовимати хоси электрикӣ); 4) ҷамъбасти натиҷаҳо ва тартиб додани формулаҳои ҳисобкунӣ; 5) ҳамаи натиҷаҳои амалӣ аз ҷониби муаллиф шахсан таҳти роҳбарии роҳбари илмӣ ба даст оварда шудаанд.

**Барраси кор.** Натиҷаҳои асосии рисола дар конференсияҳои зерин маъруза ва муҳокима шудаанд: конференсияи байналмилалии «Гузариши фазавӣ, ҳодисаи бухронӣ ва ғайрихаттӣ дар муҳити конденсӣ» (Россия, Махачкала, 2019); конференсияи байналмилалии илмӣ-амалии «Нақши муассири даҳсолаи амал «Об барои рушди устувор, солҳои 2018-2028» дар таҳкими истифодабарии самаранок ва ҳифзи захираҳои обу замини Ҷумҳурии Тоҷикистон», ДАТ ба номи Ш. Шохтемур (Душанбе, 2020); конференсияи ҷумҳуриявии илмӣ-амалии «Моҳияти системаи геотитлоотӣ дар рушди соҳаҳои гуногуни ҷомеа» бахшида ба ҷашни 21-умин солгарди «Рӯзи СГИ» дар Тоҷикистон, ДАТ ба номи Ш. Шохтемур (Душанбе, 2020); конференсияи байналмилалии илмӣ-амалии «Рушди энергетика ва имкониятҳо», ДЭТ (Кушонӣён, 2020); конференсияи ҷумҳуриявии илмӣ-назариявии «Заминаҳои асосии рушди омӯзиши фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ: масъала ва роҳҳои ҳалли он» ДАТ ба номи Ш. Шохтемур (Душанбе, 2021); конференсияи байналмиллалӣ илмӣ - амалии «Электроэнергетикаи Тоҷикистон. Проблемаҳои сарфачӯӣ, самаранокӣ ва истифодаи манбаъҳои барқарор-шавандаи энергия», филиали ДЭМ ба номи М.В. Ломоносов дар ш. Душанбе (Душанбе, 2021); конференсияи ҷумҳуриявии илмию амалӣ (бо иштироки байналмилалӣ) «Энергетикаи гармо ва хосиятҳои гармофизикии моддаҳо», ДТТ ба номи акад. М.С. Осимӣ (Душанбе, 2021); конференсияи байналмиллалӣ илмӣ – амалӣ дар мавзӯи: «Энергетика: ҳолат ва дурнамои рӯшд», ДТТ ба номи акад. М.С. Осимӣ (Душанбе, 2021).

**Интишорот:** дар мавзӯи диссертатсия ҳамагӣ 16 мақола нашр шудааст, аз ҷумла 5-то дар маҷаллаҳои аз ҷониби КОА-и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон тавсияшаванда, як нахустпатенти Ҷумҳурии Тоҷикистон (№ **TJ** 1239).

**Сохтор ва ҳаҷми рисола.** Рисола аз муқаддима, 4 боб, натиҷаҳо ва хулосаҳои асосӣ, рӯйхати адабиётҳо (114 номгӯй) иборат аст. Мазмуни рисола дар 150 саҳифа (замима 9 саҳифа), аз ҷумла 34 ҷадвал ва 50 расм оварда шудааст.

## **МУНДАРИҶАИ АСОСИИ КОР**

**Дар муқаддима** аҳамияти мавзӯи интихобшудаи рисола асоснок карда шуда, мақсади кор мурағаб гардида, навоари илмӣ ва арзиши амалии рисола ҷишода шуда, муқарроти асосии ба ҳимоя пешниҳодшуда оварда шудааст.

**Боби якум** ба баррасии натиҷаҳои тадқиқоти хосиятҳои гармофизикӣ ва электрофизикии маҳлулҳои обии этиленгликол ва моеъҳои магнитӣ, ки дар ҷумҳурӣ, хориҷи наздик ва дур гузаронида шудаанд, бахшида шудааст.

**Дар боби дуюм** усулҳои интихобшудаи ҷенкунии зичӣ, часпакӣ ва электрогузаронии хоси маводи тадқиқшаванда асоснок карда шудаанд. Тавсифи дастгоҳи комплексӣ барои ҷен кардани зичӣ ва часпакӣ вобаста ба ҳарорат, дастгоҳи ҷенкунии электрогузаронии хоси маводи тадқиқшаванда вобаста ба индуксияи магнитии суст оварда шудааст.

**Дар боби сеюм** натиҷаҳои тадқиқоти зичӣ, часпакии, электрогузаронӣ ва муқовимати хоси электрикии маҳлули обии этиленгликол-45 бо консентратсияи гуногуни хокаи магнитӣ дар ҳудуди ҳарорати аз 283 К то 358 К, дар фишори атмосферӣ оварда шудааст.

**Боби чорум** аз таҳлил ва коркарди маълумоти таҷрибавӣ оид ба зичӣ, часпакӣ, электрогузаронӣ ва муқовимати хоси электрикии маҳлулҳои тадқиқотӣ иборат аст.

Кор дар кафедраи «Физика»-и Донишгоҳи аграрии Тоҷикистон ба номи Ш. Шохтемур иҷро шудааст.

# БОБИ 1. ШАРҲИ АДАБИЁТ ОИД БА ХОСИЯТҲОИ ФИЗИКӢ-ХИМИЯВИИ ОБЪЕКТҲОИ ТАДҚИҚОТ ВА УСУЛҲОИ ЧЕНКУНИИ ОНҲО

## 1.1. Хосиятҳои физикӣ-химиявии об ва маҳлули оби этиленгликол

Дар давраи ҳозираи ривочи техника ва илм, хосиятҳои физикӣ-химиявии об аз тарафи садҳо муаллифон тадқиқ ва омӯхта шуда, муайянсозии ҷадвалҳои физикӣ-химиявии об ва буғи об дар адабиёт маълумот оварда шудаанд. Об манбаъи ҳаёт ва моеъи васеъ паҳнғашта дар сайёраи Замин мебошад. Об инчунин гармибарандаи васеъ истифодашаванда бо хосиятҳои гармофизикии хуб мебошад. Об часпакии хурд, зичӣ, гармиғунҷоиш ва гармигузаронии калон дорад. Оби табиӣ инчунин дорои электрогузаронӣ ҳангоми мавҷуд будани ғашҳо мебошад. Чунин параметрҳо дар бисёр манбаъҳои адабиётӣ қайд шудаанд [1- 4].

Об ва маҳлулҳои оби гармибарандаҳои моеъи васеъ паҳнғашта дар энергетика мебошанд. Маҳлули оби этиленгликол-45, ҳамчун гармибар, дар системаҳои гармигазминунии хурд иқтидор ва системаҳои хунуккунӣ истифода мешаванд.

Этиленгликол (этандиол, гликол) – ин намояндаи соддатарини спиртҳои дуатома мебошад, ки формулаи он намуди  $\text{HO-CH}_2\text{CH}_2\text{-OH}$  дорад. Этиленгликол бисёртар ба сифати антифриз, инчунин дар раванди органосинтез истифода мешавад. Этиленгликоли тоза моеъи шафоф буда, ранг ва бӯй надорад, моддаи каме равшанӣ мебошад. Маззаи ширинӣ дошта, лекин ниҳоят захрнок мебошад.

Дар ҷадвали 1.1. як қатор хосиятҳои термодинамикӣ ва гармофизикии этиленгликол, дар ҷадвали 1.2. - як қатор хосиятҳои термодинамикӣ ва гармофизикии маҳлули оби этиленгликол-45 оварда шудаанд [5, 6].

Об ва маҳлулҳои оби дар тадқиқи фазаи моеъгии моддаҳо дар физика нақши муҳим доранд. Об нисбати дигар моеъҳо дорои миқдори зиёди хосиятҳои зиёди аномалӣ мебошад [14].

Ҷадвали 1.1. - Хосиятҳои термодинамикӣ ва гармофизикий этиленгликол вобаста ба ҳарорат [5].

Ҳарорат, К	Зичӣ $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Гармиғунҷоиши хос, $c_p$ , Ҷ/(кг·К)	Ҷаспакии кинематикӣ $\nu \times 10^6$ , м <sup>2</sup> /с	Гармиғузаронӣ $\lambda \times 10^2$ , Вт/(м·К)	Кoeffитсиенти хароратузаронӣ $a \times 10^7$ , м <sup>2</sup> /с	Адади Прандтл
273	1130,1	2,294	67,62	0,242	0,933	615,0
293	1116,1	2,382	19,17	0,249	0,938	204,0
313	1100,8	2,474	8,69	0,256	0,938	93,0
333	1087,1	2,562	4,75	0,260	0,931	51,0
353	1077,0	2,650	2,98	0,262	0,922	32,4
373	1057,9	2,742	2,03	0,263	0,908	22,4

Ҷадвали 1.2 - Хосиятҳои термодинамикӣ ва гармофизикий маҳлули оби этиленгликол-45 (ГОСТ 159 - 52) [6]

T, К	t, °C	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	C, Ҷ/(кг·К)	$\lambda$ , Вт/(м·К)	$a \times 10^6$ , м <sup>2</sup> /с
213	- 60	1143	2390	0,315	0,115
233	- 40	1129	2542	0,317	0,110
273	0	1102	2847	0,329	0,105
293	20	1089	2999	0,337	0,103
313	40	1076	3151	0,343	0,101
333	60	1062	3303	0,359	0,101
353	80	1048	3455	0,361	0,0994
373	100	1034	3608	0,363	0,0973
393	120	1011	3760	0,362	0,0953

Масалан, коэффитсиенти изобарӣ, ки васеъшави ва ҳароратии обро тавсиф медиҳад, ниҳоят хурд буда, вобастагиро ва ҳароратии об – суръати садо, зичӣ, фишурдашавӣ ва гармиғузаронӣ дорои экстремум мебошанд. Гармиғунҷоиши об ҳангоми доимӣ будани ҳаҷм ( $c_v$ ) ниҳоят калон буда, ҳангоми доимӣ будани

фишор ( $c_p$ ) дар ҳудуд ва ҳароратҳои (273-373) К - аз ҳарорат қариб вобастагӣ надорад, ин ҳодиса ба дигар моеъҳо низ хос мебошад.

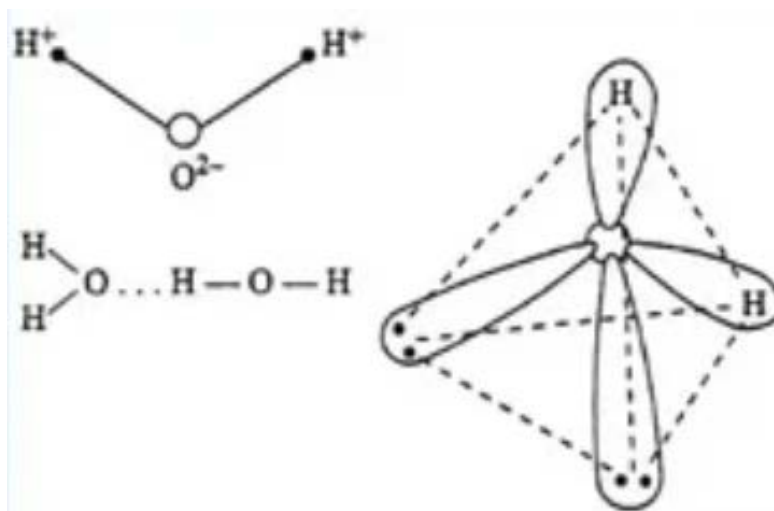
Ҳосиятҳои ғайриоддӣ об бевосита аз хусусиятҳои сохтори молекулаи он вобастагӣ дорад. Сохтори молекулаи об дар намуди секунҷаи баробартараф муаррифӣ шудааст, ки дар қуллаи он атоми оксиген, дар ду кунҷҳои асосаш бошад - атомҳои гидроген ҷой дода шудаанд. Кунҷи валентии НОН баробари  $104,6^\circ$ , яъне ба кунҷи тетраэдр  $-109,5^\circ$  наздик мебошад. Дарозии алоқаи О-Н баробари  $0,9572 \text{ \AA}$  мебошад [14]. Се ядро дар ихотаи даҳ электронҳо мебошанд, ки дутои онҳо дар назди ядрои атоми оксиген ҷарҳ зада, боқимонда аз рӯи мадорҳои ёзида ҷор тақсим шудаанд. Ду мадор қад-қади алоқаи О – Н самт дошта, дуи дигар дар ҳамвории аз ядрои оксиген ва перпендикуляр ба ҳамвории НОН гузаранда ҳобидаанд [14].

Молекулаи об дар натиҷаи тақсимои ғайри симметри тақсимои зарядҳо дипол мешавад. Барои ҳар як алоқаи О - Н моменти диполӣ қимати  $0,15 \text{ Д-ро}$  мегирад. Моменти диполи натиҷавӣ моменти ду алоқаи О - Н ҳисобида шуда, бо сабаби он, ки атоми оксиген ду ҷуфти электронҳои тақсимнашуда дорад, ба натиҷа таъсир мерасонанд, баробар ба  $1,844 \text{ Д}$ . Инчунин, ду шохаи абри электронӣ, ки дар онҳо зарядҳои аломати манфӣ ҷойгиранд, ба ташкилҳои алоқаҳои гидрогенӣ таъсири калон мерасонанд.

Дар замони ҳозира молекулаи об ҳамчун пирамидаи секунҷаи тетраэдршакл дида баромада мешавад, ки дар кунҷҳои он ҷор заряд ҷойгир аст: ду заряди мусбат ва ду заряди манфӣ. Ин зарядҳо атрофи наздиктарини худро ташкил медиҳанд, дар натиҷа молекуларо чунин гардиш медиҳанд, ки як атоми гидроген дар байни ду атоми оксиген ҷойгир шавад.

Чунин намуди пайвастагӣ гидрогенӣ ном гирифтааст. Ҳамин тавр, муқарар шудааст, ки молекулаи об қобилияти доштани ҷор алоқаи гидрогениро дорад, ки дар дутои он дар нақши донор, дар дутои дигараш ба сифати аксептори электронҳо дар раванди таъсири мутақобила ё бо молекулаҳои об, ё бо ионҳои дигар молекулаҳо баромад менамояд. Ҳамин тавр, ҳар як молекулаи об дар ихотаи

боз чор молекулаи  $\text{H}_2\text{O}$  чойгиранд, ки бастаи тетраэдриро ташкил медиҳанд (расми 1.1).



Расми 1.1. Структураи об

Алоқаи гидрогении мустаҳками байни молекулаҳо ба мураккабии ташаккули онҳо асос мегузорад, ки 3 комплекси пайвастшавӣ ва шакли кушодаи Н – алоқаҳо доранд. Яке аз хосиятҳои асосии алоқаи гидрогенӣ ин аст, ки он ба ҳамшавӣ майл дорад на ба кандашавӣ [14]. Ҳамин тавр, структураи молекулаи об аз алоқаҳои гидрогенӣ вобастагӣ дорад.

Мувофиқи назарияи Бернал ва Фаулер [14] об ҳамчун омехтаи се структурӣ муаррифӣ мешавад: ях-, кварце- ва аммиакмонанд. Ба фикри онҳо, тағйирёбиҳо ва ҳарорат ба тағйирёбии нисбати шумораи молекулаҳои сохташон гуногун меоварад, ки аз ин рафторҳои аномалии об вобаста аст. Нисбати намуд ва шумораи сохторҳои об фикрҳои гуногун мавҷуданд.

Мувофиқи тасаввуроти Холл [14], об танҳо ду сохтор дорад - «ковок» (яхмонанд, турӣ) ва бастаи зич бо ҳаҷми молекулярӣ фарқкунанда. Мувофиқи корҳои Самойлов [14], қолиби яхмонанд сохтори намуди ях – f дошта, оби бастаи зич - ин мономерҳои об мебошанд, ки холигиҳои қолиби туриро пурра мекунанд, ки аз молекулаҳо бо Н-алоқа иборат мебошанд.

Як қатор хосиятҳои физикӣ-химиявии об дар ҳарорати  $T = 293 \text{ K}$  дар ҷадвали 1.3. оварда шудаанд

Ҷадвали 1.3. - Хосиятҳои физикӣ-химиявии асосии об дар ҳарорати  $T = 293 \text{ K}$  ва фишори атмосферӣ

Массаи молекулавӣ $\mu$ , кг/мол	Ҳарорати ҷӯшиш T, K	Ҳарорати гудозиш T, K	Зичӣ $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Часпакии динамикӣ $\eta$ , Па·с	Ғармигузаронӣ $\lambda$ , Вт/(м·К)
0,018	373	273	1000	$1,03 \cdot 10^{-3}$	0,564

## 1.2. Хусусиятҳои маҳлулҳои обӣ

Омехтаҳои маҳлулҳо моддаҳои васеъ паҳншуда мебошанд, ки дар бисёр равандҳои технологӣ ва дастгоҳҳои гармӣ ва масса мубодилакунанда истифодаи худро ёфтаанд. Одатан онҳо ҳамчун қисми қорӣ, сӯзишворӣ, оксидкунанда, барқароркунанда, муҳитҳои муҳофизатӣ, хунуккунанда ва гармкунанда, ҳалкунанда, теладиханда, моддаи даббоғӣ ва дигар моддаҳои маводҳои функсионалӣ истифода мешаванд.

Моддаҳои моеғӣ ва омехтаҳои онҳо дар соҳаҳо ва ҳароратҳои гуногун, аз якҷанд градус сар карда то ҳазор градуси шкалаи Келвин истифода шуда, ҳудудҳои васеи фишорро дар бар мегиранд.

Маҳлулҳо моддаҳои якҷинса мебошанд, яъне ҳар як қисмҳои он хосиятҳои якхела доранд.

Дар маҳлул молекулаҳои бисёр моддаҳо қобилияти бо молекулаи ҳалкунанда ҳосил намудани ташкилаҳо доранд, ки “ассотсиат” ном гирифтаанд. Ҳамин тавр, маҳлулҳоро ҳамчун системаҳои молекулавӣ – дисперсионӣ шуморидан қабул шудааст [38].

Дар назарияи сохтори таркибии моеъ ду роҳ истифода мешавад. Якум - «формалии қатъӣ», ки ба қонунҳои физикаи статистикӣ асос ёфта, бо ёрии онҳо ифодаҳои қатъӣ барои функсияи тақсимоти молекулавӣ, бо ёрии инҳо бошад, параметрҳои термодинамикӣ ҳосил менамоянд. Дуюм - «моделӣ», имконият

медихад, ки ҳисобкунии статистикӣ-механикии параметрҳои моддаҳои моеъ, дар асоси моделҳои пешакӣ тасдиқшуда иҷро карда шавад. Дар байни онҳо аз ҳама паҳншуда назарияҳои «ячейкагӣ» ва «чавфӣ» мебошанд.

Назарияи «ячейкагӣ» [39, 40], ки дар он ҳаҷми озод асосӣ шуморида мешавад, мувофиқати ҳар як зарра ба гиреҳи панчара дар назар дошта мешавад; шумораи зарраҳо ва шумораи ячейкаҳо, ки дар онҳо зарраҳо ҳаракат мекунанд, бетағйир мебошад. Фарз кардан мумкин аст, ки назарияи «ячейкагӣ» сохти моеъро аз нуқтаи назари сохти ҷисми сахт тавсиф медиҳад.

Назарияи «чавфӣ», ки Френкел пешниҳод намудааст [38] фарз менамояд, ки дар ячейкаҳо ҷойҳои холӣ ё ба ном «чавф (суроҳӣ)-ҳо» мавҷуданд. Дар ин ҳолат дараҷаи тартибнокии сохт камтар нисбати назарияи «ячейкагӣ» мебошад, ки нисбатан ба ҳақиқат наздиктар мебошад.

Назарияи аз тарафи Френкел пешниҳодгашта хосиятҳои кинетикии моеъро хуб мефаҳмонад, чунки ғайриҷинсагии сохти лаҳзавиро ба назар мегирад, бинобар ин дар байни дигар назарияҳо аз ҳама беҳтар ҳисобида мешавад [56].

Қонунҳои Раул ва Генри асосан рафтори маҳлулҳои дилҳоҳи бе охир суюқшударо мефаҳмонанд. Барои фишор ва ҳароратҳои ихтиёрӣ интиҳобшуда (маҳлули бинарӣ):

- қонуни Раул,

$$f_1 = (1 - N)f_1^0; \quad (1.1)$$

- қонуни Генри,

$$f_2 = NK, \quad (1.2)$$

дар ин ҷо:  $f_1$  ва  $f_2$  – бухоршавандагии ҷузъҳои яқум ва дуҷум дар маҳлули муоинашаванда ҳангоми шароитҳои додашуда;  $f_1^0$  - бухоршавандагии компонентаи асосӣ (тоза)-и яқум дар фишори пурраи болои маҳлул Р ва ҳарорати Т; К - коэффитсиенти Генри, ки аз ин ду параметрҳо вобастагӣ дорад.



Ҳангоми фишорҳои на он қадар баланд вобастагии коэффитсиенти  $K$ -ро аз фишор ба назар нагирифта, танҳо функсия ва ҳарорат ҳисобидан мумкин аст. Бо назардошти ифодаи ин гуфтаҳо ҳосил менамоем:

$$p_1 = (1 - N)P_1^0 \quad (1.3)$$

$$p_2 = NK, \quad (1.4)$$

дар ин ҷо:  $p_1$  ва  $p_2$  – фишорҳои порсиалии буғҳои компонентҳои якум ва дуюм дар болои омехтаҳои ҳар ду компонентҳо;  $p^0$  – фишори буғи сери компоненти якуми тоза дар ҳарорати додасишуда;  $K$  - коэффитсиент Генри, ки вобастагии ва ҳароратӣ дорад.

Маҳлулҳое, ки бо муодилаи (1.1) нисбати ҳамаи таркиб тавсиф мешаванд, идеалӣ номида мешаванд [15].

Назарияи Дебай ба формулаи зерин моварад:

$$\tau = \frac{4\pi\eta r^2}{kT} = \frac{4\pi\nu\rho r^2}{kT} \quad (1.5)$$

дар ин ҷо:  $\eta$  - часпакӣ;  $r$  - радиуси эффективӣ;  $k$  - доимии Болсман;  $T$  - ҳарорат.

Ҳамин тавр, бо камшавии вақти релаксатсия, дар баробари он часпакӣ, зичӣ ва радиуси молекула, ва мувофиқан энергияи молекула калон мешавад. Муқаррар карда шудааст, ки дар баробари баландшавии ҳарорат вақти релаксатсия кам мешавад.

Бо таъсири фишори беруна молекулаҳо дар маҳлул наздик мешаванд, дар натиҷа гузариш аз як қабати изотермӣ ба дигараш осон мегардад, бинобар ин ҳароратгузаронии система зиёд мешавад.

Баландшавии ҳарорат масофаи байни молекулаҳоро зиёд менамояд, ки дар натиҷа интиқоли гармӣ аз як қабат ба дигар қабати изотермӣ мушкил мегардад.

Гармигузаронии омехтаҳо бо компонентаҳои моеъи ба реаксия нараванда қимати мобайнӣ дар байни гармигузарониҳои компонентаҳо дорад.

### 1.3. Хусусиятҳои хосиятҳои хокаи магнитӣ

Масолахшиносӣ — ин илмест, ки асосҳои он, аз нуқтаи назари илмӣ, нисбати мафҳумҳои дар замони ҳозира оид ба мо маълум хело мураккабтар аст ва бевосита ба хосиятҳои системаҳои динамикии ғайрихаттӣ вобаста аст [36, 91], ки хело дур аз ҳолати мувозинатӣ қарор доранд [56]. Масалан, системае, ки дар таъсири мутақобила бо муҳити беруна дар натиҷаи мубодилаи энергия ё масса қарор дорад, метавонад натиҷаи табдилоти мураккаби динамикӣ гардад, ки метавонанд ба ҳолати ноустуворӣ, ва мувофиқан ба гузаришҳои гуногуни сохторӣ оваранд. Ин ҳодиса метавонад ҳамчун асос, ҳам барои синтез, ҳам барои истифодабарии маводи таъминоти техникии гуногун хизмат намояд.

Ҳамин тавр, таъсири мутақобилаи системаи мураккаб (маснуот, дастгоҳ, техникаҳои гуногун ва ҳатто иншоотҳои мураккабӣ саноатӣ ва объектҳои иҷтимоӣ) дар якҷоягӣ бо муҳити атроф ба воситаи системаҳои мураккаби муодилаҳои ғайрихаттии дифференциалӣ дар ҳосилаҳои хусусӣ ифода карда мешаванд, ки барои онҳо аъзоҳои ғайрихаттӣ, инчунин шартҳои канорӣ аз вақт ва координатҳо вобастагӣ дорад.

Яке аз ҳолатҳои муҳим дар илм кашфи ҳодисаҳо дар нуқсонҳои нуқтавии худии хокаи (масалан, оксиди оҳан, дуда ва хокаи графит) дар натиҷаи ҳосилкунӣ ва истифодаи онҳо мебошад. Асосан хусусиятҳои баландтари истифодабарӣ ва нишондиҳандаҳои сифатии хосиятҳои маводҳои аз ҷиҳати техникӣ муҳим дар сатҳи атомӣ аз ҷуфтҳои байнигиреҳии френкелӣ (атомҳо ва ҷойҳои холӣ), ки дар марҳилаҳои аввали ташаккулёбӣ вобаста аст, ки дар ҷараёни истифодаи маводҳо таъсири байниҳамдигарӣ мекунанд. Дар натиҷаи таъсири байниҳамдигарии онҳо нуқсонҳои хеле мураккаб ба вучуд меоянд, ки дар ниҳоят метавонанд ба ҷойгиршавӣ, пайдоиши минтақаҳои бетартиб ва масомаҳо оварда расонанд.

Чунин нуқсонҳо метавонанд ҳамчун марказҳои фаъол баромад кунанд, ки қобилияти вайрон кардани хосиятҳои асосии маводҳои мавриди назарро доранд, ба монанди, таъсири механикӣ, гармофизикӣ, магнитӣ ва радиатсионӣ. Барои

нигоҳ доштани хусусиятҳои асосии истифодабарӣ, дар маводи тадқиқотӣ зарур аст, ки дар он ба истилоҳ атомҳои байнигиреҳии худӣ ва ҷойҳои ҳолӣ, ки ҳамчун интерфейсҳо, масомаҳо, холигиҳо, ҷойҳои ҳолӣ, маҷмӯаҳои ҷойҳои ҳолӣ ва ғайра бо андозаҳои нанометрӣ баромад мекунад, нигоҳ дошта шаванд, ки фазои ҳолӣ дар маводро ташкил медиҳанд. Дар ин ҳолат, холигӣ бояд фазои хокаҳоро фаҳмида шавад, ки бо нанозарраҳои худӣ мавод, ки онро ташкил медиҳанд, пур карда нашудааст. Ин фазои холии худӣ хока аст, ки атмосфераи дохилии маводи додашуда мебошад, ки дар таркиби худ ҳам атомҳои молекулаҳои беруна ва ҳам атомҳои хурд, ҷойҳои ҳолӣ ва комплекси онҳоро дорад, ки дар ҳолати мувозинати гармӣ бо сатҳи нанозарраҳо қарор доранд. Ҳамин тавр, равандҳои интиқоли гармӣ ва масса дар ин объектҳо омӯзиши амиқро талаб мекунад, зеро онҳо бевосита аз хусусиятҳои андозагӣ вобастаанд, ки сатҳи хеле рушдёфта доранд.

Дар хокаҳо диффузия нисбатан зуд ба амал меояд, ки дар натиҷа вайроншавии радиатсионӣ ва механикӣ, ки дар ҷараёни кор дар ҷисми саҳти каркасӣ (чорҷуба) нанозарраҳо ба вучуд меоянд, барқарор мешаванд. Аз нуқтаи назари сифатӣ, тафаккури пешниҳод шударо бо ҳисобкуниҳо, ки ба тафаккури синергетикӣ ва моделҳо асос ёфтаанд, мустаҳкам кардан мумкин аст. Масалан, муаллиф дар кори худ [98] тавсифи дақиқи механизми истеҳсоли хокаи кремнийро пешниҳод кардааст. Муаллиф, бо истифода аз моделҳои пешниҳодшуда нишон медиҳад, ки ба монанди ҳолати намунаҳои оддии кремний, ба концентратсияҳои атомҳои байнигиреҳии кремний  $C_1$  (1) ва концентратсияҳои ҷойҳои ҳолӣ  $C_y$  дар атмосфераи нуқсонҳои худӣ кремний мавҷудияти ҳолатҳо имконпазир аст, ки раванди гузариш байни онҳо метавонад бо реаксияҳои Шлегел тасвир карда шавад. Мавҷудияти чунин ҳолати бистабилӣ имкон медиҳад, ки дар шароити муайян (сохтани домҳо, масалан, бивакансияҳо  $C_{vy}$  дар раванди истифода ва шуоьгирӣ) мавҷудияти атомҳои худӣ байнигиреҳии дар кремний назорат карда шавад. Ҳамин тавр, бо истифода аз усули синергетикӣ, муаллиф [37] фарзияро пешниҳод кард, ки наномаводҳо хусусиятҳои аз ҷиҳати истифодабарӣ баланд доранд. Дар ин ҳолат, ҳамчун домҳои атомҳои худӣ байнигиреҳии кремний ва ҷойҳои ҳолӣ сатҳи кремнийи чандир баромад мекунад.

Дар ҳачми наномавод, тавре ки аллақай қайд карда шуд, домҳои барои атомҳои байнигиреҳӣ ва ҷойҳои ҳолӣ интерфейсо, масомаҳо, ҳолигиҳо, ҷойҳои ҳолӣ ва ғайра хизмат менамоянд, ки андозаи онҳо ба нанометрҳо баробар аст. Дар ин ҳолат, консентратсияи умумии домҳои нанообъектҳо  $C_{\text{нд}}$  дар наномавод хеле калон ба назар мерасад.

#### **1.4. Электрогузаронии маҳлулҳои обии этиленгликол ва таъсири майдони магнитӣ ба параметрҳои физикии моеъҳои магнитӣ**

Чи тавре, ки Н.А. Сваровская, И.М. Колесников ва В.А. Винокуров [7] қайд намудаанд, ноқилҳо ба 3 гурӯҳ тақсим мешаванд: ноқилҳои навъи якум; ноқилҳои навъи дуум ва омехта. Намояндагони ноқилҳои навъи якум металлҳои мебошанд, ки дар онҳо барандагони зарядҳои электронҳои мебошанд. Электролитҳо, ки дар онҳо барандагони зарядҳои ионҳои мебошанд, ноқилҳои навъи дуум ҳисобида мешаванд. Ионҳои гидрататсияшуда, ки дар ҳайати маҳлулҳои обии электролитҳо ( $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}(\text{OH}) + \text{Cl} + \text{H}$ ) мавҷуданд, ки таҳти таъсири гармӣ ва броунӣ дар ҳаракати бетартибона мебошанд. Агар маҳлулро зери таъсири майдони электрикӣ гузорем, пас ионҳои бетартибона ба самти электродҳои, ки заряди муқобил доранд, ҳаракат мекунанд, ба ибораи дигар, мисли электронҳои ноқилҳои навъи 1 рафтор менамоянд.

Аввалин шахсе, ки мафҳуми "электролит" - ро ҷорӣ кард, Фарадей буд, ки дар навбати худ маънои бо барқ таъзия шуданро дорад. Электролитҳои пайвастагиҳои табиаташон химиявӣ мебошанд, ки қодиранд ба таври стихиявӣ(унсурҳо) ба ионҳои ҷудо шаванд. Дар байни онҳо маҳлулҳои ҳастанд, ки дар онҳо молекулаҳо ба ду ион тақсим мешаванд ва ҷунин маҳлулҳои "бинарӣ"номида мешаванд.

Яке аз самтҳои асосии химияи физикӣ омӯзиши механизмҳои ва равандҳои гузаронидани электрикии маҳлулҳои мебошад. Дар ин самт моддаҳои, ки дар натиҷаи ҳалшавӣ таъзия шуда, ионҳои солватиро ба вучуд меоранд, хеле хуб омӯхта шудаанд. Моддаҳои, ки дорой панҷараи атомӣ ва молекулавӣ мебошанд,

электролит нестанд ва дар доираи электрогузаронӣ хеле кам омӯхта шудаанд. Дар раванди ҳалшавии ғайриэлектролитҳо (ҳалқунанда - об) сохтори онҳо метавонад тағйир ёбад, ки ин натиҷаи пайдоиши электрогузаронӣ мегардад [7- 9].

Тавре, ки маълум аст, этиленгликол спирти дуатома буда, аз рӯи назарияи Бренстед ба гуруҳи ҳалқунандаҳои амфитропӣ тааллуқ дорад, ки хусусиятҳои он ба кислотаҳо ва асосҳо наздик аст, қобилияти ҳалқунӣ дорад, ба солватизатсияи шадиди пайвастагиҳои дорои поляри майл дорад ва ҳамин тавр ассотсиатсияи худро ташкил медиҳад. Ба ин падида алоқаҳои гидрогенӣ мусоидат мекунад ва ба ташкили сохторҳои оварда мерасонад, ки тартиботи дур ва наздик доранд. Смирнова Л. Г., Смирнов А. К., Кузнетсова О. Н. дар асарҳои худ нишон додаанд, ки этиленгликол ба гуруҳи электролитҳо тааллуқ надорад. Этиленгликол, ба монанди дигар намоёндагони спиртҳо, дорои хосияти хеле солватқунанда мебошад, ки ба ҳалқунандаҳои баробарқунанда ва ҳамохангсоз мусоидат мекунад, ки ҳам катионҳо ва ҳам анионҳоро солват қунанд [8].

Мувофиқи назарияи Пирсон, этиленгликол ба категорияи ҳалқунандаҳои протонии сахт дохил мешавад, ки метавонад ионҳои мулоимро бо эҷоди алоқаҳои гидрогенӣ солват қунанд. Мувофиқи назарияи Льюис, спиртҳо (этиленгликол) ба гуруҳи маҳлулҳои донорӣ-Мқцепторӣ, бо сабаби мавҷудияти атомҳои гидрогени гуруҳи гидроксилӣ, тааллуқ доранд [7].

Мувофиқи тасдиқоти олимони рус - Смирнова Л.Г., Смирнов А.К., Кузнетсова О.Н. ҳамаи спиртҳо ба категорияи электролитҳо дохил намешаванд. Ҳамин тавр, гликолҳо электрогузаронии на зиёда аз 2 мкСм/см доранд [7, 8, 9].

То имрӯз хосиятҳои моеъҳои магнитӣ аз ҷониби бисёр муаллифон [10 - 13] омӯхта шудаанд. Дар технологияи тиббӣ маводи магнитии мулоим бештар истифода мешаванд. Истифодаи онҳо аз микроструктураи худ маводҳо вобастаанд, ки дар навбати худ бо таъсири байниҳамдигарии зарраҳо, ки хоси системаи тадқиқшаванда мебошад, муайян карда мешаванд. Таъсири индуксияи магнитӣ боиси тағйирёбии таъсири мутақобилаи байнимолекулавӣ ва байниатомӣ мегардад. Сохторҳои микрометрии моеъҳои магнитӣ дар асоси оҳан дар таҷрибаҳои компютерӣ муфассал омӯхта шудаанд. Бисёре аз муаллифон омили

сохторӣ ва робитаи онро бо сохторҳои микрометрии системаи сфераҳои диполӣ таҳқиқ кардаанд. Хулосаи умумӣ ин буд, ки омили сохторӣ метавонад дар бораи кластерҳо ё коррелятсияҳои байнизарравӣ маълумот диҳад. Ҳангоми таъсири мутақобилаи диполии қавӣ, зарраҳои оҳан метавонанд занҷирҳоро ташкил диҳанд [10].

Роҳи тадқиқи таҳлилӣ ба ҳисобкуни мустақими функцияи радиалии тақсимот дар асоси таҳлили кластерӣ асос ёфтааст. Муаллифон Крутикова Е.В., Конторовича С.С., Анохина Д.А., Иванова А.О. овардаанд, ки агар энергияи таъсири мутақобилаи дипол – диполӣ баробар ба тартиби энергияи гармӣ бошад, пас занҷирҳо наметавонанд ба вучуд оянд, дар ҳоле ки нақши коррелятсияҳои магнитии байни зарраҳо назаррас мебошад [10]. Барои барои омӯختани ин коррелятсияҳо метавон усули диаграммаи тақсимоти функцияи коррелятсионии чуфтро ба қатор истифода бурд, ки барои концентратсияи хурди феррозарраҳо дуруст аст [11]. Маълум аст, ки полидисперсияи феррозарраҳо ба микроструктураи моеъи магнитӣ таъсири назаррас дорад. Дар кори Иванов ва Елфимова [12, 48] муфассал нишон дода шудааст, ки тақсимоти диаграммавӣ чӣ гуна аст. Таъзияи микроструктураҳо ба тағйирёбии параметрҳои физикӣ, мисли электрогузаронӣ, часпакӣ, муқовимати хос ва зичии моеъҳои магнитӣ оварда мерасонад.

Ҷадвали 1.4 - Корҳои асосии муаллифон аз рӯи параметрҳои физикию химиявии моеъҳои магнитӣ

№	Сол	Муаллиф	Адабиёт
1	2	3	4
1	1974	Шлиомис М.И.	[48]
2	1980	Shliomis M.I., Raikher Yu.L.	[49]
3	1973	Бибик Е.Е., Матыгулин Б.Я., Райхер Ю.Л.	[71]
4	1971	Мозговой Е.Н., Блум Э.Я.	[76]
5	1974	Марценюк М.А., Райхер Ю.Л., Шлиомис М.И.	[19,20]
6	1984	Диканский Ю.И.	[50]

7	1989	Cowley M. D.	[77]
8	2016	Мартиров И.В.	[33]
9	1997	Albrecht, C.	[51]
10	1995	ElmarsBlums	[52]
11	1983	Брук Э. Т., Фертман В. Е.	[54]
12	1985	Ronald. E. Rosensweig	[82]
13	2010	М. В. Авдеев, В. Л. Аксенов	[90]
14	1969	Чечерников В.И.	[80]
15	1991	Пшеничников А.Ф., Силаев А.В., Авдеева Л.А.	[87]
16	2005	Pshenichnikov A.F., Fedorenko A.A.	[94]
17	1996	Pshenichnikov A.F., Mekhonoshin V.V.	[97]
18	2002	Пшеничников А.Ф., Федоренко А.А.	[99]
19	2001	Райхер Ю.Л., Степанов В.И.	[100]
20	2008	Elfimova E., Ivanov A.	[95]
21	1981	Дроздова В.И., Чеканов В.В.	[98]
22	1986	Бузмаков В.М., Пшеничников А.Ф.	[101]
23	1996	Vuzmakov V.M., Pshenichnikov A.F.	[96]
24	1989	Буевич Ю.А., Зубарев А.Ю., Иванов А.О.	[88]
25	1998	Иванов А.О.	[81]
26	2002	Klapp S.H.L., Schoen M.	[83]
27	2003	Froltsov V.A., Blaak R., Likos C.N., Löwen H.	[86]
28	1988	В.В. Чеканов	[89]
29	2002	В.В. Чеканов, В.В. Падалка, Е.А. Бондаренко	[110]
30	2007	В.А. Полянский, А.Н. Тятюшкин.	[103]

### Хулосаҳои боби якум

1. Баррасии шарҳи адабиёт оид ба хосиятҳои физикию-химиявии маҳлулҳои обии этиленгликол гузаронида шуд.

2. Хусусиятҳои сифатҳои маҳлулҳои обӣ ва хоқаҳои магнитӣ баррасӣ карда шуданд.

3. Шарҳи адабиёт оид ба таъсири мутақобилаи магнитии электрогузаронии маҳлулҳои обии этиленгликол ва таъсири майдони магнитӣ ба хосиятҳои моеъҳои магнитӣ оварда шуд.

## **БОБИ 2. УСУЛҲО ВА ВОСИТАҲОИ ЧЕНКУНИИ ЧАСПАКИ, ЗИЧИ ЭЛЕКТРОГУЗАРОНИИ МАҲЛУЛҲО ВОБАСТА БА ҲАРОРАТ**

### **2.1. Гузориши вазифа**

Дар боби якум шарҳи адабиёт оид ба тадқиқоти назариявӣ ва таҷрибавии хусусиятҳои физикию химиявии маҳлули обии этиленгликол-45 оварда шудааст.

Дар асоси ҳадафи қаблан таҳияшуда ва бо назардошти таҳлили корҳо дар самти тадқиқот иҷрошуда, мо як қатор вазифаҳои марбут ба корро месозем:

- таҳлили хусусиятҳои асосии намунаҳои тадқиқшаванда;
- муайянкунии таҷрибавии зичӣ, часпакӣ ва электрогузаронии системаҳои маҳлули обии этиленгликол-45 + графит, маҳлули обии этиленгликол-45 + дуда, маҳлули обии этиленгликол-45 + оксиди оҳан дар шароити тағйирёбии ҳарорат, дар фишори атмосферӣ;
- бо роҳи таҷрибавӣ муқаррар кардани вобастагӣ ва ҳароратии зичии системаҳои тадқиқшаванда дар фишори атмосферӣ;
- бо роҳи таҷрибавӣ муайян кардани вобастагии ҳарорати часпакии системаҳои тадқиқшаванда дар фишорҳои атмосферӣ;
- бо роҳи таҷрибавӣ муқаррар кардани вобастагӣ ва ҳарорати электрогузаронӣ (муқовимати хос)-и системаҳои тадқиқшаванда дар фишори атмосферӣ.

Ба натиҷаҳои таҷрибавии гирифташуда, инчунин пешниҳодоти мавҷуд будаи дигар муаллифон таъя намуда, дастгоҳҳои таҷрибавии нав сохта, дастгоҳҳои мавҷуд буда бо роҳи дохил намудани навгониҳои техникӣ азнавсозӣ карда шуданд, бо назардошти ифодаи хусусиятҳои физикӣ-химиявии намунаҳои тадқиқотӣ



(ҷадвали 2.1) - маҳлули оби этиленгликол-45 + графит, дуда ва оксиди оҳан, ки муҳити фаъолро ташкил медиҳанд [5].

Ҷадвали 2.1. - Объектҳои тадқиқотӣ

№ объект	Гармибаранда	Ҳокаи иловашаванда	Концентратсия, %
1	Маҳлули оби этиленгликол-45	Дуда	2,5; 5; 7,5; 10; 12,5
2	Маҳлули оби этиленгликол-45	Ҳокаи графит	2,5; 5; 7,5; 10; 12,5
3	Маҳлули оби этиленгликол-45	Оксиди оҳан	2,5; 5; 7,5; 10; 12,5



Барои тадқиқи таркиби химиявии дудаи ангишти кони Айнӣ спектрометри мавҷ-дисперсионии рентгенӣ-флуорессентии «СПЕКТРОСКАН МАКС-G» (ҚММ «СПЕКТРОН», ш. Санкт-Петербург) истифода бурда шуд [108,109].

Спектрометри мавҷӣ-дисперсионии «СПЕКТРОСКАН МАКС-G» имконият медиҳад, ки таркиби намунаҳои хокагӣ муайян карда шавад (расми 2.1).

Расми 2.1. Намуди берунаи спектрометри мавҷӣ-дисперсионии рентгенӣ-флуоресцентии модели «СПЕКТРОСКАН МАКС-G»

Дастгоҳи «СПЕКТРОСКАН МАКС-G» дар озмоишгоҳи физикаи атмосферии пажуҳишгоҳи физика ва техникаи ба номи С.У. Умаров-и АМИ Тоҷикистон насб карда шудааст.

Таркиби химиявии дудай ангишти кони Айнӣ дар ҷадвали 2.2 оварда шудааст, ки дар озмоишгоҳи физикаи атмосфераи пажуҳишгоҳи физика ва техникаи ба номи С.У. Умаров-и АМИ Тоҷикистон гирифта шудааст.

Ҷадвали 2.2 - Таркиби химиявии дудай ангишти кони Айнӣ

№	Таҳлил	Воҳ. чен.	Қимат	Интенсивноқӣ	Хатогӣ
1	Sr	мг/кг	132,8721	12203,2511	0,77749678
2	Pb	мг/кг	583,6792	91,78087972	21,37295821
3	As	мг/кг	149,9534	136,7892183	9,041526375
4	Zn	мг/кг	3036,332	10715,49804	54,69105175
5	Cu	мг/кг	38,96109	2232,467255	1,039890112
6	Ni	мг/кг	412,5199	758,5515463	52,77460375
7	Co	мг/кг	39,585	646,3685827	69,06727751
8	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	14,31225	109892,0128	0,195575746
9	MnO	мг/кг	90,74939	284,9046404	0,915155759
10	Cr	мг/кг	80,99627	16,68894969	62,54198808
11	V	мг/кг	47,00253	3,937244189	543,3815767
12	TiO <sub>2</sub>	%	0,427527	22,39115294	0,133567456

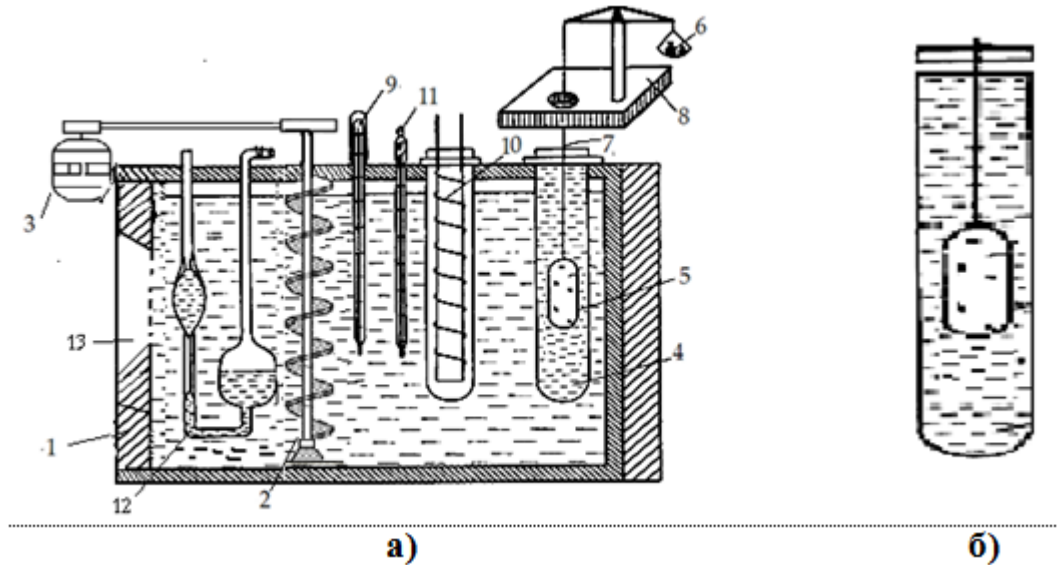
## 2.2. Дастгоҳҳои таҷрибавӣ барои тадқиқи таҷрибавии зичии моеъҳо вобаста ба ҳарорат дар фишори атмосферӣ

Муодилаҳои ҳолате, ки имконият медиҳанд алоқамандии чунин параметрҳои моеъҳо, мисли зичӣ бо параметрҳои ҳолат муқаррар карда шавад, бисёр кифоя мебошанд, вале ба ин нигоҳ накарда, чунин муодилаҳое, ки ба ҳамаи талабот ҳангоми ҳалли масъалаи гузошташудаи муайян ҷавобгӯ бошад, вучуд надорад. Ҳамин тавр, бо назардошти ифодаи ин гуфтаҳо, аҳамияти хосро ҳалли таҷрибавии ин ё он масъала дорад, чунки муодилаҳои ҳолати мавҷудбуда барои моддаҳои моеъ, асосан соҳаи маҳдуди ҳолати ин категорияи моддаҳоро тавсиф медиҳанд. Танҳо муайян намудани як қатор коэффитсиентҳои дар муодилаҳои пешниҳодшуда истифода шаванда имконият медиҳанд, то онҳо дар амалия истифода шаванд, ки дар дараҷаи баланд ба мушкilotи ҳалли масъалаи гузошташуда меоварад. Барои тадқиқи хосиятҳои калорикии моеъҳо инчунин вобастагҳои Р-р-Т тадқиқ мешаванд, ки роҳҳои коркарди таҷрибавӣ, графоаналитикӣ ва термодинамикиро талаб менамоянд.

Дар байни усулҳои тадқиқи таҷрибавии вобастагии Р-р-Т-и моеъҳо, пеш аз ҳама усулро интихоб намудан мумкин аст, ки дар он тағйирёбии ҳаҷми моеъи тадқиқшаванда ҳангоми доимӣ мондани масса мушоҳида мешавад, аз ҷумла, усули баркашии гидростатикӣ. Ба омӯзиши чуқуртар (дақиқ)-и ин усулҳо корҳои як қатор муаллифон [18, 21, 32, 41-44, 74] равона гаштааст. Барои иҷрои силсилаи тадқиқот оид ба омӯзиши зичии намунаҳои мо, усулҳои пешниҳодшуда бомувафакӣ истифода шуданд. Барои омӯзиши объектҳои тадқиқотӣ мо инчунин усулҳои пешниҳодшударо мувофиқи ба талаботи зарурии хусусиятҳои намунаҳои мо муқараргашта дигаргун намуда, истифода бурдем.

Интихоби усули мазкурро мо бо он асоснок менамоем, ки нисбат ба дигар усулҳо дақиқ буда, вақти зиёди таҷрибагузарониро талаб намекунад. Дигар масъалаи муҳим интихоби асбоби таҷрибавӣ буд, ки имконият медиҳад ҷанкуниҳои зарурӣ ҳангоми ҳудудҳои гуногуни тағйирёбии ҳарорат гузаронида шавад. Вобаста ба ин гуфтаҳо, мо интихоби худро ба усули баркашии гидростатикӣ қарор додем (усули профессор К.Д. Гусейнов) [18].

Дар дастгоҳи таҷрибавӣ (расми 2.2) оид ба ҷенкунии зичии намунаҳои тадқиқотӣ шиноварак (5) истифода мешавад, ки аз квартс тайёр карда шудааст. Инчунин иҷрои таҷриба истифодаи тарозуи аналитикӣ (6)-ро талаб менамояд.



Расми 2.2. а) тасвири схематикӣ дастгоҳи таҷрибавӣ барои тадқиқии таҷрибавии зичии моддаҳои моеъ дар фишори атмосферӣ; б) камераи шиноваракии дастгоҳи таҷрибавӣ бо моеъи тадқиқотӣ: 1 – термостат; 2 – омехтакунак; 3 – муҳаррики барқӣ; 4 - камера бо моддаи тадқиқотӣ; 5 – шиновараки квартсӣ; 6- борҳои мувозинаткунанда; 7 – сими манганинӣ; 8 – тарозӯи аналитикӣ; 9 – ҳароратсанҷи симобӣ; 10 – гармкунак; 11- ҳароратсанҷи васлакӣ; 12 - вискозиметри Оствалд; 13 - тирезача

Шиноварак дар сими манганинӣ (7) дар болои камера (4), ки бо объекти тадқиқотӣ пур карда шудааст, овезон мебошад, ки бевосита дар термостат (1) ҷойгир карда мешаванд ва ба он (термостат), дар навбати худ, моеъи термостаткунанда (об) рехта мешавад. Омехтакунак (2), ки дар термостат насб шудааст, ба баробар кардани ҳарорат дар тамоми ҳаҷми термостат мусоидат мекунад. Ҳарорат бо ёрии ҳароратсанҷи симобӣ (9) муайян карда мешавад. Ба воситаи намунаҳои эталонӣ (толуол, об) тадқиқҳои санҷишӣ иҷро карда шуданд, ки ба муқарар кардани дақиқӣ ва дурустии таҷрибаҳо имкон медиҳанд. Ин

моддаҳо ҳамчун намуна бо сабаби зиёд будани маълумот оид ба параметрҳои онҳо интихоб карда шуданд. Формулаи ҳисобкунӣ чунин аст:

$$\rho = \frac{G_1 - (G_1 - G_2)}{V_{ш} - V_{м}}, \text{ кг/м}^3. \quad (2.1)$$

Дар ифодаи (2.1)  $\rho$  – зичии намунаҳо дар ҳарорати таҷриба,  $\text{кг/м}^3$ ;  $G_1, G_2$  – вазни шиновараки квартсӣ мувофиқан дар ҳаво ва моеъи тадқиқшаванда;  $V_{ш}$  – ҳаҷми шиновараки квартсӣ;  $V_{м}$  – ҳаҷми сими манганинӣ.

Ченкуниҳои санҷишӣ бо мақсади муайян кардани қобилияти дақиқ кори дастгоҳи таҷрибавӣ бо бензол ва гексан иҷро карда шуданд, ки натиҷаҳои онҳо бо қимматҳои пешниҳодшудаи манбаъҳои адабиётӣ [21–23, 45] мувофиқат ( $\pm 0,072\%$ ) карданд.

Вискозиметри шишагӣ дар кори мазкур барои муайянкунии часпакии маҳлулҳои аз ҷиҳати техникӣ муҳим истифода шудааст.

### 2.3. Усули ченкунии часпакии динамикии моеъҳо ва маҳлулҳо

Тадқиқи часпакии динамикии маҳлулҳои обии этиленгликол бо концентратсияҳои гуногуни хоқаҳои магнитӣ иборат аст. Аз тадқиқоти таҷрибавии онҳо дар асоси усули вискозиметри капиллярӣ, ки дар расми 2.3 оварда шудааст. Дар кор бо вискозиметри капиллярӣ усули муайян кардани коэффитсиенти нисбии соиши дохилӣ (часпакӣ) маъмул аст, яъне часпакии моеъи тадқиқшаванда бо роҳи муқоиса бо часпакии дигар моеъ, ки ҳамчун стандарт қабул шудааст, муайян карда мешавад (дар аксари ҳолатҳо ҳамчун моеъи стандартӣ оби дистиллятсияшуда истифода мешавад, ки часпакии он хуб маълум аст).

Барои баровардани формулаи корӣ мо аз қонуни Пуазейл истифода мебарем [116].

Бигзор дар вақти  $\tau_0$  зери фишори  $p_0$  тавассути лӯлаи дарозиаш  $l$  ва радиусааш  $r$  ҳаҷми об (моеъи эталонӣ)  $V_0$  ҷорӣ шавад, ки бо баробарии зерин муайян карда мешавад:

$$\eta \left| \frac{dv}{dr} \right| 2\pi r l = (p_1 - p_2) \pi r^2, \quad (2.2)$$

дар вақти  $\tau_x$  бошад, зери фишори  $p_x$  тавассути ҳамин лӯла ҳаҷми моеъ  $V_x$  чорӣ шавад, ки часпакиаш  $\eta_x$  муайян карда мешавад. Аз баробарии

$$V = \frac{P_1 - P_2}{2\eta l} \pi R^4 \tau \quad (2.3)$$

ҳосил мекунем:

$$\eta_0 = \frac{\pi R^4}{8V_0 l} P_0 \tau_0; \quad (2.4)$$

$$\eta_x = \frac{\pi R^4}{8V_x l} P_x \tau_x. \quad (2.5)$$

Дар таҷриба фишор  $p$  бо вазни сутуни моеъ ҳосил мешавад, бинобар ин миқдори бузургиҳои  $p_0$  ва  $p_x$  бо баробариҳои зерин муайян карда мешаванд:

$$p_0 = \rho_0 g h_0; \quad (2.6)$$

$$p_x = \rho_x g h_x, \quad (2.7)$$

дар ин ҷо:  $h_0$  ва  $h_x$  – баландии сутуни моеъ,  $\rho_0$  ва  $\rho_x$  – зичии моеҳои мувофиқан эталонӣ ва тадқиқшаванда. Ин ифодаҳои  $p_0$  и  $p_x$ -ро ба муодилаҳои (2.4) ва (2.7) гузошта, аъзо ба аъзо тақсим намуда ҳосил мекунем:

$$\frac{\eta_0}{\eta_x} = \frac{h_0 \rho_0 \tau_0 V_x}{h_x \rho_x \tau_x V_0}. \quad (2.8)$$

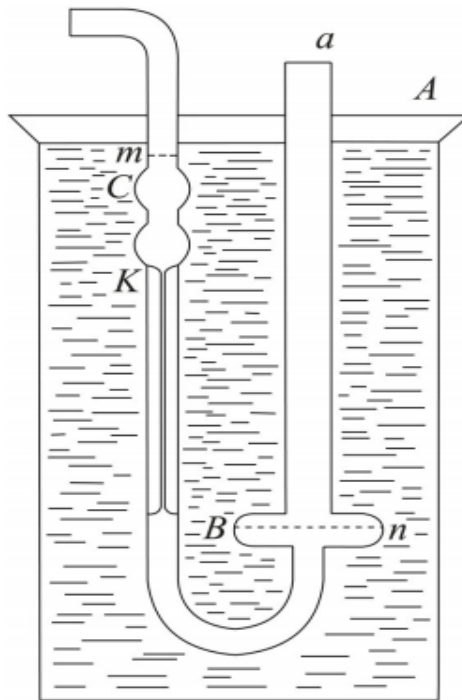
Бо фарзияи он, ки  $V_x = V_0$  и  $h_0 = h_x$ ,

$$\frac{\eta_0}{\eta_x} = \frac{\rho_0 \tau_0}{\rho_x \tau_x}, \quad (2.9)$$

аз ин ҷо:

$$\eta_x = \eta_0 \frac{\rho_x \tau_x}{\rho_0 \tau_0}, \text{ Па} \cdot \text{с}. \quad (2.10)$$

Ҳамин тавр, таҷриба аз мушоҳидаи вақти ҷоришавии ҳаҷмҳои баробари об ва моеъи тадқиқшаванда тавассути як капилляр иборат аст. Вискозиметр аз найчаи капиллярӣ иборат аст, ки бо қисмҳои куррашакли С, ки ба онҳо найчаи васеътари қачқардашуда лаҳим (кафшер) карда шудааст, ба охир мерасад; аз поён ба капилляр найчаи васеи U-шакл, ки васеъшавии ҳамвори В дорад, лаҳим (кафшер) карда шудааст (расми 2.3).



Расми 2.3. Намуди умумии вискозиметри  
капиллярии шишагӣ

Ин усул истифодаи асбобҳои махсусро, ба монанди вискозиметрҳои капиллярӣ, дар назар дорад. Вискозиметр аз найчаи шишагини U - шакл сохта шудааст, ки зонуи паҳни он ба поён васеъ мешавад. Дар дохили зонуи дигар капилляри ҷойгиршуда мавҷуд аст, ки дар боло бо қурча ба анҷом мерасад, ки ба найчаи васеъшуда мегузарад. Дар зер ва болои қурча ду нишона гузошта шудааст, ки ҳаҷми муайяно муқаррар мекунанд. Дастгоҳро ба зарфи об ҳамин тавр ғарқ мекунанд, то оби зарф аз тамғаи болоии вискозиметр баланд бошад.

Барои нигоҳдорӣ ва чен кардани ҳарорат мо термораро истифода бурдем. Ба даст овардани ҳарорати беруна бо истифодаи реле, ки бо ҳароратсанчи контактӣ пайваст шудааст, гузаронида мешавад. Ҳарорати зарурӣ дар шкалаи ин ҳароратсанч бо гардиш додани сарак дар қисми болоии он дода мешавад (ба дастури термостат нигаред).

#### **2.4. Муайян намудани хатогии ченкуниҳои таҷрибавӣ оид ба зичӣ ва часпакии моддаҳои моеъ**

Хатогӣ дар тадқиқӣ зичии моеъҳо, аз рӯи маълумоти адабиёт [18, 29, 57-70] муайян карда шудааст. Қиммати миёнаи арифметикӣ (миёнаи интихобӣ)-и натиҷаҳои  $X$  - озмоишҳо бо ёрии ифодаи дар поён овардашуда ҳисоб карда мешавад [57-65,70]:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1} X_i \quad (2.11)$$

дар ин ҷо:  $n$  – шумораи мушоҳидаҳо;  $X_i$  – натиҷаи ченкунии  $i$  – юм.

Қиммати мутлақ  $S$  ва нисбӣ  $S_n$  мувофиқ ба майлқунии интихобии квадратӣ аз рӯи натиҷаҳои яке аз ченкуниҳо аз рӯи ифодаҳои зерин ҳисоб карда шуданд:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (X - \bar{X}_i)^2} \quad (2.12)$$

$$S_n = \frac{S}{\bar{X}} \cdot 100\% \quad (2.13)$$

Бузургиҳои мутлақ  $S_X$  ва нисбӣ  $S_{Xn}$ , ки бузургиҳои майлқунии миёнаи квадратиро аз рӯи натиҷаҳои якчанд ченкунӣ арзёбӣ мекунанд, аз рӯи ифодаҳои зерин ҳисоб карда шуданд:



$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}}. \quad (2.14)$$

$$S_{\bar{x}_{\text{омн.}}} = \frac{S_{\bar{y}}}{\bar{y}} \cdot 100\%. \quad (2.15)$$

Мувофиқи формулаи дар поён овардашуда, ҳисоб кардани ҳадди эътимоднокии ҳатогии тасодуфӣ, ки дар натиҷаи тадқиқот ба амал омадааст, иҷро карда мешавад:

$$\Delta X_m = S_{\bar{x}} \cdot t_{n-1, 1-\alpha/2} \quad (2.16)$$

Дар ин ифода  $\varepsilon = 1 - \alpha$ ,  $\alpha = 0,95$  - эҳтимолияти эътимоднок.

Ҳатогии системавии ҳудудии имконпазири боваринок аз рӯи натиҷаҳои  $\Theta$  ченкунӣ мувофиқ аст ба:

$$\Theta = K \sqrt{\sum_{j=1}^m O_j^2}, \quad (2.17)$$

дар ин ҷо:  $\theta_j$  – сарҳади  $j$  – юм ташкилдиҳандаи ҳатогии системавӣ, ки мавҷудияташ истисно нест;  $K$  – коэффитсиент, баробар ба 1,1, ки аз доимии қабулшудаи  $\alpha = 0,95$  (эҳтимолияти эътимоднок) вобастагӣ дорад.

Ҳатогии ҳудудии имконпазири ҳатогии бовариноки силсилаи таҷрибаҳо аз рӯи формулаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$\Delta = t_{\Sigma} \cdot S_{\Sigma}. \quad (2.18)$$

Ҳисобкуни  $t_{\Sigma}$ , таносуби ду ҳатогӣ (тасодуфӣ ва ғайри истисноӣ)-ро дар шакли зерин дар бар мегирад:

$$t_{\Sigma} = \frac{\Theta + S_{\bar{x}} \cdot t_{\bar{x}}}{S_v + S_{\bar{x}}} \quad (2.19)$$

Дар ин ифода  $t_x$  – коэффиенти Стюдент, ки ба он  $\alpha = 0,95$  ва шумораи таҷрибаҳои иҷрошуда  $n$  таъсири калон мерасонад.

Номувофикатии суммаи хатогиҳои систематикӣ, ки имконияти пайдоиши онҳо истисно карда намешавад, инчунин хатогиҳои тасодуфӣ чунин муайян карда мешаванд:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_x^2 + S_v^2} \quad (2.20)$$

Дар баробари  $S_v^2 = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^m \Theta_j^2$  - номувофикатии миёнаи квадрати суммаи хатогиҳои систематикӣ мебошад, ки имконияти пайдоиши онҳоро истисно кардан амалан ғайриимкон аст.

Худуди хатогиҳои ченкуниҳои ғайримустақим, ки ҳамчун  $y = F(y_1, y_2, \dots, y_n)$ , гирифта мешаванд, ҳангоми  $\alpha = 0,95$  бо ифодаи зерин муайян карда мешавад:

$$\Delta, \%y = \sqrt{\left(\frac{\partial F}{\partial y_1}\right)^2 (\Delta, \%y_1)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial y_2}\right)^2 (\Delta, \%y_2)^2 + \dots + \left(\frac{\partial F}{\partial y_n}\right)^2 (\Delta, \%y_n)^2} \quad (2.21)$$

Дар ин ифода  $\Delta y_1, \Delta y_2, \dots, \Delta y_n$  – худуд (сарҳад)-и бовариноки хатогиҳои натиҷаҳои ченкунии бузургҳои  $y_1, y_2, \dots, y_n$  дар шакли нисбӣ бо ёрии ифодаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$\sigma = \frac{\Delta X}{X} \cdot 100\% \quad (2.22)$$

Бо назардошти ифодаи (2.1 ва 2.22), худуд (сарҳад)-и бовариноки хатогиҳои натиҷаҳои ченкунии зичии моддаҳо чунин ҳисоб карда мешавад:

$$\Delta\rho = \sqrt{\left(\frac{\partial\rho}{\partial C^1}\right)^2 (\Delta C^1)^2 + \left(\frac{\partial\rho}{\partial\gamma}\right)^2 (\Delta\gamma^2) + \left(\frac{\partial\rho}{\partial m}\right)^2 (\Delta m)^2 + \left(\frac{\partial\rho}{\partial C}\right)^2 (\Delta C)^2 + \left(\frac{\partial\rho}{\partial C_m}\right)^2 (\Delta C_m)^2 + \left(\frac{\partial\rho}{\partial R_1}\right)^2 (\Delta R_1)^2 + \left(\frac{\partial\rho}{\partial R_2}\right)^2 (\Delta R_2)^2} \quad (2.23)$$

$$\text{Дар ин чо: } \frac{\partial\rho}{\partial C_1} = \frac{\gamma m R_1^2 \ln(R_2 / R_1)}{2} \left[ 1 + \frac{C K_{\text{II}}^2}{C_m (1 + K_{\text{II}} + K_{\text{II}}^2)} \right] = 0,29 \cdot 10^{-4}$$

$$\frac{\partial\rho}{\partial\gamma} = \frac{C^1 m R_1^2 \ln(R_2 / R_1)}{2} \left[ 1 + \frac{C K_{\text{II}}}{C_m (1 + K_{\text{II}} + K_{\text{II}}^2)} \right] = 0,13 \cdot 10^{-6}$$

$$\frac{\partial\rho}{\partial m} = \frac{C^1 \gamma R_1^2 \ln(R_2 / R_1)}{2} \left[ 1 + \frac{C K_{\text{II}}}{(1 + K_{\text{II}} + K_{\text{II}}^2)} \right] = 7,64$$

$$\frac{\partial\rho}{\partial C} = \frac{C^1 K_{\text{II}}^2 \gamma m R_1^2 \ln(R_2 / R_1)}{2(1 + K_{\text{II}} + K_{\text{II}}^2) C_m} = 80,6 \cdot 10^{-6}$$

$$\frac{\partial\rho}{\partial C_m} = \frac{m C C^1 K_{\text{II}}^2 \gamma R_1^2 \ln(R_2 / R_1)}{2 C_m^2 (1 + K_{\text{II}} + K_{\text{II}}^2)} \left[ (1 + K_{\text{II}} + K_{\text{II}}^2) C_m + C K_{\text{II}} \right] = -27,4 \cdot 10^{-6}$$

$$\frac{\partial\rho}{\partial R_1} = \frac{C^1 m \gamma / 2 R_1 \ln(R_2 / R_1) - 1}{2(1 + K_{\text{II}} + K_{\text{II}}^2) C_M} \left[ (1 + K_{\text{II}} + K_{\text{II}}^2) C_M + C K_{\text{II}} \right] = -1873$$

$$\frac{\partial\rho}{\partial R_2} = \frac{C \gamma m R_1^2 (1 / R_2)}{2(1 + K_{\text{II}} + K_{\text{II}}^2) C_M} \left[ (1 + K_{\text{II}} + K_{\text{II}}^2) C_M + C K_{\text{II}} \right] = 20,13$$

Хатогие, ки ҳангоми чен кардани ҳарорати таҷриба имкон дорад, мувофиқи тартиби дар адабиёт [45-50,54-56] пешниҳодшуда муайян намудем. Аз ҳисоби истифодабарии термопара мо инчунин хатогии инструменталиро ҳисоб кардем. Тартиби ҳисоб кардани хатогихо дар зер оварда шудааст.

Хатогии методӣ  $\Delta_t(x)$ :

$$\Delta_t(x) = t_3(x) - t_0(x) = \Delta_L(x) + \Delta_B(x), \quad (2.24)$$

дар ин чо:  $t_0(x)$ ,  $t_3(x)$  – ҳарорати ҳақиқии ҷисм ва ҳарорати дар масофаи  $x$  ченкардашуда.

Дар формулаи (2.15)  $\Delta_L(x)$  аз дараҷаи ғутониши термопари  $L$  ва тағйирёбии ҳарорати сатҳи қисм  $t_c$  ва муҳити атроф (ҳаво)  $t_x$  вобаста аст. Аъзои дуёми ифодаи пешниҳодшуда аз градиенти ҳарорат дар он вобаста аст. Барои бикалориметри додашуда  $\Delta_B(x) = 0$  қабул мекунем.

Аъзои якумро аз рӯи ифодаи зерин тақрибӣ ҳисоб кардан мумкин аст:

$$\Delta_L(x) = -\frac{t_{II} - t_B}{1 + F} \cdot \frac{\theta ch\theta(1 - \beta) + \xi Sh\theta(1 - \rho)}{\theta ch\theta + \xi_3 Sh\theta} \quad (2.25)$$

дар ин ҷо:  $\theta = \beta L; \beta = \sqrt{\frac{K}{\varepsilon^S}}; K \approx \left( \frac{1}{\alpha_0} + \frac{h_3}{\lambda_3} + \frac{R}{4\lambda_{\varepsilon II}} \right)^{-1}; \xi_3 = \frac{K_3 L}{\lambda_3}; \rho = \frac{\theta}{L}; \alpha = \frac{\lambda_0}{R},$

$$F = \frac{L_B}{L} \frac{\theta Sh\theta + \xi_3 ch\theta}{\theta ch\theta + \xi Sh\theta} \frac{\theta}{\omega th\omega}; \omega = \sqrt{\frac{K_B P}{\varepsilon^S} L_B};$$

дар формулаҳои дар боло овардашуда:  $\lambda_0, \lambda_3, \lambda_{\varepsilon II}, \lambda_3$  - гармидиҳии мувофиқан маводи калориметр, термопараҳо дар самтҳои тулию арзӣ ва фосила (ҳаво) мебошанд;  $L_B$  - қисми термопара, ки дар берун ҷойгир аст ва бо муҳити атроф мубодилаи гармии нурафканӣ – конвективӣ менамояд;  $h_3$  - ғафсии самаранок, масофае, ки дар байни гиреҳи термопара ва девори канали цилиндри ба вуҷуд омадааст;  $R, \rho, S$  – мувофиқан радиус, андоза ва масоҳати буриши арзии гиреҳи термопара.

Қиматҳои ин бузургҳо чунин аст:

$$h = 0,11 \text{ м}; R = 0,3 \cdot 10^{-3} \text{ м}; L_B = 0,1 \text{ м}; h_3 = 5,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}; \lambda_3 = 356 \text{ Вт/(м·К)};$$

$$\lambda_3 = 0,049 \text{ Вт/(м·К)}; \lambda_{\varepsilon II} = \lambda_3 = 23 \text{ Вт/(м·К)}; P = 1,88 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

$$S = 0,28 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2; \varepsilon = 0,1 \text{ м}.$$

$$\Delta_L(x) = -1,49^\circ\text{C}; \varepsilon = 5,76; \beta = 51,5 \text{ 1/м}; K = 9,1 \text{ Вт/(м·К)}; \xi = 0,043;$$

$$\rho = 0,91; \alpha = 1217 \cdot 10^3 \text{ Вт/(м·К)}; F = 1; \omega = 10,9.$$

Пас, ҳатогии нисбии ченкунии ҳарорат дар  $400^\circ\text{C}$  чунин мешавад:

$$\delta = \frac{\Delta_t(x)}{t} \cdot 100\% = 1,2\% .$$

Мувофиқи гуфтаҳои боло ва усулҳои пешниҳодшудаи ҳисобкунии ҳатогӣ мувофиқи адабиёт [25-30, 46, 67], аз тарафи мо ҳисобкунии ҳатогии таҷрибаҳо оид ба зичӣ гузаронида шуд:

$$\begin{aligned} \Delta\rho = & \sqrt{\left(\frac{\partial\rho}{\partial\Delta_4}\right)^2 (\Delta\Delta_4)^2 + \left(\frac{\partial\rho}{\partial\Delta_5}\right)^2 (\Delta\Delta_5)^2 + \left(\frac{\partial\rho}{\partial\Delta_6}\right)^2 (\Delta\Delta_6)^2 + \left(\frac{\partial\rho}{\partial V_H}\right)^2 (\Delta V_H)^2 +} \\ & \sqrt{\left(\frac{\partial\rho}{\partial m_1}\right)^2 (\Delta m_1)^2 + \left(\frac{\partial\rho}{\partial m_2}\right)^2 (\Delta m_2)^2 + \left(\frac{\partial\rho}{\partial V_{II}}\right)^2 (\Delta V_{II})^2 + \left(\frac{\partial\rho}{\partial\Delta_1}\right)^2 (\Delta\Delta_1)^2 +} \\ & \sqrt{\left(\frac{\partial\rho}{\partial\Delta_2}\right)^2 (\Delta\Delta_2)^2 + \left(\frac{\partial\rho}{\partial\Delta_3}\right)^2 (\Delta\Delta_3)^2 + \left(\frac{\partial\rho}{\partial V_C}\right)^2 (\Delta V_C)^2 + \left(\frac{\partial\rho}{\partial\Delta_3}\right)^2 (\Delta\Delta_3)^2 + \left(\frac{\partial\rho}{\partial\Delta T}\right)^2 (\Delta T)^2,} \\ & + \left(\frac{\partial\rho}{\partial\Delta P}\right)^2 (\Delta P)^2 \end{aligned} \quad (2.26)$$

дар ин ҷо:  $\frac{\partial\rho}{\partial\Delta_4} = -\frac{(m-m_2+m_1)V_C\Delta_3}{(V_{II}\Delta_1\Delta_2 + V_C\Delta_3\Delta_4 + V_H\Delta_5\Delta_6)}$ ;

$$\frac{\partial\rho}{\partial\Delta_5} = -\frac{(m-m_2-m_1)V_H\Delta_6}{(V_{II}\Delta_1\Delta_2 + V_C\Delta_3\Delta_4 + V_H\Delta_5\Delta_6)^2};$$

$$\frac{\partial\rho}{\partial\Delta_6} = -\frac{(m-m_2+m_1)V_H\Delta_5}{(V_{II}\Delta_1\Delta_2 + V_C\Delta_3\Delta_4 + V_H\Delta_5\Delta_6)^2};$$

$$\frac{\partial\rho}{\partial V_H} = -\frac{(m-m_2+m_1)\Delta_5\Delta_6}{(V_{II}\Delta_1\Delta_2 + V_C\Delta_3\Delta_4 + V_H\Delta_5\Delta_6)^2};$$

$$\frac{\partial\rho}{\partial m_1} = \frac{1}{V_{II}\Delta_1\Delta_2 + V_C\Delta_3\Delta_4 + V_H\Delta_5\Delta_6};$$

$$\frac{\partial\rho}{\partial m_2} = \frac{1}{V_{II}\Delta_1\Delta_2 + V_C\Delta_3\Delta_4 + V_H\Delta_5\Delta_6};$$

$$\frac{\partial\rho}{\partial V_{II}} = -\frac{(m-m_2+m_1)\Delta_1\Delta_2}{(V_{II}\Delta_1\Delta_2 + V_C\Delta_3\Delta_4 + V_H\Delta_5\Delta_6)^2};$$

$$\frac{\partial\rho}{\partial\Delta_1} = -\frac{(m-m_2+m_1)\Delta_2 V_{II}}{(V_{II}\Delta_1\Delta_2 + V_C\Delta_3\Delta_4 + V_H\Delta_5\Delta_6)^2};$$

$$\frac{\partial\rho}{\partial\Delta_2} = -\frac{(m-m_2+m_1)\Delta_1 V_{II}}{(V_{II}\Delta_1\Delta_2 + V_C\Delta_3\Delta_4 + V_H\Delta_5\Delta_6)^2};$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial V_C} = -\frac{(m - m_2 + m_1)\Delta_3\Delta_4}{(V_{II}\Delta_1\Delta_2 + V_C\Delta_3\Delta_4 + V_H\Delta_5\Delta_6)^2};$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial \Delta_3} = -\frac{(m - m_2 + m_1)V_C\Delta_4}{(V_{II}\Delta_1\Delta_2 + V_C\Delta_3\Delta_4 + V_H\Delta_5\Delta_6)^2}.$$

Ифодаи (2.26) бо назардошти ифодаи (2.11-2.25) ва ҳангоми  $\alpha = 0,95$  барои ҳисобкунии ҳудуди бовариноки нисбии хатогии ченкунии зичӣ [5, 18, 21, 32, 43, 73, 74] истифода мешавад.

Мувофиқи ҳисобкуниҳо бо назардошти ифодаи  $\alpha = 0,95$  хатогии ченкунии гармигузаронӣ, дар доираи ҳудуди боваринок дар шакли нисбӣ ташкил медиҳад: систематикӣ 0,03%, хатогии методӣ 0,01%, хатогии инструменталӣ 0,06%, хатогии умумии нисбии ченкуниҳо 0,1% [18, 32, 73].

Ҳисобкунӣ барои муқаррар намудани ҳудуди бовариноки хатогии қиматҳо, ки дар натиҷаи таҷрибаҳо оид ба зичии моддаҳо бо назардошти ифодаи ифодаи (2.1), бо формулаи зерин амалӣ мешавад:

$$\Delta \rho = \sqrt{\left(\frac{\partial \rho}{\partial G_1}\right)^2 (\Delta G_1)^2 + \left(\frac{\partial \rho}{\partial G_2}\right)^2 (\Delta G_2)^2 + \left(\frac{\partial \rho}{\partial V_n}\right)^2 (\Delta V_n)^2 + \left(\frac{\partial \rho}{\partial V_H}\right)^2 (\Delta V_H)^2}, \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}, \quad (2.27)$$

дар ин ҷо:

$$\frac{\partial \rho}{\partial G_1} = \frac{G_2}{V_n - V_H}; \quad (2.28)$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial G_2} = -\frac{G_1}{V_n - V_H}; \quad (2.29)$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial V_n} = -\frac{G_1 - (G_1 - G_2)}{V_H}; \quad (2.30)$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial V_H} = \frac{G_1 - (G_1 - G_2)}{V_n}. \quad (2.31)$$

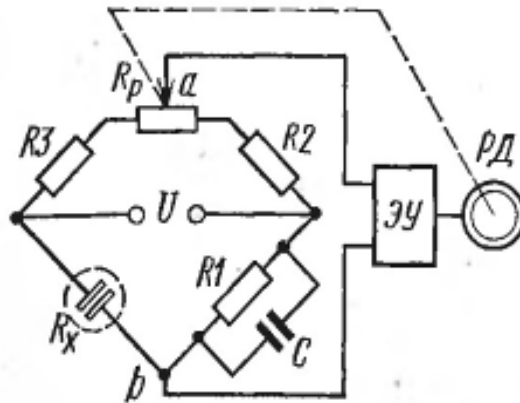
Ҳисобкунии хатогии ченкуниҳои часпакӣ ба ҳамин монанд гузаронида мешавад.

## 2.5. Дастгоҳи таҷрибавӣ барои ченкунии электрогузаронии моеъҳо вобаста ба ҳарорат

Дастгоҳи таҷрибавие, ки мо истифода намудем, дар иҷрои кори диссертатсионии Аминов Ш.А. (объекти тадқиқот - об + герметик) ва кори диссертатсионии Зоиров Ҳ.А.

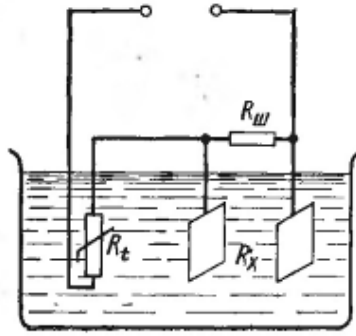
(объекти тадқиқот - гидразингидрат + оксидҳои металлҳо) истифода шудааст. Оид ба дастгоҳи таҷрибавии мазкур патенти хурди Ҷумҳурии Тоҷикистон №ТJ 371, соли 2010, (муаллифон: Сафаров М.М., Чураев Д.С., Зоиров Х.А. ва дигарон) [47] гирифта шудааст.

Тасвири схемавии дастгоҳҳои ченкунӣ, яъне ячейкаи кондуктометрии дуэлектродӣ (расми 2.4) аз қисмҳои зерин иборат аст:  $R_1$ ,  $R_2$  ва  $R_3$  – резисторҳои доимии манганинӣ;  $R_p$  – резистори тағйирбандаи чубронкунандаи (РТЧ);  $R_x$  – муқовимати маҳлули ячейкаи кондуктометрӣ, ки ҳангоми тағйирёби ва консентратсияи он мутаносибан муқовимати  $R_x$  ва дар қуллаҳои пули аb тағйирёфта, фарқи потенциалҳо ба вуҷуд меояд. Сигнали номувозинатӣ, ки ба андозаи тағйирёбии консентратсия мутаносиб аст, бо ёрии тақвиятдиҳандаи электронии ЭУ ба муҳаррики реверсии РД равона карда мешавад, ки дар натиҷа муҳаррики РТЧ, ақрабак ва қалам ҳаракат мекунад. Дар китф якҷоя бо  $R_x$  конденсатори С параллел нисбат ба резистори доимии  $R_1$  пайваस्त карда шудааст.



Расми 2.4. Тарҳи ячейкаи ченкунандаи дуэлектродӣ

Барои чубронкунии ҳатогии ченкунии ҳарорат дар дастгоҳҳои автоматикунонидашуда аксар вақт чубронкунандаҳои барқии автоматикунонидашудаи ҳарорат бо истифода аз ҳароратсанҷҳои металли муқовиматӣ (расми 2.5) истифода мешаванд. Барои чубронкунии ҳароратӣ бояд дар байни коэффитсиентҳо ва ҳароратии муқовимати ячейкаи  $R_x$  (яъне маҳлули тадқиқшаванда) ва ҳароратсанҷи муқовиматӣ  $R_t$  мувофиқат эҷод карда шавад. Бо ин мақсад усули параллелии ченкунии  $R_x$ , ворид кардани резистори шунтии  $R_{ш}$ , ки коэффитсиенти ҳароратии паст (сими манганинӣ) дорад, иҷро карда мешавад.



Расми 2.5. Тарҳи ячейкаи кондуктометрӣ бо ҳароратсанчи муқовиматии металлӣ

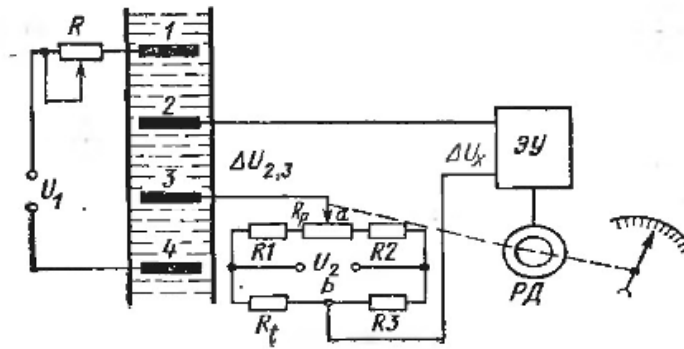
Ҳангоми пайвасти параллелии занҷири  $R_x$ - $R_{ш}$  коэффитсиенти ҳарорати муқовимат нисбат ба коэффитсиенти ҳароратии маҳлул хеле кам шуда, ба коэффисенти ҳароратии термометри муқовимат  $R_t$  наздик мешавад, вале бо аломати баръакс. Муқовимати умумии занҷир бо таъсири тағйирёбии ҳарорат дар маҳлули санчидашаванда комилан тағйир намеёбад, зеро тағйиребии муқовимати занҷири  $R_x$ - $R_{ш}$  бо ҳисоби тағйирёбии муқовимати  $R_t$ , ба андозаи баробар ва бо аломати муқобил чуброн карда мешавад [5].

Чубронкунии ҳарорат бо ташкили мувофиқати коэффитсиентҳои ҳарорати муқовимати электрии моддаи ченшаванда дар ячейка  $R_x$  ва термометри муқовиматии  $R_t$  таъмин карда мешавад. Барои ин, ба  $R_x$  ҳамзамон резистори шунтии  $R_{ш}$ -ро, ки коэффитсиенти ҳарорати паст дорад (резистори симии манганинӣ) параллел пайваст мекунанд.

Тасвири схематикии кондуктометр, ки бо ячейкаи ченкунии чорэлектрода чиҳозонида шудааст дар расми 2,6 нишон дода шудааст. Дар байни ду электроди 1 ва 4, ки ба манбаи шиддати  $U_1$  пайвастанд, ҷараёни электрикӣ мегузарад. Аз сабаби калон будани муқовимати мувозинаткунандаи  $R$ , ҷараён ( $I$ ) дар занҷир новобаста аз муқовимати маҳлул доимӣ нигоҳ дошта мешавад. Ду электроди дохилии 2 ва 3 вазифаҳои потенциометрро иҷро мекунанд ва барои муқаррар кардани пастшавии шиддат дар маҳлул истифода мешаванд:

$$\Delta U_{2.3} = I\rho_k \quad (2.32)$$





Расми 2.6. Тарҳи кондуктометр бо ячейкаи ченкунандаи чорэлектрода

Дар ин ҷо  $\rho_k = k/\kappa_0$  - муқовимати маҳлули дар байни электродҳои 2 ва 3 ( $k$  - доимии ячейкаи ченкунандаи чорэлектродӣ, ки дар он масофаи байни электродҳо ва масоҳати сатҳи онҳо нақши муҳим мебозанд). Ҳамин тариқ,  $\Delta U_{2,3} = kI/\kappa_0 = k'/\kappa$ , ки дар он  $i' = kI = const$ , бинобар ин шиддати байни электродҳо дар асоси консентратсияи маҳлули санҷидашаванда муқаррар карда мешавад. Қиммати ченшавандаи  $\Delta U_{2,3}$  бо фарқи потенциалҳо,  $U_{ab}$  дар қуллаҳои а ва б-и пули мувозинатӣ муқоиса карда мешавад. Агар  $U_{ab} \neq \overline{\Delta U_{2,3}}$  бошад, сигнали номувозинати  $\Delta U_x = \Delta U_{ab} - \overline{\Delta U_{2,3}}$  ба даромади пурқувваткунандаи электронӣ (ЭУ) фиристода мешавад. Ҳангоми мувозинати муқарраршуда  $U_{ab} = \Delta U_{2,3}$ , дар занҷири ин электродҳо вучуд надорад [5].

Барои ҷуброн кардани хатогиҳои ҳароратии таҷрибаҳо, термометри муқовиматии металлӣ  $R_t$ , ки дар китфи пули мувозинаткунанда насб шудааст, истифода мешавад. Ҳангоми тағйирёбии ҳарорат, муқовимати  $R_t$  ва мутаносибан фарқияти потенциалҳои  $U_{ab}$  низ тағйир меебад. Афзоиши  $\Delta U_{ab}(\Delta t)$  ҳангоми ченкунии  $R_t$  бояд ба бузургӣ ва аломати муқобили афзоиши  $\Delta U_{2,3}(\Delta t)$  мувофиқат кунад, ки дар натиҷаи тағйирёбии  $R_t$  -и маҳлули назоратшаванда ба вучуд меояд. Баробарӣ тавассути интихоби параметрҳои зарурии пули ҷубронӣ (муқовимати резисторҳои  $R_1, R_2, R_3$ ) ва шиддати  $U$  ба даст оварда мешавад.

## **2.6. Дастгоҳ барои ченкунии электрогузаронии моеъҳои магнитӣ вобаста ба индуксияи магнитӣ**

Ченкунии электрогузаронии моеъҳои магнитӣ вобаста ба индуксияи магнитӣ дар дастгоҳи бо патент ҳифзшуда гузаронида шудааст. Дастгоҳ ба соҳаи ченкунии электрогузаронии моеъҳо тааллуқ дорад ва барои истифода дар тадқиқоти таҷрибавӣ оид ба хосиятҳои электрофизикии моеъҳои магнитӣ, вобаста ба индуксияи магнитӣ, ки ба хосиятҳои физикии моеъҳои магнитӣ дар ҷараёни кор таъсир мерасонанд, пешбинӣ шудааст.

Мақсади ин ихтироъ содда ва баланд бардоштани дақиқии ченкунӣ ҳангоми муайян кардани таъсири индуксияи магнитӣ ба гузаронидани электрии моеъҳои магнитӣ мебошад.

Дастгоҳ барои чен кардани гузаронандагии электрикии моеъҳои магнитӣ дорои унсурҳои зерин мебошад: электромагнит, ки аз ҷараёни доимӣ кор мекунад; печакҳои аввалияи электромагнит; манбаи ҷараёни доимии танзимшаванда; амперметри ҷараёни доимӣ; вольтметри ҷараёни доимӣ; табдилдиҳандаи ченкунии аввалияи дуэлектродӣ бо ду электрод; ячейка барои пур кардани объект; генератори шиддати тағйиребанда; миллиамперметр ва вольтметри ҷараёни тағйиребанда.

Аз ҷиҳати техникӣ наздик ба ин, дастгоҳ барои тадқиқи моеъҳо оид ба гузаронандагии электрикӣ буда, аз унсурҳои зерин иборат аст: генератори шиддати тағйиребанда, ки яке аз баромадҳои он бо шинаяи умумӣ пайваست карда шудааст; қувватфизои амалиётӣ; қувватфизои микросӣ; табдилдиҳандаи ченкунии ибтидоии дуэлектродӣ, ки бо як шинаяи умумӣ бо истифода аз электроди дуҷуми худ пайваст карда шудааст; қувватфизои дифференциалӣ, ки даромади инверсиянашавандаи он бо баромади генератори шиддати тағйиребанда пайваст карда шудааст; компаратор, ки даромади аввали он бо баромади генератори шиддати тағйиребанда пайваст аст, даромади дуҷуми компаратор бо шинаяи умумӣ пайваст аст; детектори синхронӣ, ки даромади синхронии он бо баромади компаратор пайваст аст.

Мақсад бо он ба даст оварда мешавад, ки ин дастгоҳ бо электромагнит мучаҳҳаз карда шудааст, ки бо ёрии он ҷараёни магнитро тавассути автотрансформатори манбаи доимии ҷараёни 3 танзим кардан мумкин аст. Дар байни лавҳаҳои электромагнит ячейка барои пур кардани моеъи магнитӣ гузошта мешавад, ки дар он электродҳои табдилдиҳандаи ибтидоӣ дохил карда мешаванд. Электродҳои табдилдиҳандаи ибтидоӣ бо миллиамперметр ва вольтметри ҷараёни тағйирёбанда пайваст мешаванд. Ҷараёни тағйирёбанда дар электродҳои табдилдиҳандаи ибтидоӣ аз манбаи ҷараёни тағйирёбанда дода мешавад.

Прототип дастгоҳи ченкунии электрогузаронии моеъҳои магнитӣ мебошад, ки аз унсурҳои зерин иборат аст: электромагнит; табдилдиҳандаи аввалияи ченкунии дуэлектродӣ бо ду электрод; вольтметри ҷараёни доимӣ; амперметри ҷараёни доимӣ; вольтметри ҷараёни тағйирёбанда; миллиамперметри ҷараёни тағйирёбанда ва автотрансформатор.

Камбудии ин дастгоҳ дар калонҳаҷмӣ мебошад.

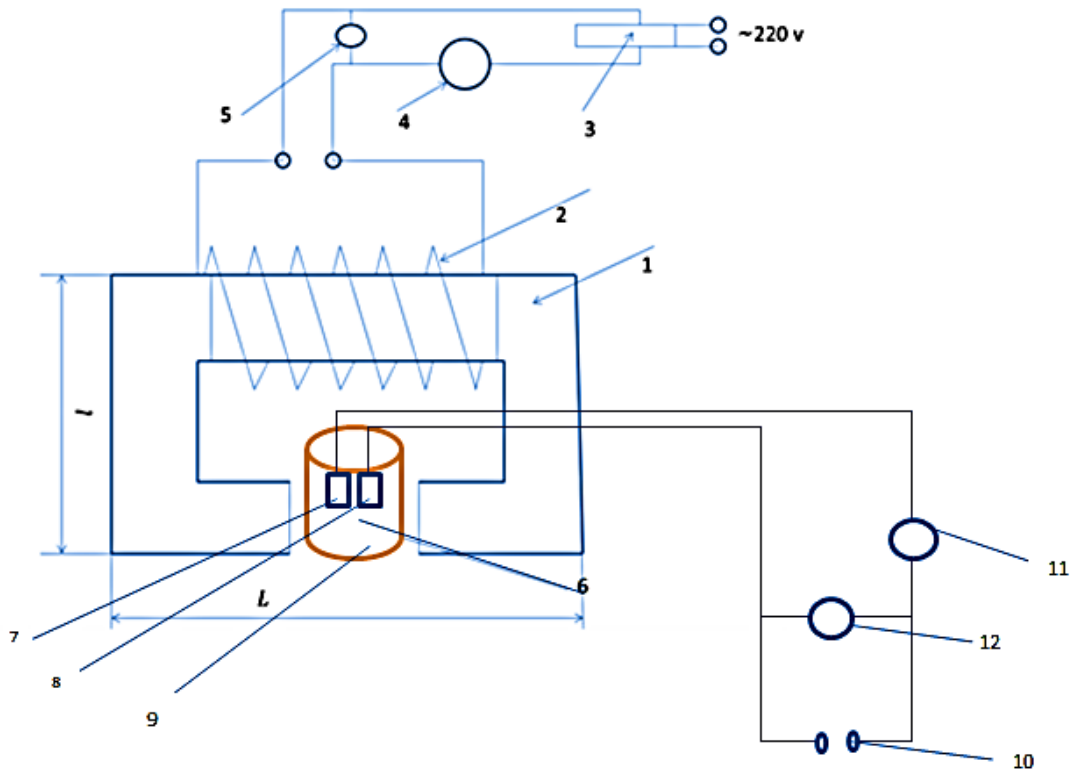
Натиҷаи техникӣ бо он ба даст оварда мешавад, ки дастгоҳ бо электромагнит мучаҳҳаз буда, сели магнитиро ба вучуд меорад, ки ба алоқаҳои байнимолекулавии моеъи магнитӣ таъсир мерасонад. Индуксияи майдони магнитӣ вобаста ба ҷараёни ба электромагнит додашуда ҳисоб карда мешавад.

Дастгоҳи пешниҳодшуда дар расми овардашуда (расм. 2.7) шарҳ дода мешавад, ки аз унсурҳои зерин иборат аст: электромагнит, ки аз ҷараёни доимӣ 1 кор мекунад; печакҳои аввалияи электромагнит 2; манбаи ҷараёни доимии танзимшаванда 3; амперметри ҷараёни доимӣ 4; вольтметри ҷараёни доимӣ 5; табдилдиҳандаи аввалияи дуэлектродии ченкунӣ 6 бо ду электродҳои 7 ва 8, ячейка барои пур кардани объект 9; генератори шиддати тағйирёбанда 10; миллиамперметри ҷараёни тағйирёбанда 11; вольтметри ҷараёни тағйирёбанда 12.

Андозаи асосии геометрии электромагнит чунин аст: дилаки  $\Pi$  – шакли электромагнит  $L = 200\text{мм}$ ;  $l = 100\text{ мм}$ ; дарозии вискозиметр стандартӣ мебошад.

Барои чен кардани электрогузаронии моеъҳои магнитӣ, вобаста ба индуксияи майдони магнитӣ, манбаи ҷараёни доимӣ 3 ба манбаи шиддати 220 В пайваст карда шуда, қувваи ҷараён бо ёрии автотрансформатор танзим карда мешавад.

Чараёни доимӣ тавассути асбобҳои ченкунии 4 ва 5 ба электромагнит дода мешавад, ки вобаста ба қувваи чараён сели магнитиро ба вучуд меорад [119-М].



Расми 2.7. Дастгоҳи таҷрибавӣ барои муайян кардани электрогузаронии моеъҳои магнитӣ вобаста ба индуксияи майдони магнитӣ (Нахустпатенти ҚТ №ТJ.1239, 12.04.2021, 5 сах.)

Бо донишани бузургии қувваи чараёни  $I$  (А), бо ёрии формулаи зерин индуксияи магнитӣ  $B$ -ро ҳисоб кардан мумкин аст [85]:

$$B = \frac{\mu_0 \mu I N}{2L} (\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1), \text{ Тл}, \quad (2.33)$$

дар ин ҷо:  $\frac{N}{L}$  – адади печакҳо дар воҳиди дарозии соленоид,  $I$  - қувваи чараёни электрикӣ,  $\mu_0$ - доимии магнитӣ,  $\mu$  – нуфузпазирии магнитии муҳит.

Электрогузаронидани тибқи қонуни Ом бо донишани қувваи чараёни тағйиребанда, ки аз моеъи магнитӣ мегузарад, ҳисоб карда мешавад [5].

Концентрацияи умумии намакро бо истифодаи фишори осмотикӣ муайян кардан мумкин аст, аммо ин миқдорро дар амал омӯхтан душвор аст. Аз ин рӯ, муайян кардани миқдори намакҳо бо истифода аз хосиятҳои барқии маҳлулҳои обӣ хеле осонтар аст. Аз шумораи молекулаҳои чудошуда дар об қобилияти электрогузаронии он низ вобаста аст, яъне бо афзоиши онҳо электрогузаронӣ баланд мешавад. Одатан, вобаста ба дуруштии об электрогузаронии хоси он, ки бо сименс (См) ё микросименс (мкСм) ифода меебад, ба вучуд меояд.

Дастгоҳе, ки барои таҳқиқи қобилияти электрогузаронии моеъҳои магнитӣ бо таъсири индуксияи майдони магнитӣ пешбинӣ шудааст, аз дигар дастгоҳҳо як фарқияти асосӣ дорад, ки дар он иловатан электромагнити танзимшаванда мавҷуд аст.

## 2.7. Ҳисобкунии хатогии ченкунии электрогузаронӣ

Хатогии таҷрибаҳо оид ба таҳқиқи электрогузаронӣ мувофиқи тартиби дар адабиёт тавсифшуда ҳисоб карда шудааст [21, 30, 34, 35, 58, 60, 63, 64, 92, 93].

Қимати миёнаи (интихобии) якчанд натиҷаҳои таҷрибаҳо ( $y$ ) дар шакли зерин ҳисоб карда шудааст:

$$S_y = \frac{s}{\sqrt{n}}, \quad (2.37)$$

дар ин ҷо:  $n$  – адади таҷрибаҳои гузаронидашуда;  $y_i$  – натиҷаи ченкунии  $i$ -юм.

Аз рӯи формулаҳои дар поён навиштаи мо арзиши мутлақ ва нисбӣ ( $S$  ва  $S_n$ )-и ҳар яке аз натиҷаҳои таҷрибаҳо дар шакли миёнаквдратӣ нисбат ба номувофиқатии он ҳисоб карда шудааст:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (2.38)$$

$$S_{\text{отн}} = \frac{S}{\bar{y}} \cdot 100\% \quad (2.39)$$

Барои ҳисоб кардани хатогии мутлақ  $S_y$  ва нисбӣ  $S_{yH}$ -и бузургихо, барои арзёбии тағиребии миёнаи квадратии натиҷаи силсилаи мушоҳидаҳо, формулаҳои зерин истифода шуданд:

$$S_{\bar{y}} = \frac{S}{\sqrt{n}}; \quad (2.40)$$

$$S_{yH} = \frac{y}{\bar{y}} \cdot 100\%. \quad (2.41)$$

Ҳудуди бовариноки хатогиҳои тасодуфиро бо истифода аз ин формула ҳисоб кардан мумкин аст:

$$\Delta_T = S_{\bar{y}} \cdot t_{n-1, 1-\varepsilon/\alpha}, \quad (2.42)$$

дар ин ҷо:  $\varepsilon=1-\alpha$ ,  $\alpha$  – эҳтимолияти боваринок, ки баробари 0,95 гирифта мешавад.

Ҳудуди бовариноки хатогиҳое, ки мавҷудияти онҳо истисно нест, аз рӯи формулаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$\theta = K \sqrt{\sum_{i=1}^m \theta_j^2}, \quad (2.43)$$

дар ин ҷо:  $K$  – коэффитсиент, вобаста аз эҳтимолияти боваринок, яъне  $\alpha=0,95$ , мувофиқ ба 1,1;  $\theta_j$  - сарҳади  $j$ -юм, нисбат ба хатогии систематикӣ истисно набуда.

Сарҳади бовариноки хатогии таҷрибаҳоро бо ёрии ифодаи зерин ҳисоб кардем:

$$\Delta, \% = t_{\Sigma} \cdot S_{\Sigma}. \quad (2.44)$$

Майлқунии миёнаи квадратии суммаи хатогиҳои систематикӣ ва тасодуфӣ  $S_{\Sigma}$  аз рӯи формулаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_y^2 + S_v^2}, \quad (2.45)$$

дар ин ҷо:  $S_v^2 = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^m \theta_j^2$  - майлқунии миёнаи квадратии хатогиҳои систематикии роҳёфта.

Коэффитсиенти ифодагари нисбати байни хатогиҳои тасодуфӣ ва систематикӣ роҳдодашуда  $t_{\Sigma}$  аз рӯи формулаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$t_{\Sigma} = \frac{\Theta + S_y \cdot t_x}{S_v + S_y}, \quad (2.46)$$

дар ин ҷо:  $t_x$  - коэффитсиенти Стюдент, ки аз  $\alpha$ -и ҷабулшуда ва шумораи таҷрибаҳо вобаста аст.

Худуди бовариноки хатогиҳо аз рӯи натиҷаҳои ченқунии ғайримустақим, ки функцияи  $y=F(y_1, y_2, \dots, y_n)$ -ро ташкил медиҳад, бо назардошти ифодаи  $\alpha=0,95$  аз рӯи формулаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$\Delta, \%y = \sqrt{\left(\frac{\partial F}{\partial y_1}\right)^2 (\Delta, \%y_1)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial y_2}\right)^2 (\Delta, \%y_2)^2 + \dots + \left(\frac{\partial F}{\partial y_n}\right)^2 (\Delta, \%y_n)^2} \quad (2.47)$$

дар ин ҷо:  $\Delta, \%y_1, \Delta, \%y_2, \dots, \Delta, \%y_n$  - сарҳади бовариноки хатогиҳои натиҷаҳои ченқунии бузургиҳои  $y_1, y_2, \dots, y_n$ .

Ҳамин тавр, ҳисобқунии хатогии нисбӣ бо формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$\sigma = \frac{\Delta, \%y}{y} \cdot 100\% \quad (2.48)$$

Мувофиқи (2.47), сарҳади бовариноки хатогихои натиҷаҳои ченкунӣ аз рӯи электрогузаронӣ бо усули конденсатори ҳамвор бо ифодаи зерин муайян карда мешавад:

$$\Delta, \% \chi = \sqrt{\left(\frac{\partial \chi}{\partial \rho}\right)^2 (\Delta, \% \rho)^2 + \left(\frac{\partial \chi}{\partial l}\right)^2 (\Delta, \% l)^2 + \dots + \left(\frac{\partial \chi}{\partial S}\right)^2 (\Delta, \% S)^2}, \quad (2.49)$$

дар ин ҷо:  $\frac{\partial \chi}{\partial \rho} = -\frac{l}{\rho^2 \cdot S} = -0,077 \cdot 10^{-3};$

$$\frac{\partial \chi}{\partial l} = \frac{l}{\rho S} = 0,044;$$

$$\frac{\partial \chi}{\partial S} = \frac{l}{\rho} \left(\frac{1}{S^2}\right) = 33.$$

Ифодаи (2.47)-ро гузошта, ҳосил мекунем:

$$\Delta y = \sqrt{\left(\frac{\partial F}{\partial \rho}\right)^2 (\Delta \rho)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial l}\right)^2 (\Delta l)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial S}\right)^2 (\Delta S)^2} = 0,99 \cdot 10^{-3}.$$

Маълумоти зарурӣ барои баҳодиҳии хатогии ченкунии электрогузаронӣ дар ҷадвали 2.3. оварда шудааст.

Ҷадвали 2.3. - Қиматҳо барои баҳодиҳии миқдории ҳудуди бовариноки хатогихои ченкунии электрогузаронӣ бо усули конденсатори ҳамвор

№	Номгӯй	Бузургӣ
1	2	3
1	Масофаи байни лавҳаҳои конденсатор, l, м	$27,75 \cdot 10^{-3}$
2	Масоҳати лавҳаи конденсатор, S, м <sup>2</sup>	$1,128 \cdot 10^{-3}$
3	Хатогӣ ченкунии масофаи байни лавҳаҳои конденсатор ва масоҳати лавҳаи он (бо штангенпаргор), Δ, %, м	$3 \cdot 10^{-5}$



1	2	3
4	Электрогузаронии маводи санҷишӣ (оби дистиллятсионӣ) $\chi$ , См·м <sup>-1</sup>	0,0001
5	Ҳатогии ченкунии электрогузаронии маводи санҷишӣ (оби дистиллятсионӣ) дар ҳарорати хона, %	1,1
6	Ҳудуди бовариноки ҳатогии нисбии ченкунии ҳароратгузаронӣ ҳангоми $\alpha=0,95$ , %	1,2
7	Ҳатогии усулӣ (методӣ), %	0,0013
8	Ҳатогии асбобӣ (инструменталӣ)-и ченкунии электрогузаронӣ (аз рӯи вольтметр), %	0,5
9	Ҳатогии асбобӣ (инструменталӣ)-и ченкунии электрогузаронӣ (аз рӯи миллиамперметр), %	0,5
10	Ҳатогии умумии нисбии ченкунии электрогузаронӣ бо усули конденсатори ҳамвор, %	3

### Хулосаҳои боби дуюм

1. Дастгоҳи таҷрибавӣ барои тадқиқи таҷрибавии зичӣ ва часпакии маҳлулҳо дар доираи васеи тағйиребии ҳарорат бо истифодаи усули баркашии гидростатикӣ ва вискозиметри капиллярӣ чамъ ва такмил дода шуд.

2. Дастгоҳи таҷрибавӣ барои тадқиқи таҷрибавии электрогузаронии маҳлулҳо дар доираи васеи тағйироти ҳам индуксияи майдони магнитӣ ва ҳам ҳарорат бо истифодаи усули конденсатори ҳамвор чамъ ва такмил дода шудааст.

3. Патенти хурди ҚТ барои дастгоҳи таҷрибавии ченкунии электрогузаронии моеъҳои магнитӣ вобаста ба индуксияи майдони магнитӣ ба даст оварда шудааст.

4. Дар натиҷаи таҳлили қонуниятҳои мувофиқ формулаҳои ҳисобкунӣ оид ба муайян кардани часпакии моеъҳои магнитӣ дар асоси маҳлулҳои обӣ, ки метавонанд ислоҳоти гуногунро дар раванди озмоиш ба назар гиранд, тартиб дода шудаанд.

5. Усулҳои ченкунии зичӣ бо усули гидростатикӣ, часпакӣ бо усули вискозиметри капиллярӣ, электрогузаронӣ бо усули конденсатори ҳамвор пешниҳод гардидаанд.

6. Усулҳои ҳисоб кардани хатогиҳои ченкунӣ барои электрогузаронӣ, зичӣ ва часпакии моеъҳои магнитӣ вобаста ба ҳарорат оварда шудааст.

### **Боби 3. МУАЙЯНКУНИИ ТАҶРИБАВИИ ЗИЧӢ, ЧАСПАКӢ ВА ЭЛЕКТРОГУЗАРОНИИ МОЕЪҲОИ МАГНИТИИ ТАДҚИҚШАВАНДА**

#### **3.1. ЗичӢ ва часпакии объектҳои тадқиқшаванда (маҳлули оби этиленгликол-45 + графит, маҳлули оби этиленгликол-45 + дуда, маҳлули оби этиленгликол-45 + оксиди оҳан)**

Дар боби мазкур натиҷаҳои тадқиқи зичӣ ва часпакии динамикии маҳлули оби этиленгликоли -45 вобаста ба концентратсияи хокаи графит, ангишти кони Айнӣ ва оксиди оҳан дар ҳудуди ҳароратҳои (283-358)К, дар фишори атмосферӣ пешниҳод ва баррасӣ карда мешаванд. Маҳлули оби этиленгликоли -45 ҳамчун гармибаранда дар дастгоҳҳои гармимубодилакунанда васеъ истифода мешавад. Тағйирёбии хосиятҳои физикию химиявии гармибарандаҳо аз консен-тратсияи омехтаҳо, аз ҷумла хокаи графит, дуда ва оксиди оҳан, ки охири он ҳангоми истифода дар дастгоҳҳои гармимубодилакунанда пайдо мешавад, вобаста аст. Тағйирёбии зичӣ ва часпакии гармибаранда ба тағйирёбии речаи истифодаи гармибаранда оварда мерасонад.

Барои ин, мо мақсад гузоштем, ки тағйироти зичӣ ва часпакии яке аз гармибарандаҳои васеъ истифодашавандаро омӯзем: маҳлули оби этиленгликол -45 бо илова кардани хокаи графит, хокаи ангишти кони Айнӣ ва оксиди оҳан, ки охири он дар раванди зангзании системаҳои дастгоҳҳои гармимубодилакунанда пайдо мешавад. Дастгоҳҳои гармимубодилакунанда яке аз ҷузъҳои муҳими системаи истеҳсол ва интиқоли гармӣ мебошад.

Барои гармибарандаҳо ҳудудҳои зиёди тағйирёбии хосиятҳо хос аст. Барои мақсадҳои саноатӣ ва барои дастгоҳҳои дегии хурду миёна ҳамчун гармибаранда об ва маҳлулҳои обӣ бо хусусиятҳои хуби гармидиҳӣ истифода мешаванд. Омехтаҳо, ки ҳангоми истифодаи дарозмуддати ин гармибарандаҳо пайдо мешаванд, ба хосиятҳои гармофизикии ин гармибарандаҳо таъсир мерасонанд. Фаъолияти дарозмуддати деғхона аз сифати гармибаранда вобаста аст [5, 78, 79, 105].

Қиматҳои дар ҷадвалиҳои 3.1-3.3 ва расмҳои 3.1-3.3 пешниҳодшуда натиҷаҳои тадқиқот оид ба зичӣ ва дар ҷадвалиҳои 3.4-3.6 ва дар расмҳои 3.4.-3.6 пешниҳодшуда натиҷаҳои тадқиқот оид ба часпаки мебошанд [78, 79].

Ҷадвали 3.1. - Зичӣ ( $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>)-и гармибаранда - маҳлули обии этиленгликол-45 + графит вобаста ба ҳарорат ва консентратсияи хокаи графит, дар фишори атмосферӣ [78-М]

Т, К	n, %				
	2,5	5	7,5	10	12,5
283	1097,5	1095,4	1093,2	1091,2	1089,2
288	1093,8	1091,5	1089,2	1087,1	1085,1
293	1090,3	1087,8	1085,3	1083,4	1081,4
298	1086,3	1083,9	1081,4	1079,0	1076,5
303	1082,4	1079,5	1076,5	1074,7	1072,8
308	1078,5	1075,6	1072,8	1070,8	1068,8
313	1075,1	1072,1	1069,0	1067,0	1064,9
318	1071,6	1068,3	1065,1	1063,0	1061,0
323	1068,6	1064,9	1061,2	1058,8	1056,5
328	1065,7	1062,2	1058,6	1056,0	1053,3
333	1063,3	1059,6	1055,9	1053,4	1050,9
338	1060,8	1057,5	1054,3	1051,6	1049,0
343	1058,8	1055,7	1052,5	1050,0	1047,4
348	1056,8	1053,9	1050,9	1048,5	1046,0
353	1054,9	1051,9	1049,0	1047,0	1045,0
358	1052,2	1049,6	1047,1	1044,7	1042,3

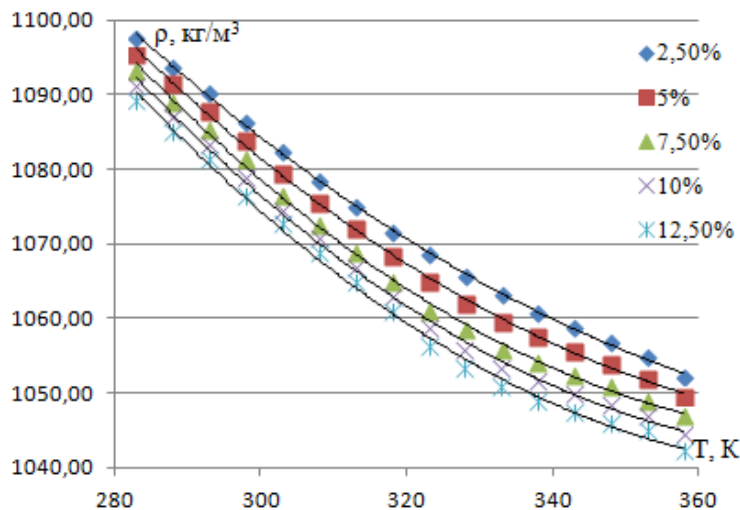
Чадвали 3.2. - Зичй ( $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>)-и гармибар - маҳлули обии этиленгликол-45 + дудаи ангишти кони Айнй вобаста ба ҳарорат ва концентратсияи дуда дар фишори атмосферй [79-М]

Т, К	n, %				
	2,5	5	7,5	10	12,5
283	1098,7	1094,7	1090,6	1087,5	1084,4
288	1095,2	1091,4	1087,7	1084,6	1081,6
293	1092,2	1089,3	1086,3	1083,4	1080,4
298	1088,3	1085,3	1082,4	1079,5	1076,5
303	1084,0	1081,3	1078,7	1075,6	1072,6
308	1080,4	1077,5	1074,5	1072,1	1069,6
313	1077,5	1074,5	1071,6	1069,2	1066,9
318	1074,7	1071,9	1069	1066,9	1064,7
323	1073,0	1069,8	1066,7	1064,2	1061,8
328	1071,4	1068,1	1064,9	1062,3	1059,8
333	1069,4	1066,1	1062,7	1059,8	1056,8
338	1068,2	1064,5	1060,8	1057,9	1055,1
343	1066,7	1062,8	1059,0	1056,2	1053,3
348	1065,7	1061,3	1056,8	1053,9	1050,9
353	1064,7	1059,8	1054,9	1052,4	1050,0
358	1063,7	1058,3	1052,8	1050,4	1048,1

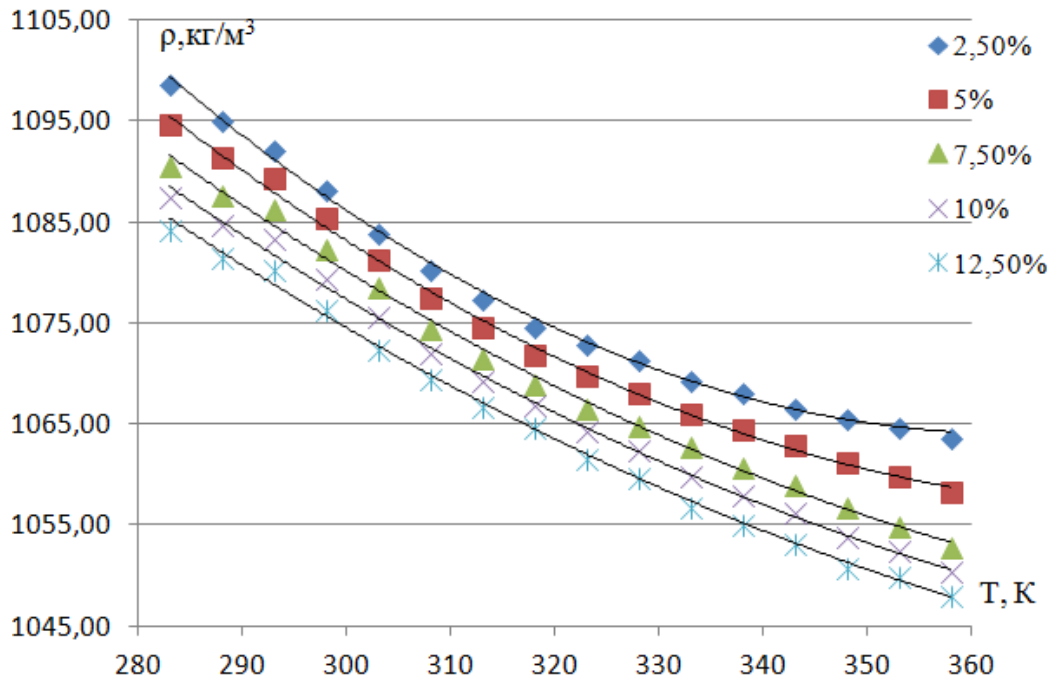
Чадвали 3.3.- Зичй ( $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>)-и гармибаранда - маҳлули обии этиленгликол-45 + оксиди оҳан вобаста ба ҳарорат ва концентратсияи оксиди оҳан, дар фишори атмосферй [72-М]

Т, К	n, %				
	2,5	5	7,5	10	12,5
1	2	3	4	5	6
283	1119,7	1129,7	1139,7	1156,0	1172,3

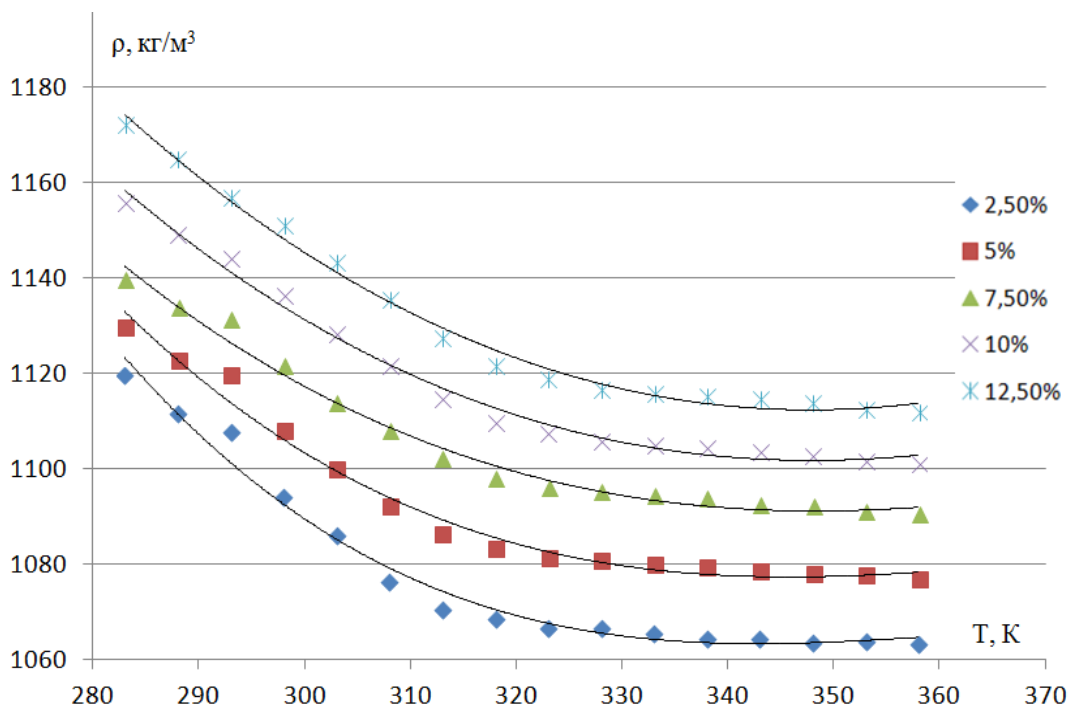
1	2	3	4	5	6
288	1111,8	1122,8	1133,8	1149,4	1165
293	1108,0	1119,8	1131,5	1144,3	1157,1
298	1094,2	1108,0	1121,7	1136,5	1151,2
303	1086,3	1100,1	1113,9	1128,6	1143,3
308	1076,5	1092,2	1108,0	1121,7	1135,5
313	1070,6	1086,3	1102,1	1114,8	1127,6
318	1068,6	1083,4	1098,1	1109,9	1121,7
323	1066,7	1081,4	1096,2	1107,5	1118,8
328	1066,7	1080,9	1095,2	1106,0	1116,8
333	1065,7	1080	1094,4	1105,2	1116
338	1064,7	1079,3	1093,8	1104,6	1115,4
343	1064,7	1078,7	1092,6	1103,7	1114,8
348	1063,7	1078,0	1092,2	1103,0	1113,9
353	1064,1	1077,7	1091,2	1101,9	1112,5
358	1063,4	1076,9	1090,5	1101,2	1111,9



Расми 3.1. Вобастагии зичии системаҳои маҳлули оби этиленгликол-45 + хокаи графит аз консентратсияи хокаи графит ва ҳарорат, дар фишори атмосферӣ



Расми 3.2. Вобастагии зичии системаҳои маҳлули обии этиленгликол-45 + дудаи ангишти кони Айнӣ аз консентратсияи дудаи ангишти кони Айнӣ ва ҳарорат, дар фишори атмосферӣ



Расми 3.3. Вобастагии зичии системаи маҳлули обии этиленгликол-45 + оксиди оҳан аз консентратсияи оксиди оҳан ва ҳарорат, дар фишори атмосферӣ

Ҷадвали 3.4. – Ҷаспакии динамиқӣ ( $\eta \cdot 10^3$ , Па·с)-и гармибаранда - маҳлули оби этиленгликол-45 + графит вобаста аз ҳарорат ва консентратсияи хокаи графит, дар фишори атмосферӣ [105-М]

Т, К	n, %				
	2,5	5	7,5	10	12,5
1	2	3	4	5	6
288	1,44569	1,5065	1,7095	1,84347	1,92562
293	1,35617	1,3693	1,6235	1,70583	1,83044
298	1,22255	1,21978	1,4688	1,59109	1,67101
303	1,0922	1,10813	1,3089	1,43005	1,5499
308	0,97073	1,04078	1,1668	1,28422	1,403
313	0,87965	0,94199	1,0268	1,10071	1,21139
318	0,79356	0,88107	0,925	0,96615	1,0357
323	0,74035	0,81861	0,8292	0,86417	0,90235
328	0,69878	0,77313	0,7801	0,78451	0,81738
333	0,64933	0,72194	0,7254	0,72964	0,73388
338	0,61387	0,68316	0,6867	0,68784	0,69175
343	0,57789	0,64348	0,6469	0,64804	0,64913
348	0,54768	0,61025	0,6137	0,61477	0,61588
353	0,51703	0,57639	0,5796	0,58096	0,58228
358	0,49219	0,54917	0,5525	0,55351	0,55455

Ҷадвали 3.5. – Ҷаспакии динамиқӣ ( $\eta \cdot 10^3$ , Па·с)-и гармибаранда - маҳлули оби этиленгликол-45 + дудай ангишти кони Айнӣ вобаста ба ҳарорат ва консентратсияи дуда, дар фишори атмосферӣ

Т, К	n, %				
	2,5	5	7,5	10	12,5
1	2	3	4	5	6
283	1,52314	1,64505	1,7338	1,9353	2,05838

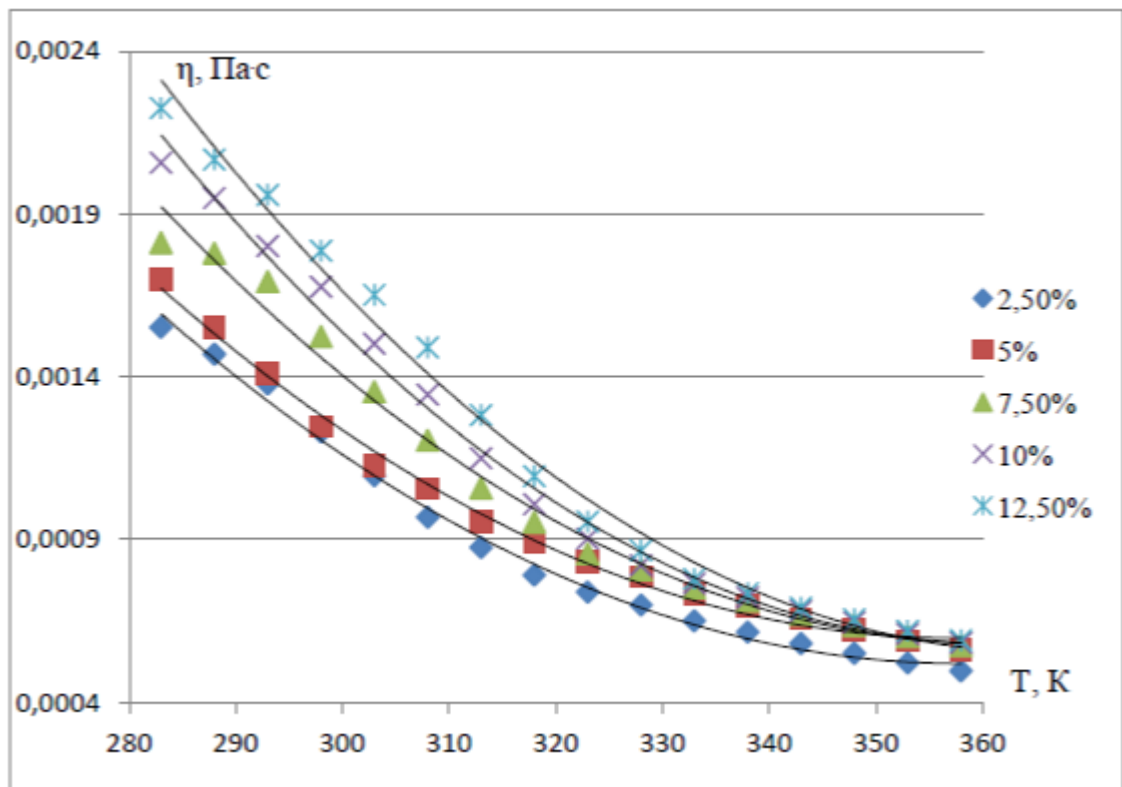


1	2	3	4	5	6
288	1,44756	1,50646	1,7072	1,83926	1,91941
293	1,35861	1,37115	1,625	1,70583	1,82878
298	1,22476	1,22144	1,4701	1,59181	1,67101
303	1,09379	1,11002	1,3115	1,43133	1,54962
308	0,9725	1,04258	1,1687	1,28576	1,40404
313	0,88158	0,94415	1,0292	1,10304	1,21363
318	0,79589	0,88399	0,9284	0,96963	1,03935
323	0,74334	0,82239	0,8335	0,86858	0,90688
328	0,70252	0,7775	0,7847	0,78925	0,82242
333	0,65306	0,72636	0,7301	0,73406	0,738
338	0,61819	0,68766	0,691	0,69195	0,69577
343	0,58218	0,64785	0,6509	0,65186	0,65279
348	0,55226	0,61452	0,6171	0,61794	0,61877
353	0,52185	0,5807	0,5829	0,58396	0,58502
358	0,49758	0,55367	0,5555	0,55656	0,55764

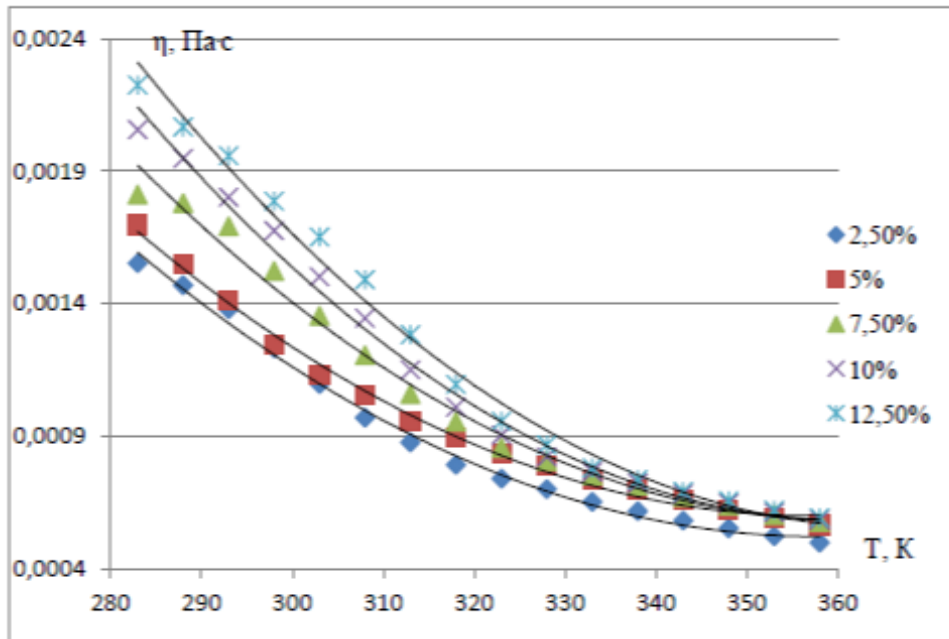
Ҷадвали 3.6. – Часпакии динамикий ( $\eta \cdot 10^3$ , Па·с)-и гармибаранда - маҳлули обии этиленгликол-45 + оксиди оҳан вобаста ба ҳарорат ва консентратсияи оксиди оҳан, дар фишори атмосферӣ

Т, К	n, %				
	2,5	5	7,5	10	12,5
1	2	3	4	5	6
283	1,55217	1,69766	1,8119	2,05718	2,22524
288	1,46944	1,54971	1,7795	1,94904	2,06735
293	1,37818	1,40951	1,6926	1,80179	1,95855
298	1,2314	1,24688	1,5235	1,67588	1,78697
303	1,09617	1,1293	1,3542	1,50183	1,65186

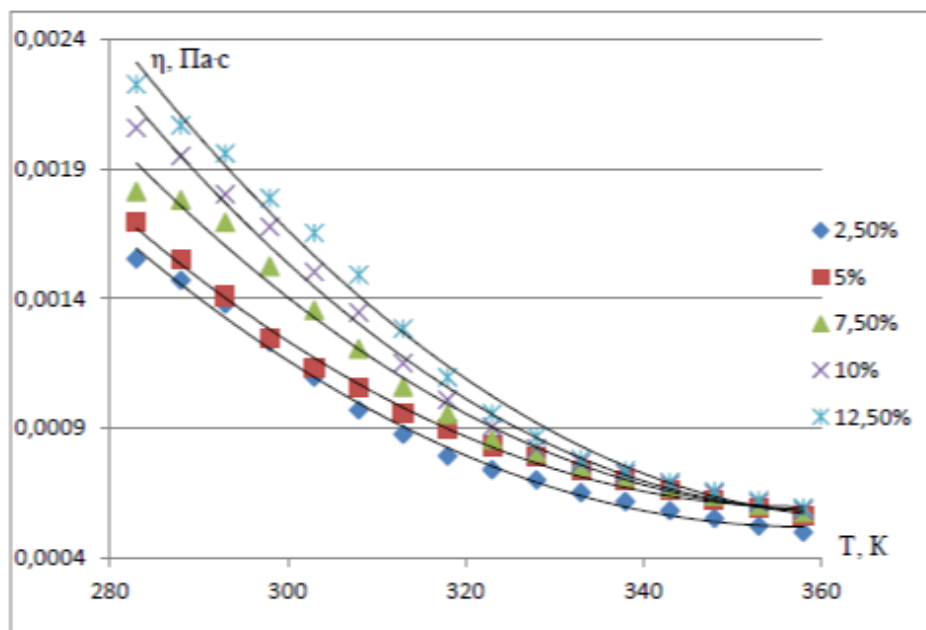
1	2	3	4	5	6
308	0,96896	1,05685	1,205	1,34529	1,49048
313	0,87595	0,95451	1,0585	1,15009	1,28273
318	0,79138	0,89347	0,9537	1,00876	1,095
323	0,73898	0,8313	0,8565	0,90388	0,95557
328	0,69942	0,7868	0,8071	0,82167	0,86666
333	0,65078	0,73587	0,7518	0,76551	0,7793
338	0,61615	0,69719	0,7125	0,72249	0,73557
343	0,5811	0,6575	0,6716	0,68122	0,69092
348	0,55124	0,6242	0,6378	0,64676	0,65581
353	0,52156	0,5905	0,603	0,61139	0,61985
358	0,49741	0,56344	0,5754	0,58347	0,59162



Расми 3.4. Вобастагии часпакии динамикии системаи махлули оби  
этиленгликол-45 + хокаи графит аз консентратсияи хокаи графит ва ҳарорат, дар  
фишори атмосферӣ



Расми 3.5. Вобастагии часпакии систем маҳдули оби этиленгликол-45 + дудаи ангишти кони Айнӣ аз консентратсияи дуда ва ҳарорат, дар фишори атмосферӣ



Расми 3.6. Вобастагии часпакии динамикии системаи маҳдули оби этиленгликол-45 + оксиди оҳан аз консентратсияи оксиди оҳан ва ҳарорат, дар фишори атмосферӣ

Тавре ки аз расмҳои 3.1 - 3.2 дида мешавад ҳангоми илова кардани хокаи графит ва дудаи ангишти кони Айнӣ зичии маҳдули оби этиленгликол кам

мешавад ва ҳангоми илова кардани оксиди оҳан зичии система меафзояд. Тавре ки маълум аст, дуда ва хокаи графит холигиҳо ва масомаҳои зиёд доранд. Асоси оксиди оҳанро ҳуди оҳан ташкил медиҳад ва маводи саҳти корпусӣ мебошад. Аз ин рӯ, дар ду ҳолати аввал зичии система бо афзоиши концентратсияи хокаҳо кам мешавад ва дар ҳолати сеюм зиёд мешавад. Бо баланд шудани ҳарорат зичии объектҳо кам мешаванд.

Ҷадвалҳои 3.4.-3.6. ва расмҳои 3.4 – 3.6. нишон медиҳанд, ки афзоиши концентратсияи хокаҳои ҳама намудҳо ба он оварда мерасонад, ки часпакии динамикии маҳлули обии этиленгликол-45 меафзояд. Ин хусусияти тағйиротро бо механизми ҳосилкунии маҳлул фаҳмонидан кардан мумкин аст. Ҳангоми илова кардани ҳамаи намудҳои хокаҳо ба маҳлули обии этиленгликол маҳлули механикӣ ба даст меояд ва ҳар қадар концентратсияи хокаҳо зиёд бошад, ҳамон қадар маҳлули ғафс ба даст меояд. Бо баландшавии ҳарорат часпакии объектҳо кам мешавад.

### **3.2. Электрогузаронӣ (муқовимати хос)-и системаҳои тадқиқшаванда (маҳлули обии этиленгликол-45 + графит, маҳлули обии этиленгликол-45 + дуда, маҳлули обии этиленгликол-45 + оксиди оҳан)**

Дар ин бахши қор натиҷаҳои таҷрибавӣ оид ба электрогузаронии хос ва муқовимати электрикии хоси намунаҳои система - маҳлули обии этиленгликол-45 + графит, маҳлули обии этиленгликол-45 + дуда, маҳлули обии этиленгликол-45 + оксиди оҳан оварда шудаанд. Усули ченкунии электрогузаронии хос ва муқовимати электрикии хос усулҳои кондуктометрии тамосӣ мебошанд. Ин усул дар боби дуюми қор тавсиф дода шудааст. Электрогузаронии хос ва муқовимати электрикии хос ҳамчунин параметрҳои муҳим барои интиҳоби гармибаранда барои намудҳои алоҳидаи дастгоҳҳои гармидиҳанда, масалан, гармкунакҳои барқӣ ва электродии захиракунанда мебошанд. Натиҷаҳои таҷрибавӣ оид ба Электрогузаронии хос ва муқовимати электрикии хос дар ҷадвалҳои 3.7.-3.12 ва расмҳои 3.7.-3.12 оварда шудаанд [5, 102-М, 104-М, 106-М, 107-М].

Чадвали 3.7. - Электрогузаронии хос ( $\chi$ ,  $\text{См}\cdot\text{м}^{-1}$ )-и система (махлули оби этиленгликол-45 + графит) вобаста ба ҳарорат ва консентратсияи хокаи графит, дар фишори атмосферӣ [104-М]

Т, К	n, %				
	2,5	5	7,5	10	12,5
283	0,0301	0,035	0,039	0,043	0,047
288	0,033	0,0384	0,043	0,047	0,051
293	0,0359	0,0418	0,047	0,051	0,055
298	0,0388	0,0452	0,051	0,055	0,059
303	0,0417	0,0486	0,055	0,059	0,063
308	0,0446	0,052	0,059	0,063	0,067
313	0,0475	0,0554	0,063	0,067	0,071
318	0,0504	0,0588	0,067	0,071	0,075
323	0,0533	0,0622	0,071	0,075	0,079
328	0,0562	0,0656	0,075	0,079	0,083
333	0,0591	0,069	0,079	0,083	0,087
338	0,062	0,0724	0,083	0,087	0,091
343	0,0649	0,0758	0,087	0,091	0,095
348	0,0678	0,0792	0,091	0,095	0,099
353	0,0707	0,0826	0,095	0,099	0,103
358	0,0736	0,086	0,099	0,103	0,107

Чадвали 3.8. - Электрогузаронии хос ( $\chi$ ,  $\text{См}\cdot\text{м}^{-1}$ )-и система (махлули оби этиленгликол-45 + дуда) вобаста ба ҳарорат ва консентратсияи дуда, дар фишори атмосферӣ

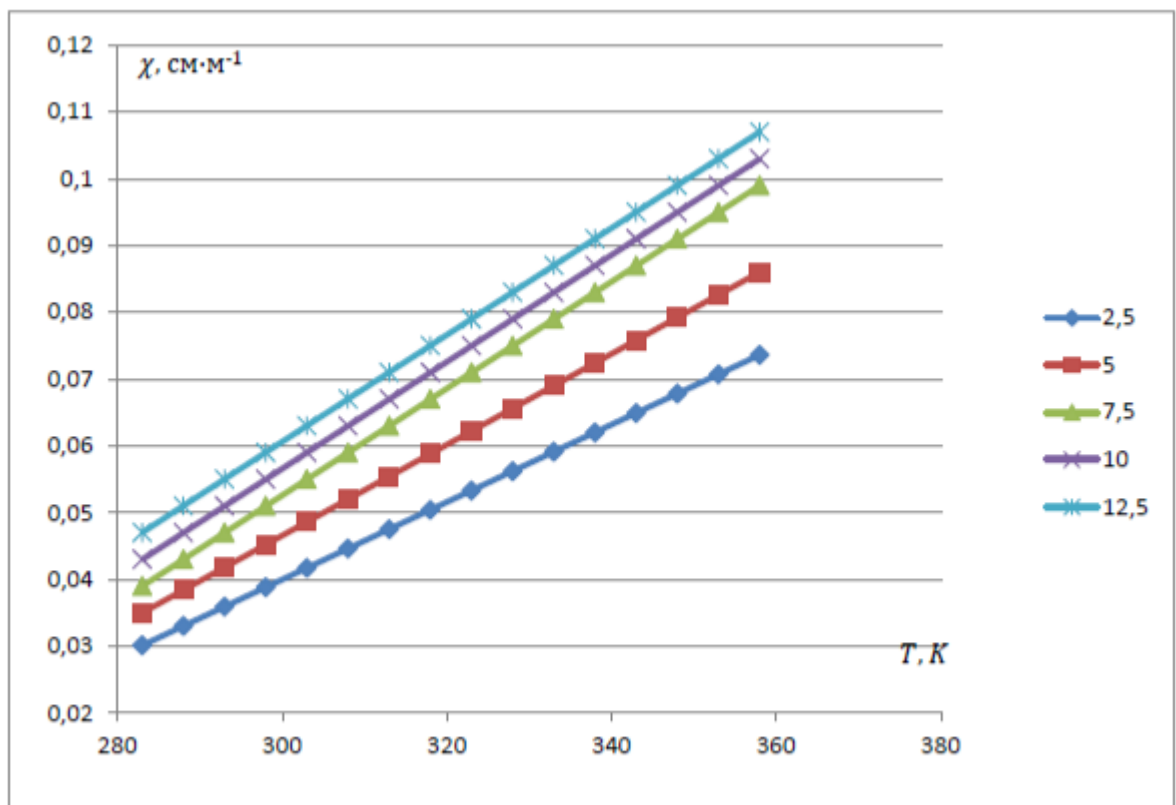
Т, К	n, %				
	2,5	5	7,5	10	12,5
1	2	3	4	5	6
283	0,0539	0,0545	0,0581	0,0616	0,0651

1	2	3	4	5	6
288	0,0594	0,0591	0,0632	0,06555	0,0679
293	0,0641	0,0641	0,0676	0,07095	0,0743
298	0,0686	0,0696	0,073	0,07635	0,0797
303	0,0734	0,0756	0,079	0,08255	0,0861
308	0,0783	0,08039	0,08366	0,08721	0,09076
313	0,0832	0,08566	0,08882	0,09248	0,09614
318	0,088	0,09093	0,09398	0,09775	0,10152
323	0,0928	0,0962	0,09914	0,10302	0,1069
328	0,0976	0,10147	0,1043	0,10829	0,11228
333	0,1024	0,10674	0,10946	0,11356	0,11766
338	0,1073	0,11201	0,11462	0,11883	0,12304
343	0,1121	0,11728	0,11978	0,1241	0,12842
348	0,1169	0,12255	0,12494	0,12937	0,1338
353	0,1217	0,12782	0,1301	0,13464	0,13918
358	0,1265	0,13309	0,13526	0,13991	0,14456

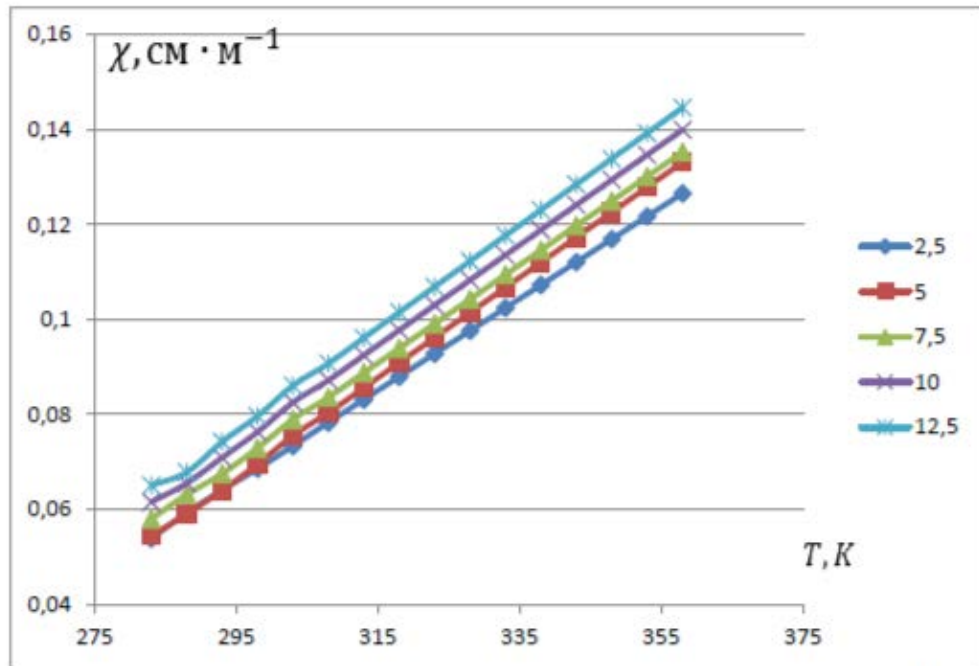
Ҷадвали 3.9. - Электрогузаронии хос ( $\chi$ ,  $\text{См}\cdot\text{м}^{-1}$ )-и система (маҳлули оби этиленгликол-45 + оксиди оҳан) вобаста ба ҳарорат ва консентратсияи оксиди оҳан, дар фишори атмосферӣ

Т, К	n, %				
	2,5	5	7,5	10	12,5
1	2	3	4	5	6
283	0,0293	0,0328	0,0488	0,0545	0,0585
288	0,0303	0,0344	0,0501	0,0585	0,062
293	0,0332	0,0368	0,0554	0,0614	0,0655
298	0,0365	0,0391	0,0594	0,0652	0,069
303	0,0389	0,0429	0,0622	0,0694	0,0725
308	0,04126	0,0446	0,0659	0,07275	0,076

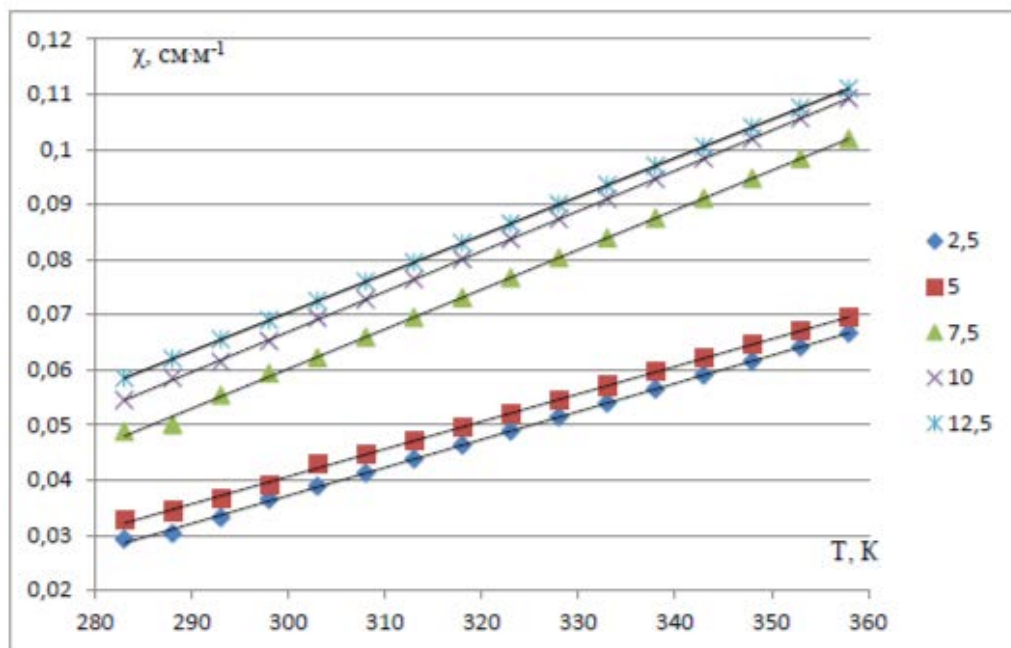
1	2	3	4	5	6
313	0,0438	0,0472	0,0695	0,0764	0,0795
318	0,04634	0,0496	0,0731	0,08005	0,083
323	0,04888	0,0521	0,0767	0,0837	0,0865
328	0,05142	0,0546	0,0803	0,08735	0,0900
333	0,05396	0,0571	0,0839	0,0910	0,0935
338	0,0565	0,0596	0,0875	0,0946	0,0970
343	0,05904	0,0621	0,0911	0,0983	0,1005
348	0,06158	0,0646	0,0947	0,1019	0,1040
353	0,06412	0,0671	0,0983	0,1056	0,1075
358	0,06666	0,0696	0,1019	0,1092	0,1110



Расми 3.7. Вобастагии электрогузаронии хос ( $\chi$ ,  $\text{См}\cdot\text{м}^{-1}$ )-и система (маҳлули обии этиленгликол-45 + хокаи графит) аз консентратсияи хокаи графит ва ҳарорат, дар фишори атмосферӣ [104-М]



Расми 3.8. Вобастагии электрогузаронии хос ( $\chi$ ,  $\text{См}\cdot\text{м}^{-1}$ )-и система (маҳдули оби этиленгликол-45 + дуда) аз консентратсияи дуда ва ҳарорат, дар фишори атмосферӣ



Расми 3.9. Вобастагии электрогузаронии хос ( $\chi$ ,  $\text{См}\cdot\text{м}^{-1}$ )-и система (маҳдули оби этиленгликол-45 + оксиди оҳан) аз консентратсияи оксиди оҳан ва ҳарорат, дар фишори атмосферӣ



Ҷадвали 3.10. - Муқовимати хос ( $\rho_{\text{муқ}}$ , Омм)-и электрикии система (маҳдули оби этиленгликол-45 + графит) вобаста ба ҳарорат ва консентратсияи хокаи графит, дар фишори атмосферӣ

Т, К	n, %				
	2,5	5	7,5	10	12,5
283	33,22	28,57	25,64	23,26	21,28
288	30,30	26,04	23,26	21,28	19,61
293	27,86	23,92	21,28	19,61	18,18
298	25,77	22,12	19,61	18,18	16,95
303	23,98	20,58	18,18	16,95	15,87
308	22,42	19,23	16,95	15,87	14,93
313	21,05	18,05	15,87	14,93	14,08
318	19,84	17,01	14,93	14,08	13,33
323	18,76	16,08	14,08	13,33	12,66
328	17,79	15,24	13,33	12,66	12,05
333	16,92	14,49	12,66	12,05	11,49
338	16,13	13,81	12,05	11,49	10,99
343	15,41	13,19	11,49	10,99	10,53
348	14,75	12,63	10,99	10,53	10,10
353	14,14	12,11	10,53	10,10	9,71
358	13,59	11,63	10,10	9,71	9,35

Ҷадвали 3.11. - Муқовимати хос ( $\rho_{\text{муқ}}$ , Омм)-и электрикии система (маҳдули оби этиленгликол-45 + дудаи ангишти кони Айнӣ) вобаста ба ҳарорат ва консентратсияи дуда, дар фишори атмосферӣ

Т, К	n, %				
	2,5	5	7,5	10	12,5
1	2	3	4	5	6
283	18,55	18,35	17,21	16,23	15,36

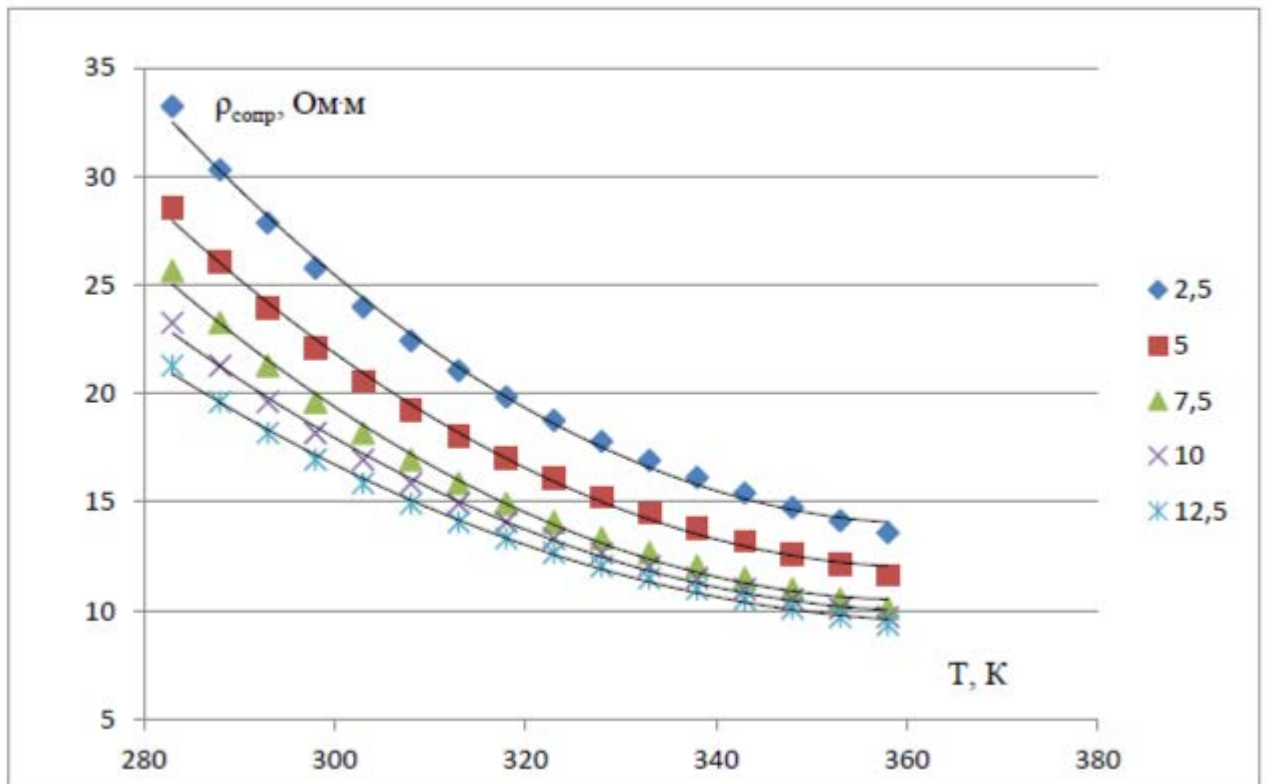
## Давоми ҷадвали 3.11

1	2	3	4	5	6
288	16,84	16,92	15,82	15,26	14,73
293	15,60	15,60	14,79	14,09	13,46
298	14,58	14,37	13,70	13,10	12,55
303	13,62	13,23	12,66	12,11	11,61
308	12,77	12,44	11,95	11,47	11,02
313	12,02	11,67	11,26	10,81	10,40
318	11,36	11,00	10,64	10,23	9,85
323	10,78	10,40	10,09	9,71	9,35
328	10,25	9,86	9,59	9,23	8,91
333	9,77	9,37	9,14	8,81	8,50
338	9,32	8,93	8,72	8,42	8,13
343	8,92	8,53	8,35	8,06	7,79
348	8,55	8,16	8,00	7,73	7,47
353	8,22	7,82	7,69	7,43	7,18
358	7,91	7,51	7,39	7,15	6,92

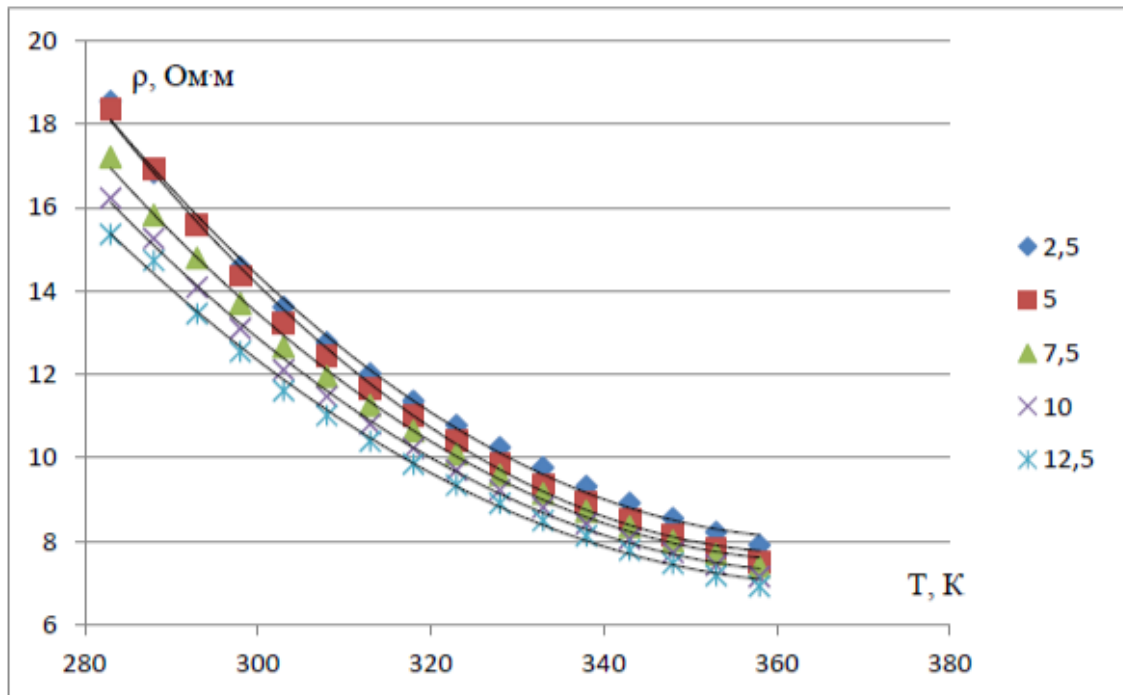
Ҷадвали 3.12. - Муқовимати хос ( $\rho_{\text{муқ}}$ , Ом·м)-и электрикии система (маҳлули оби этиленгликол-45 + оксиди оҳан) вобаста ба ҳарорат ва консентратсияи оксиди оҳан, дар фишори атмосферӣ

Т, К	n, %				
	2,5	5	7,5	10	12,5
1	2	3	4	5	6
283	34,13	30,49	20,49	18,35	17,09
288	33,00	29,07	19,96	17,09	16,13
293	30,12	27,17	18,05	16,29	15,27
298	27,40	25,58	16,84	15,34	14,49
303	25,71	23,31	16,08	14,41	13,79

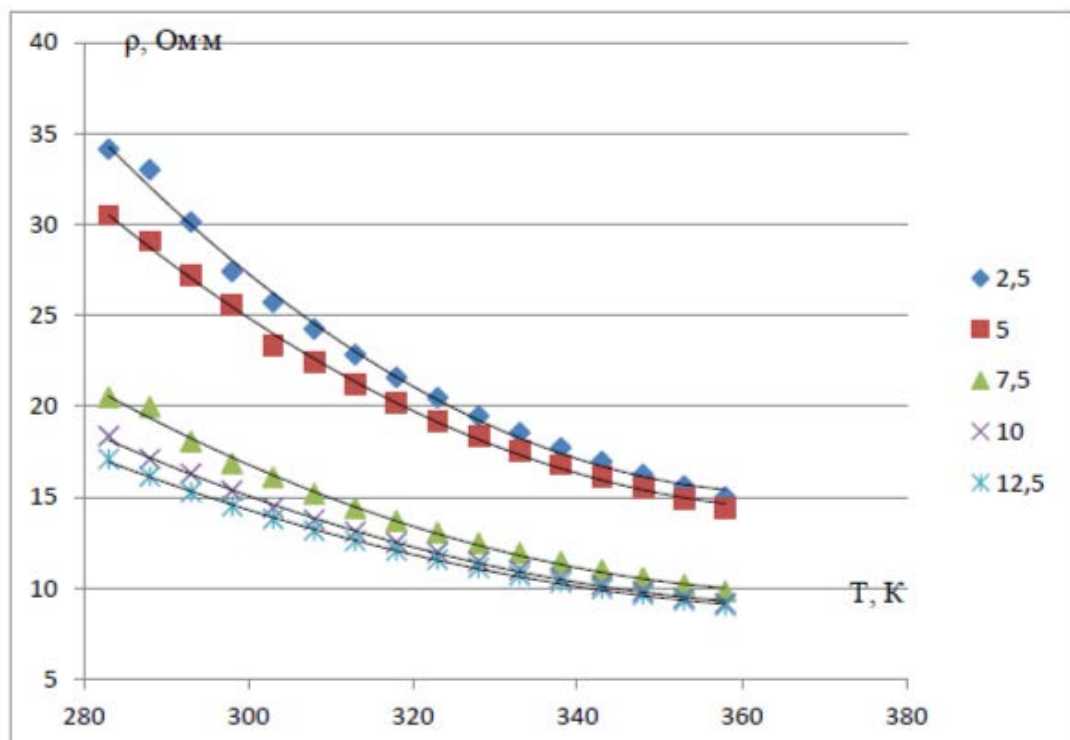
1	2	3	4	5	6
308	24,24	22,42	15,17	13,75	13,16
313	22,83	21,19	14,39	13,09	12,58
318	21,58	20,16	13,68	12,49	12,05
323	20,46	19,19	13,04	11,95	11,56
328	19,45	18,32	12,45	11,45	11,11
333	18,53	17,51	11,92	10,99	10,70
338	17,70	16,78	11,43	10,57	10,31
343	16,94	16,10	10,98	10,17	9,95
348	16,24	15,48	10,56	9,81	9,62
353	15,60	14,90	10,17	9,47	9,30
358	15,00	14,37	9,81	9,16	9,01



Расми 3.10. Вобастагии муқовимати хос ( $\rho_{муқ}$ , Ом·м)-и электрикии система (маҳдули обии этиленгликол-45 + хокаи графит) аз консентратсияи хокаи графит (2,5-12,5%) ва ҳарорат, дар фишори атмосферӣ



Расми 3.11. Вобастагии муқовимати хос ( $\rho_{\text{муқ}}$ , Ом·м)-и система (маҳлули оби этиленгликол-45 + дудаи ангишти кони Айнӣ) аз консентратсияи дудаи ангишти кони Айнӣ (2,5-12,5%) ва ҳарорат, дар фишори атмосферӣ



Расми 3.12. Вобастагии муқовимати хос ( $\rho_{\text{муқ}}$ , Ом·м)-и система (маҳлули оби этиленгликол-45 + оксиди оҳан) аз консентратсияи оксиди оҳан (2,5-12,5%) ва ҳарорат, дар фишори атмосферӣ

Натиҷаҳои тадқиқот, ки тавре ки аз расмҳои 3.7-3.9 дида мешавад, нишон доданд, ки ҳангоми илова кардани хокаи графит, дудай ангишти кони Айнӣ ва оксиди оҳан, электрогузаронии маҳлули обии этиленгликол зиёд мешавад.

Тавре ки маълум аст, дуда, оксиди оҳан ва хокаи графит хокаи дорои электрогузаронии хуб мебошанд ва ҳангоми илова намудан ба маҳлули обӣ барандагони ҷараён медиҳанд.

Мувофиқан, ҳангоми зиёд шудани электрогузаронии модда, муқовимати электрикии хоси ин объектҳо кам мешавад.

Ҷадвалҳои 3.10. - 3.12 ва расмҳои 3.10. – 3.12. камшавии муқовимати хосро бо афзоиши консентратсияи хокаҳо нишон медиҳанд.

Афзоиши консентратсияи хокаи ҳамма намудҳо ба он оварда мерасонад, ки муқовимати хоси маҳлули обии этиленгликол-45 кам мешавад.

Вобастагҳои ҳароратии электрогузаронӣ ва муқовимати электрикии хос инчунин дар ҷадвалҳо ва графикҳои дар боло овардашуда нишон дода шудаанд. Бо баланд шудани ҳарорат, электрогузаронии хоси ҳамма намудҳои системаҳои тадқиқшаванда зиёд мешавад ва муқовимати электрикии хос кам мешаванд. Ин хусусияти тағйиребии электрогузаронӣ ва муқовимати электрикии хос бо хусусияти афзоиши суръати микроразраҳои моеъ шарҳ дода мешавад.

### **3.3. Натиҷаҳои асосӣ оид ба электрогузаронӣ ва муқовимати хоси электрикии маводҳои тадқиқшаванда вобаста ба индуксияи магнитӣ**

Маводҳои тадқиқшаванда (маҳлули обии этиленгликол-45 + хокаи магнитӣ) моеъҳои магнитӣ мебошанд. Электрогузаронии чунин моеъҳо аз таъсири индуксияи магнитӣ низ вобаста аст.

Барои муайян кардани ин масъала, кормандони кафедраи физикаи Донишгоҳи аграрии Тоҷикистон ба номи Ш.Шотемур таҳти роҳбарии н.и.т. Анакулов М.М. дастгоҳе ҷамъ оварданд, ки ба ҷен кардани электрогузаронии хос (муқовимати электрикии хос)-и моеъҳои магнитӣ имкон медиҳад.

Дар ин бахши кор, натиҷаҳои озмоиш аз  $r_{\text{ӯ}}$  электрогузаронии хос (муқовимати электрикии хос) дар дастгоҳи таҷрибавии чамъоваришуда оварда шудаанд. Натиҷаҳои озмоишҳо оид ба электрогузаронии хос (муқовимати электрикии хос) дар ҷадвалҳои 3.13-3.18 ва расмҳои 3.13-3.18 оварда шудаанд [53-М, 55-М, 113-М, 114-М].

Ҷадвали 3.13. - Электрогузаронии хос ( $\chi$ ,  $\text{См}\cdot\text{м}^{-1}$ )-и система (маҳлули оби этиленгликол-45 + хокаи графит) вобаста аз вектор индуксияи майдони магнитӣ ( $B$ , Тл) ва консентратсияи хокаи графит [55-М, 114-М]

B, Тл	n, %				
	2,5	5	7,5	10	12,5
0,00	0,0302	0,0349	0,0393	0,0436	0,0469
0,01	0,0295	0,0341	0,0387	0,0425	0,0458
0,02	0,0291	0,0327	0,0380	0,0420	0,0452
0,03	0,0287	0,0323	0,0371	0,0411	0,0442
0,04	0,0284	0,0320	0,0365	0,0404	0,0425
0,05	0,0279	0,0311	0,0360	0,0393	0,0414
0,06	0,0273	0,0305	0,0349	0,0384	0,0404
0,07	0,0262	0,0300	0,0344	0,0373	0,0393
0,08	0,0256	0,0295	0,0336	0,0362	0,0382
0,09	0,0249	0,0289	0,0322	0,0354	0,0376
0,10	0,0251	0,0284	0,0311	0,0338	0,0371

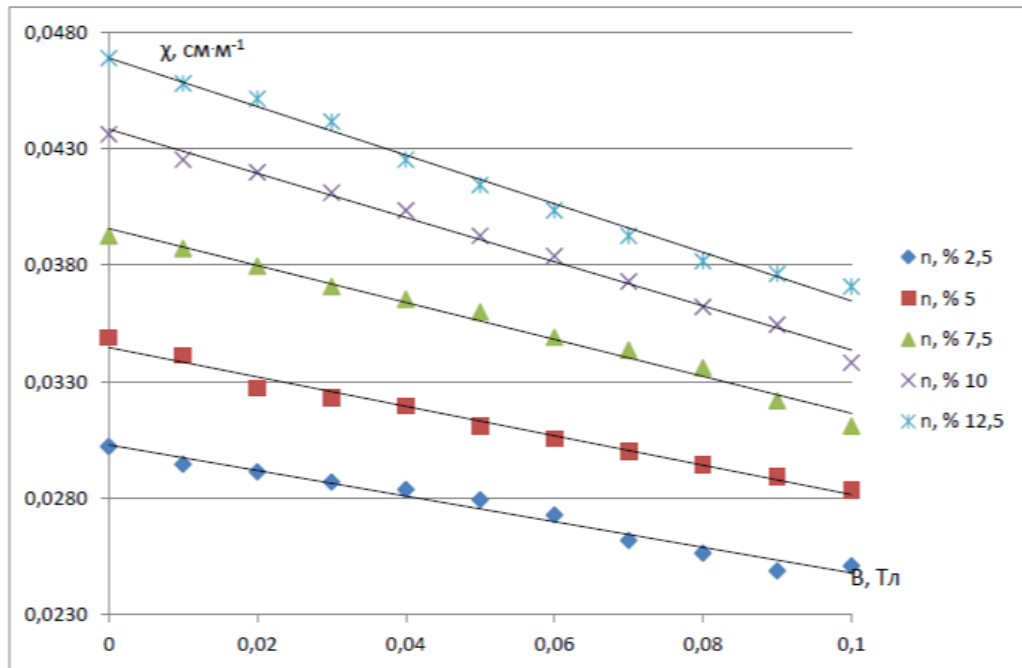
Ҷадвали 3.14. - Электрогузаронии хос ( $\chi$ ,  $\text{См}\cdot\text{м}^{-1}$ )-и система (маҳлули оби этиленгликол-45 + дудаи ангишти кони Айнӣ) вобаста ба вектор индуксияи майдони магнитӣ ( $B$ , Тл) ва консентратсияи дуда

B, Тл	n, %				
	2,5	5	7,5	10	12,5
1	2	3	4	5	6
0,00	0,0534	0,0545	0,0584	0,0611	0,0654
0,01	0,0525	0,0537	0,0574	0,0601	0,0642

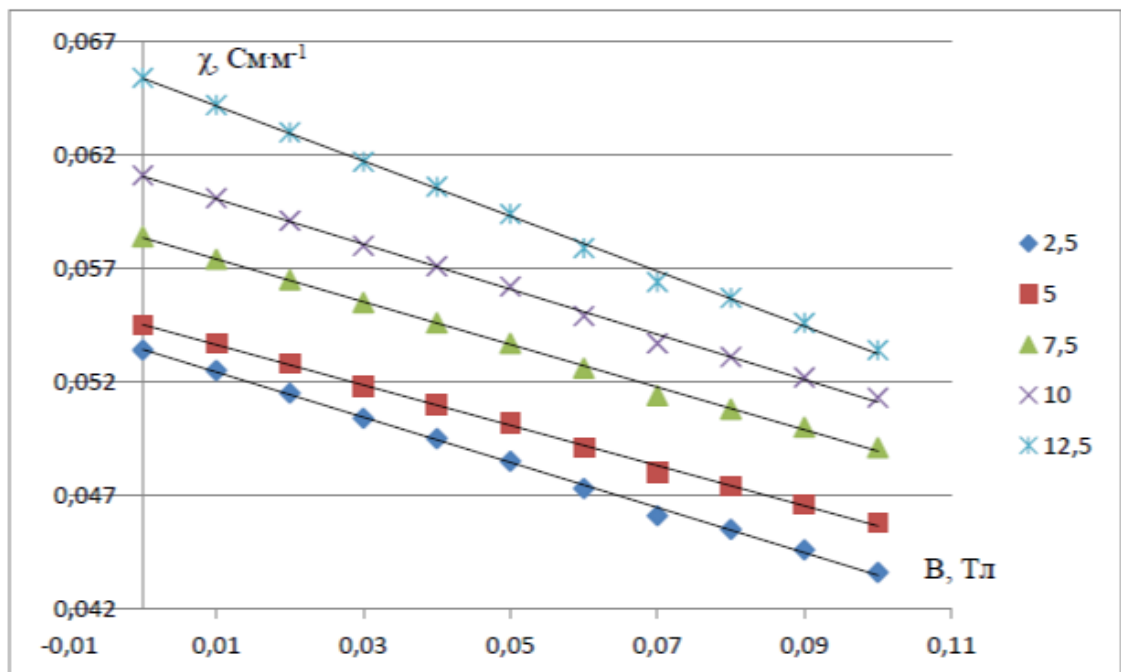
1	2	3	4	5	6
0,02	0,0515	0,0528	0,0565	0,0591	0,0630
0,03	0,0504	0,0518	0,0555	0,0580	0,0617
0,04	0,0495	0,0510	0,0546	0,0571	0,0606
0,05	0,0485	0,0502	0,0537	0,0562	0,0594
0,06	0,0473	0,0491	0,0526	0,0549	0,0579
0,07	0,0461	0,0480	0,0514	0,0537	0,0564
0,08	0,0455	0,0474	0,0508	0,0531	0,0557
0,09	0,0446	0,0466	0,0500	0,0522	0,0546
0,10	0,0436	0,0458	0,0491	0,0513	0,0534

Ҷадвали 3.15. - Электрогузаронии хос ( $\chi$ ,  $\text{См}\cdot\text{м}^{-1}$ )-и система (маҳлули оби этиленгликол-45 + оксиди оҳан) вобаста ба вектор индуксияи майдони магнитӣ ( $B$ , Тл) ва консентратсияи оксиди оҳан [53-М,113-М]

B, Тл	n, %				
	2,5	5	7,5	10	12,5
0,00	0,0300	0,0327	0,0485	0,0545	0,0584
0,01	0,0292	0,0321	0,0477	0,0535	0,0575
0,02	0,0285	0,0315	0,0468	0,0525	0,0567
0,03	0,0280	0,0311	0,0462	0,0518	0,0561
0,04	0,0269	0,0303	0,0451	0,0504	0,0549
0,05	0,0259	0,0295	0,0439	0,0491	0,0537
0,06	0,0251	0,0288	0,0430	0,0481	0,0529
0,07	0,0244	0,0282	0,0422	0,0470	0,0520
0,08	0,0235	0,0275	0,0412	0,0458	0,0510
0,09	0,0226	0,0268	0,0402	0,0447	0,0500
0,10	0,0218	0,0262	0,0393	0,0436	0,0491

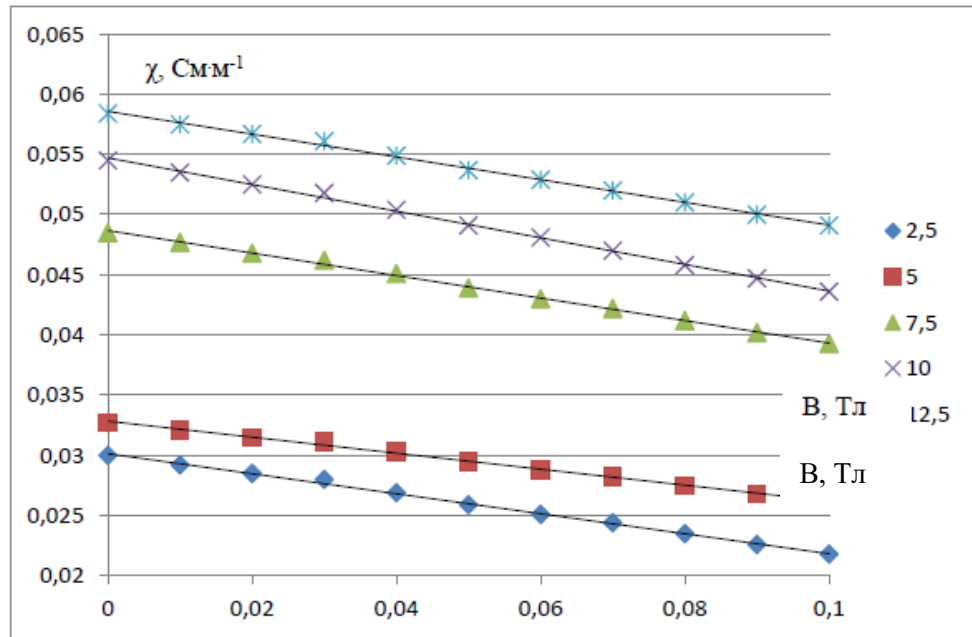


Расми 3.13. Вобастагии электрогузаронии хос ( $\chi$ ,  $\text{См}\cdot\text{м}^{-1}$ )-и система (маҳдули оби этиленгликол-45 + хокаи графит) аз консентратсияи хокаи графит ва вектори индуксияи майдони магнитӣ ( $B$ , Тл): 2,5 – 2,5% хокаи графит; 5 – 5% хокаи графит; 7,5 – 7,5% хокаи графит; 10 – 10% хокаи графит; 12,5 – 12,5% хокаи графит [55-М]



Расми 3.14. Вобастагии электрогузаронии хос ( $\chi$ ,  $\text{См}\cdot\text{м}^{-1}$ )-и система (маҳдули оби этиленгликол-45 + дудаи ангишти кони Айнӣ) аз консентратсияи дудаи ангишти кони Айнӣ (2,5-12,5%) ва вектори индуксияи майдони магнитӣ ( $B$ , Тл)





Расми 3.15. Вобастагии электрогузаронии хос ( $\chi$ ,  $\text{См}\cdot\text{м}^{-1}$ )-и система (маҳлули обии этиленгликол-45 + оксиди оҳан) аз консентратсияи оксиди оҳан (2,5-12,5%) ва вектори индуксияи майдони магнитӣ (B, Tл)

Чадвали 3.16. - Муқовимати хос ( $\rho_{\text{муқ}}$ , Ом·м)-и электрикии система (маҳлули обии этиленгликол-45 + графит) вобаста аз вектори индуксияи майдони магнитӣ (B, Tл) ва консентратсияи хокаи графит

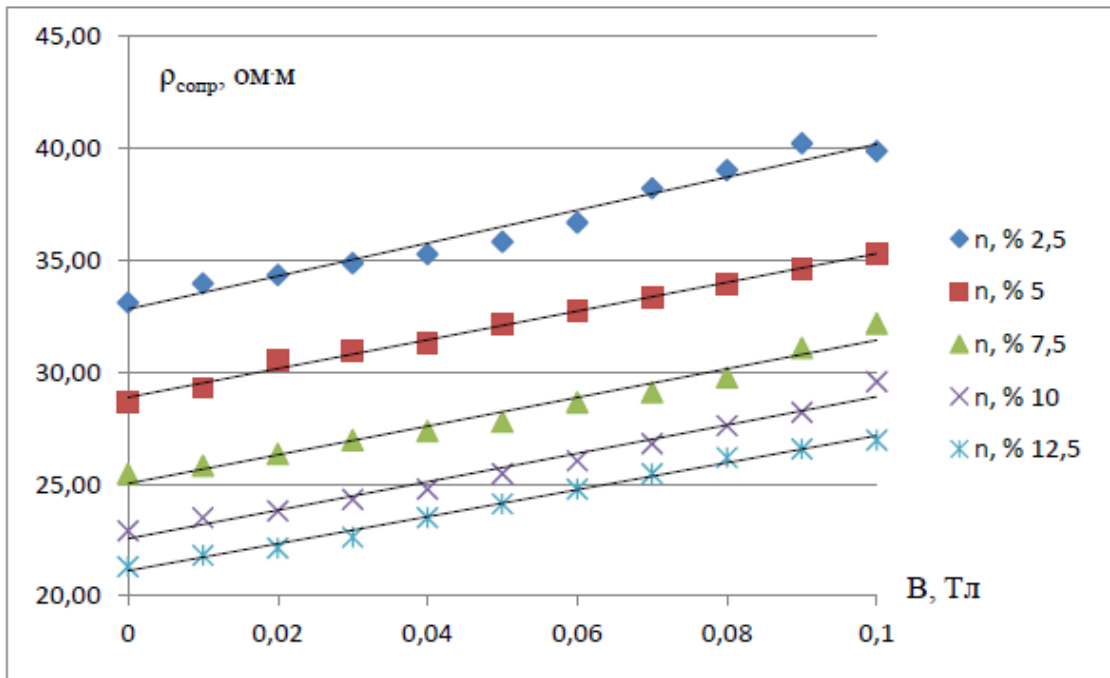
B, Tл	n, %				
	2,5	5	7,5	10	12,5
0,00	33,10	28,65	25,47	22,92	21,32
0,01	33,96	29,29	25,83	23,51	21,83
0,02	34,34	30,56	26,34	23,81	22,14
0,03	34,86	30,97	26,96	24,32	22,64
0,04	35,26	31,29	27,37	24,78	23,51
0,05	35,81	32,17	27,78	25,47	24,13
0,06	36,67	32,74	28,65	26,05	24,78
0,07	38,20	33,34	29,10	26,81	25,47
0,08	39,01	33,96	29,77	27,61	26,19
0,09	40,21	34,60	31,08	28,21	26,57
0,10	39,86	35,26	32,17	29,57	26,96

Чадвали 3.17.- Муқовимати хос ( $\rho_{\text{муқ}}$ , Ом·м)-и электрикии система (маҳлули оби этиленгликол-45 + дудаи ангишти кони Айнӣ) вобаста ба вектори индуксияи майдони магнитӣ (В, Тл) ва концентратсияи дуда

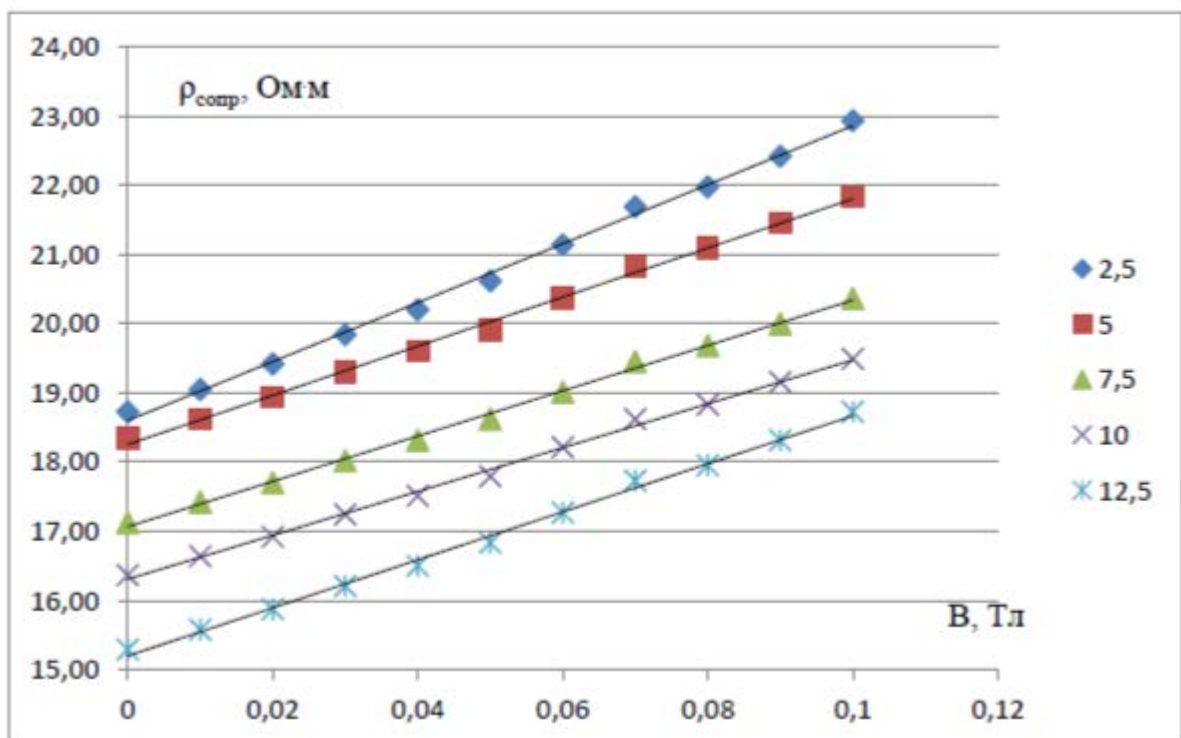
В, Тл	n, %				
	2,5	5	7,5	10	12,5
0,00	18,73	18,35	17,12	16,37	15,29
0,01	19,05	18,62	17,42	16,64	15,58
0,02	19,42	18,94	17,70	16,92	15,87
0,03	19,84	19,31	18,02	17,24	16,21
0,04	20,20	19,61	18,32	17,51	16,50
0,05	20,62	19,92	18,62	17,79	16,84
0,06	21,14	20,37	19,01	18,21	17,27
0,07	21,69	20,83	19,46	18,62	17,73
0,08	21,98	21,10	19,69	18,83	17,95
0,09	22,42	21,46	20,00	19,16	18,32
0,10	22,94	21,83	20,37	19,49	18,73

Чадвали 3.18. - Муқовимати хос ( $\rho_{\text{муқ}}$ , Ом·м)-и электрикии система (маҳлули оби этиленгликол-45 + оксиди оҳан) вобаста ба вектори индуксияи майдони магнитӣ (В, Тл) ва концентратсияи оксиди оҳан

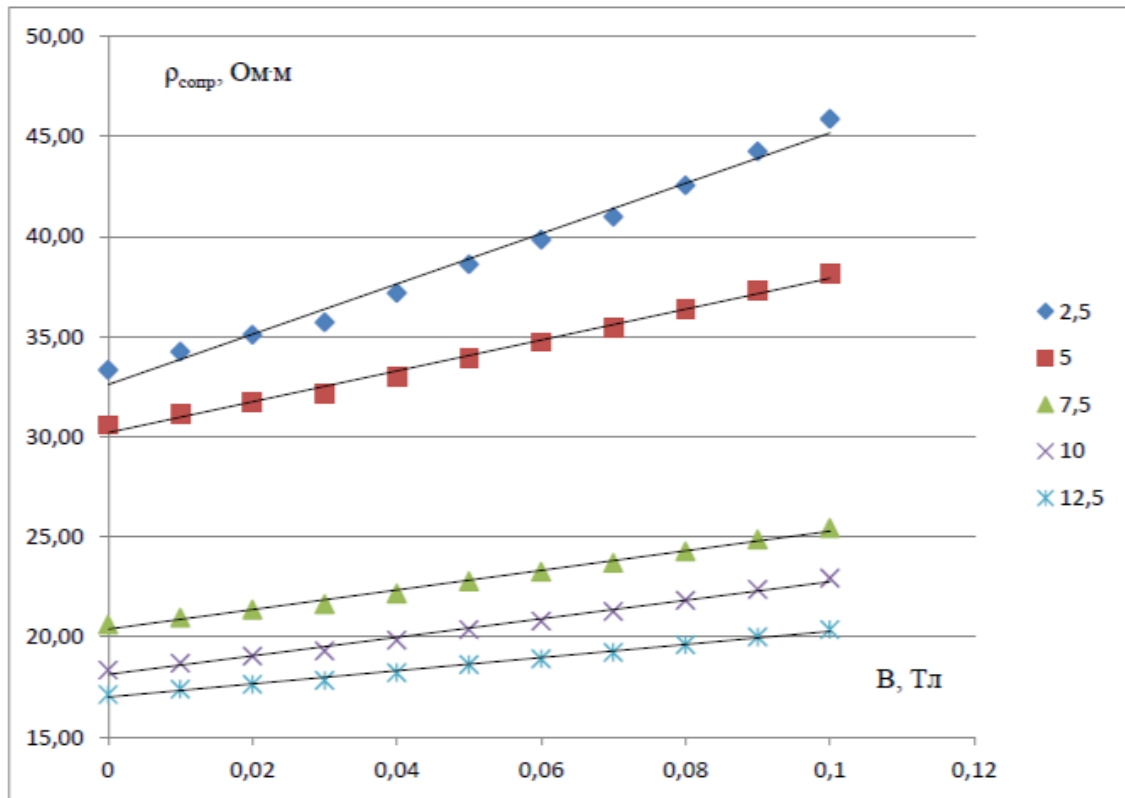
В, Тл	n, %				
	2,5	5	7,5	10	12,5
0,00	33,33	30,58	20,62	18,35	17,12
0,01	34,25	31,15	20,96	18,69	17,39
0,02	35,09	31,75	21,37	19,05	17,64
0,03	35,71	32,15	21,65	19,31	17,83
0,04	37,17	33,00	22,17	19,84	18,21
0,05	38,61	33,90	22,78	20,37	18,62
0,06	39,84	34,72	23,26	20,79	18,90
0,07	40,98	35,46	23,70	21,28	19,23
0,08	42,55	36,36	24,27	21,83	19,61
0,09	44,25	37,31	24,88	22,37	20,00
0,10	45,87	38,17	25,45	22,94	20,37



Расми 3.16. Вобастагии муқовимати хос ( $\rho_m$ , Ом·м)-и электрикии система (маҳлули обии этиленгликол-45 + хокаи графит) аз консентратсияи хокаи графит (2,5-12,5%) ва вектори индуксияи майдони магнитӣ ( $B$ , Тл)



Расми 3.17. Вобастагии муқовимати хос ( $\rho_m$ , Ом·м)-и электрикии система (маҳлули обии этиленгликол-45+дудай ангишти кони Айнӣ) аз консентратсияи дудай ангишти кони Айнӣ (2,5-12,5%) ва вектори индуксияи майдони магнитӣ ( $B$ , Тл)



Расми 3.18. Вобастагии муқовимати ҳос ( $\rho_{\text{сопр}}$ , Ом·м)-и электрикии система (маҳлули оби этиленгликол-45 + оксиди оҳан) аз консентратсияи оксиди оҳан (2,5-12,5%) ва вектори индуксияи майдони магнитӣ ( $B$ , Тл)

Тавре, ки қаблан гуфта шуд, электрогузаронии ҳоси моеъҳои магнитӣ аз индуксияи майдони магнитӣ вобаста мебошанд. Таъсири индуксияи магнитии сусти ба электрогузаронӣ ва муқовимати электрикии ҳоси моеъҳои магнитӣ дар асоси маҳлули оби этиленгликол-45 бо пурқунандаҳои хокаи графит, дудаи ангишти кони Айнӣ ва оксиди оҳан дар ҷадвалҳои 3.13-3.18 ва расмҳои 3.13 - 3.18 нишон дода шудаанд. Аз расмҳои 3.13 - 3.15 маълум мешавад, ки ҳангоми таъсири индуксияи магнитии сусти, электрогузаронии ҳоси ҳамаи намунаҳои намунаҳо кам меёбад. Ин камшавӣ бо боздоштани зарраҳои заряднок ҳангоми таъсири индуксияи магнитӣ тавсиф карда мешавад. Сели магнитӣ, ки аз намунаҳо мегузарад, ба зарраҳои алоҳидаи зарраҳои заряднок таъсир мерасонад. Коэффитсиенти таъсири индуксияи магнитӣ муқовиматро зиёд мекунад ва барои намунаҳои алоҳида ин коэффитсиент қиматҳои гуногун дорад.

### **Хулосаҳои боби сеюм**

1. Натиҷаҳои таҷрибавӣ аз рӯи зичии системаҳои тадқиқотӣ вобаста ба ҳарорат ва консентратсияи хоқаҳои магнитӣ - хокаи графит, дудай ангишти кони Айнӣ ва оксиди оҳан оварда шудаанд.

2. Маълумоти таҷрибавӣ оид ба часпакии системаҳои тадқиқотӣ вобаста ба ҳарорат ва консентратсияи хоқаҳои магнитӣ - хокаи графит, дудай ангишти кони Айнӣ ва оксиди оҳан оварда шудаанд;

3. Маълумоти таҷрибавӣ оид ба электрогузаронӣ ва муқовимати хоси электрикии хоси намунаҳои омӯхташуда вобаста ба ҳарорат, индуксияи майдони магнитӣ ва консентратсияи хоқаҳои магнитӣ - хокаи графит, дудай ангишти кони Айнӣ ва оксиди оҳан оварда шудаанд;

4. Механизмҳои тағйиребии зичӣ, часпакии динамикӣ, электрогузаронӣ ва муқовимати электрикии хоси маҳлулҳои тадқиқшаванда бо таъсири ҳарорат ва консентратсияи хоқаҳои магнитӣ омӯхта шудаанд;

5. Механизмҳои тағйиребии электрогузаронӣ ва муқовимати хоси электрикии маводҳои тадқиқшаванда бо таъсири индуксияи майдони магнитӣ ва консентратсияи хоқаҳои магнитӣ омӯхта шудаанд.

## **БОБИ 4. ТАҲЛИЛ ВА КОРКАРДИ ҚИМАТҲОИ ТАҶРИБАВӢ ОИД БА ЗИЧӢ, ЧАСПАКИИ ДИНАМИКӢ ВА ЭЛЕКТРОГУЗАРОНИИ МАҲЛУЛҲО**

### **4.1. Коркарди қиматҳои натиҷаҳои таҷрибавӣ оид ба зичии объектҳои системаи маҳлулҳои обии этиленгликол-45 бо концентратсияҳои гуногун ва хокаи графит, дудаи ангишти кони Айнӣ ва оксиди оҳан**

Чамъбасти маълумоти таҷрибавӣ барои зичӣ вобаста ба ҳарорат дар фишори атмосферӣ бо истифода аз методи квадратҳои хурдтарин ва қонуни мувофиқоварии ҳолатҳо гузаронида шуданд [5, 78, 79,105]:

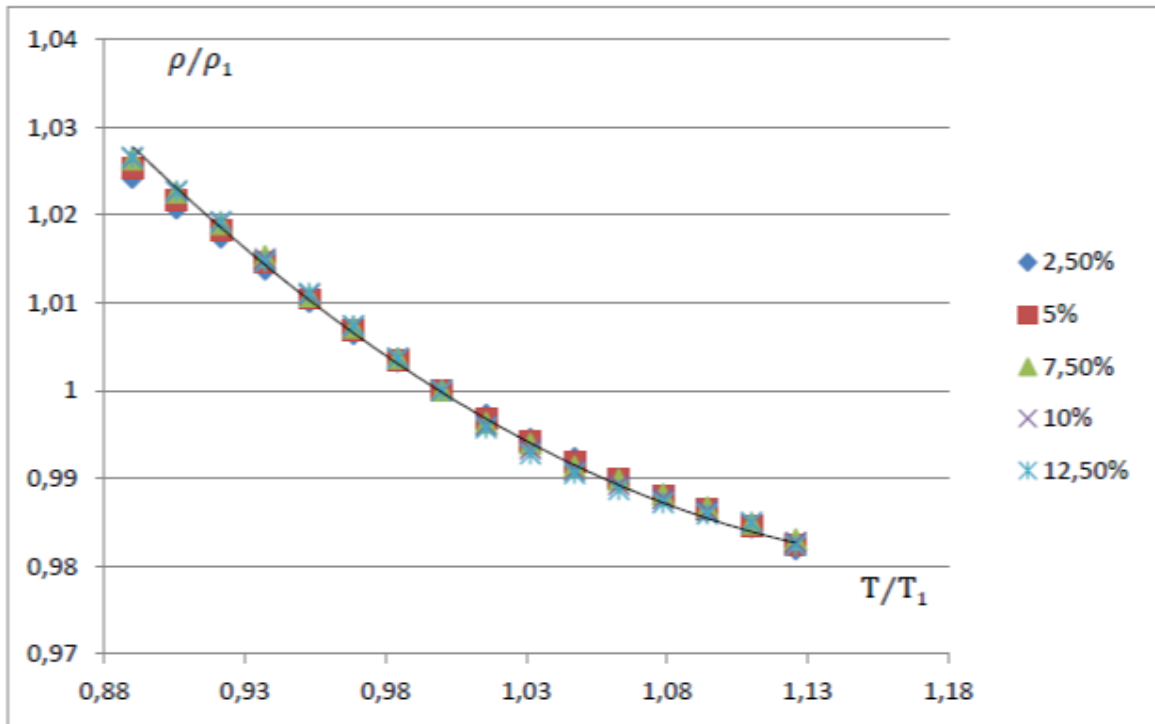
$$\frac{\rho}{\rho_1} = f\left(\frac{T}{T_1}\right), \quad (4.1)$$

дар ин ҷо:  $\rho$  и  $\rho_1$  - зичиҳои намунаҳои тадқиқотӣ ҳангоми ҳароратҳои  $T$ ,  $K$  и  $T_1$ ,  $K$ ;  $T_1 = 318 K$ .

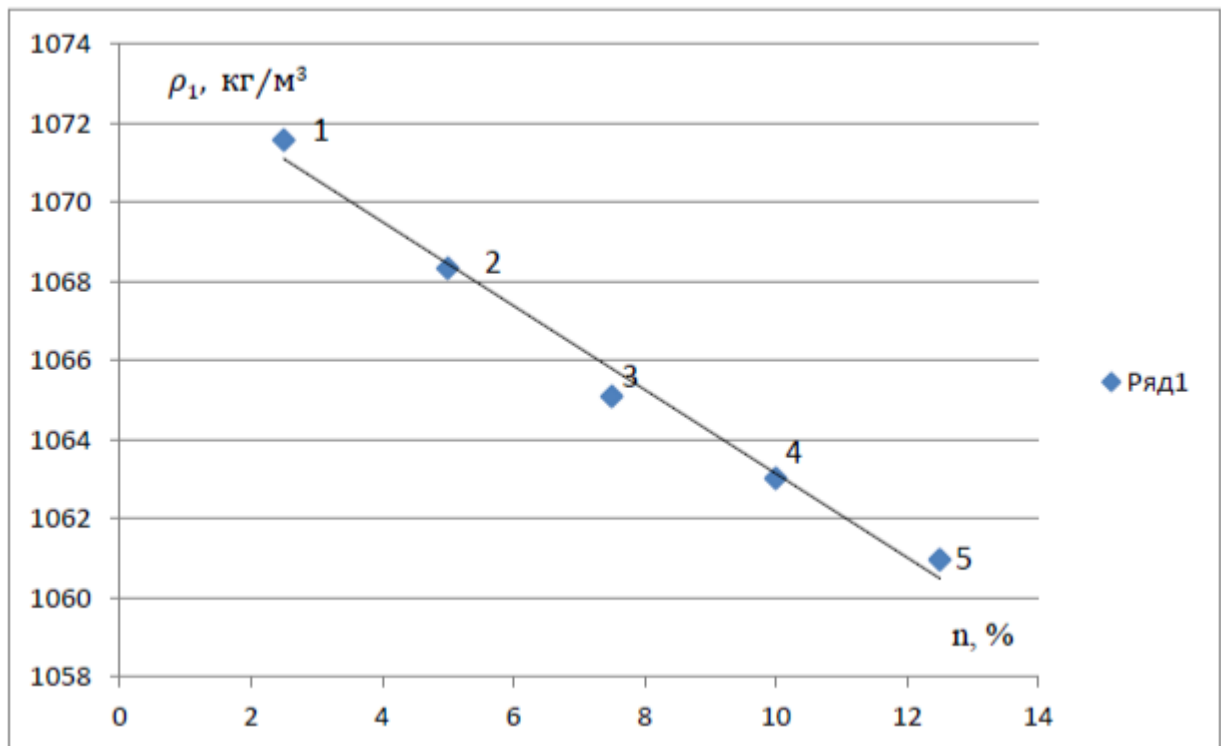
#### **4.1.1. Коркарди қиматҳои натиҷаҳои таҷрибавӣ оид ба зичии маҳлулҳои обии этиленгликол-45 + хокаи графит**

Вобастагии графיקи ифодаи (4.1) барои системаи маҳлулҳои обии этиленгликол-45 + хокаи графит дар расми 4.1 оварда шудааст ва муодилаи ин хати қатъ бо ифодаи (4.2) тасвир карда мешавад.

Дар натиҷаи таҳлили қиматҳои таҷрибавии ҳосилкардашуда оид ба зичии маҳлулҳои обии этиленгликол бо концентратсияҳои гуногуни хокаҳо ва вобастагӣ аз концентратсияи онҳо муайян карда шуд, ки зичиҳои намунаҳои тадқиқотӣ  $\rho_1$  дар ҳарорати  $T_1 = 318 K$  қиматҳои мебошанд, ки аз концентратсияи хокаи графит дар маҳлул вобастаанд (расми 4.2)



Расми 4.1. Зичии нисбӣ ( $\rho/\rho_1$ )-и маҳлулҳои оби этиленгликол-45 + хокаи графит вобаста ба ҳарорати нисбӣ ( $T/T_1$ ) ва консентратсияи хокаҳо



Расми 4.2. Вобастагии  $\rho_1$  аз консентратсияи хокаи графит ( $n$ ): 1 – 2,5% хокаи графит; 2 – 5% хокаи графит; 3 – 7,5% хокаи графит; 4 – 10% хокаи графит; 5 – 12,5% хокаи графит

Хати качи дар расми 4.1. овардашуда ба иифодаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$\frac{\rho}{\rho_1} = \left[ 0,5017 \left( \frac{T}{T_1} \right)^2 - 1,2026 \left( \frac{T}{T_1} \right) + 1,7007 \right], \quad (4.2)$$

Муодилаи хати рост, ки дар расми 4.2 оварда шудааст, чунин намуд дорад:

$$\rho_1 = (-1,0612n + 1073,8), \text{ кг/м}^3. \quad (4.3)$$

Аз муодилаи (4.2) бо назардошти ифодаи (4.3) ҳосил мекунем:

$$\rho = \left[ 0,5017 \left( \frac{T}{T_1} \right)^2 - 1,2026 \left( \frac{T}{T_1} \right) + 1,7007 \right] (-1,0612n + 1073,8), \text{ кг/м}^3 \quad (4.4)$$

Ба воситаи муодилаи (4.4) зичии системаҳои маҳлули обии этиленгликол-45 (антифриз) + хокаи графитиро дар ҳудудҳои ҳарорат аз 283К то 358К ва ҳудудҳои консентратсияи хокаи графит аз 2,5% то 12,5% бо хатогии то 0,37% ҳисоб кардан мумкин аст (ҷадвали 4.1).

Ҷадвали 4.1. - Муқоисаи қиматҳои таҷрибавӣ ва ҳисобкунии зичӣ ( $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>)-и системаи маҳлули обии этиленгликол-45 + хокаи графит вобаста ба ҳарорат ва консентратсияи хокаи графит, дар фишори атмосферӣ

Т, К	Қимат	n, %				
		2,5	5	7,5	10	12,5
1	2	3	4	5	6	7
283	таҷр.	1097,5	1095,4	1093,2	1091,2	1089,2
	ҳисобкунӣ	1100,927	1098,2	1095,474	1092,747	1090,02
	Δ, %	0,31129	0,25499	0,20754	0,14155	0,07523
288	таҷр.	1093,8	1091,5	1089,2	1087,1	1085,1
	ҳисобкунӣ	1095,845	1093,131	1090,417	1087,703	1084,988
	Δ, %	0,18662	0,14919	0,11158	0,05539	0,01029



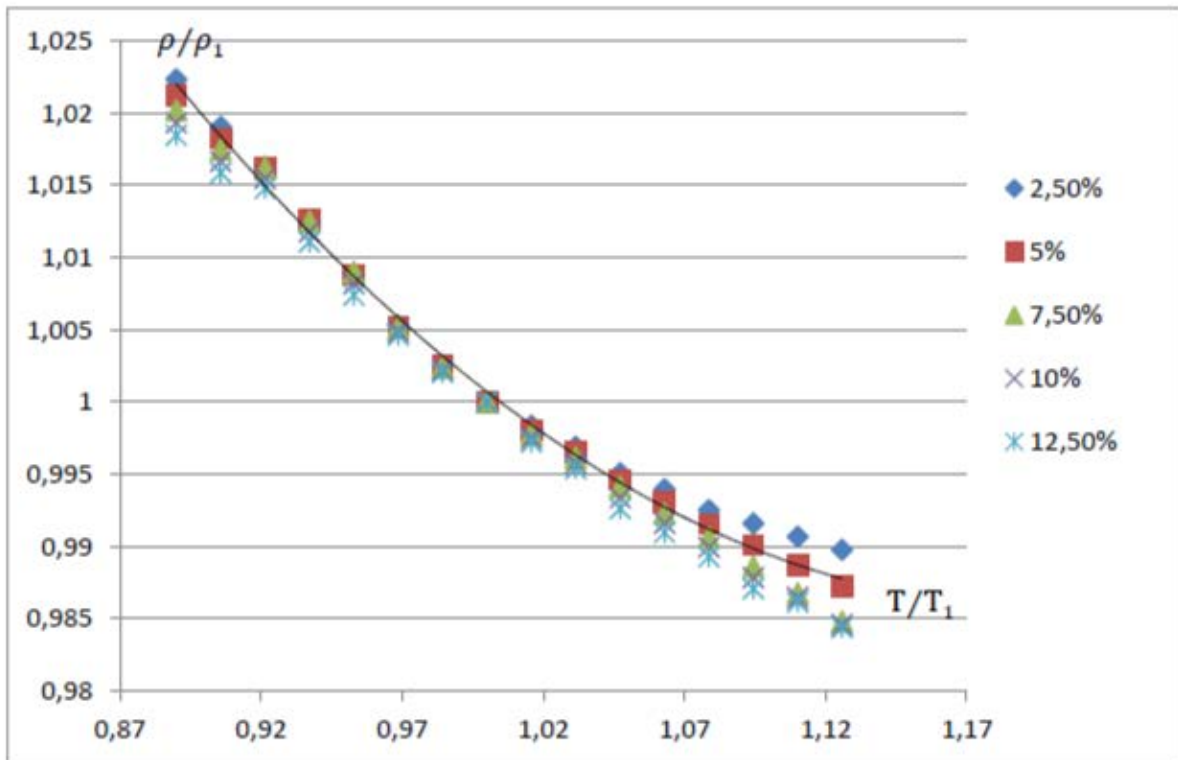
1	2	3	4	5	6	7
293	таҷр.	1075,1	1072,1	1069	1067	1064,9
	ҳисобкунӣ	1091,029	1088,326	1085,624	1082,922	1080,22
	Δ, %	1,45997	1,49096	1,53131	1,47028	1,41821
298	таҷр.	1086,3	1083,9	1081,4	1079	1076,5
	ҳисобкунӣ	1086,478	1083,787	1081,096	1078,405	1075,714
	Δ, %	0,01639	0,010414	0,028104	0,055156	0,073047
303	таҷр.	1082,4	1079,5	1076,5	1074,7	1072,8
	ҳисобкунӣ	1082,193	1079,513	1076,832	1074,152	1071,472
	Δ, %	0,019109	0,00119	0,03088	0,051005	0,123963
308	таҷр.	1078,5	1075,6	1072,8	1070,8	1068,8
	ҳисобкунӣ	1078,174	1075,504	1072,833	1070,163	1067,492
	Δ, %	0,030235	0,008962	0,0031	0,059542	0,122493
313	таҷр.	1075,1	1072,1	1069	1067	1064,9
	ҳисобкунӣ	1074,421	1071,759	1069,098	1066,437	1063,776
	Δ, %	0,06324	0,031777	0,0092	0,052772	0,105651
318	таҷр.	1071,6	1068,3	1065,1	1063	1061
	ҳисобкунӣ	1070,933	1068,28	1065,628	1062,975	1060,323
	Δ, %	0,062304	0,001844	0,04953	0,002318	0,063859
323	таҷр.	1068,6	1064,9	1061,2	1058,8	1056,5
	ҳисобкунӣ	1067,711	1065,066	1062,422	1059,777	1057,133
	Δ, %	0,083289	0,01561	0,115	0,09221	0,05986
328	таҷр.	1065,7	1062,2	1058,6	1056	1053,3
	ҳисобкунӣ	1064,754	1062,117	1059,48	1056,843	1054,206
	Δ, %	0,088812	0,007796	0,08306	0,07975	0,08591
333	таҷр.	1063,3	1059,6	1055,9	1053,4	1050,9
	ҳисобкунӣ	1062,064	1059,433	1056,803	1054,172	1051,542
	Δ, %	0,116403	0,015742	0,08542	0,07325	0,06103

1	2	3	4	5	6	7
338	таҷр.	1060,8	1057,5	1054,3	1051,6	1049
	ҳисобкунӣ	1059,639	1057,014	1054,39	1051,765	1049,141
	Δ, %	0,109584	0,04595	0,00852	0,01572	0,01342
343	таҷр.	1058,8	1055,7	1052,5	1050	1047,4
	ҳисобкунӣ	1057,48	1054,86	1052,241	1049,622	1047,003
	Δ, %	0,124864	0,07959	0,024587	0,036	0,037918
348	таҷр.	1056,8	1053,9	1050,9	1048,5	1046
	ҳисобкунӣ	1055,586	1052,972	1050,357	1047,743	1045,128
	Δ, %	0,114999	0,088167	0,051681	0,072279	0,083411
353	таҷр.	1054,9	1051,9	1049	1047	1045
	ҳисобкунӣ	1053,958	1051,348	1048,737	1046,127	1043,517
	Δ, %	0,08935	0,052517	0,025036	0,08345	0,142156
358	таҷр.	1052,2	1049,6	1047,1	1044,7	1042,3
	ҳисобкунӣ	1052,596	1049,989	1047,382	1044,775	1042,168
	Δ, %	0,03764	0,03706	0,02693	0,00718	0,012667

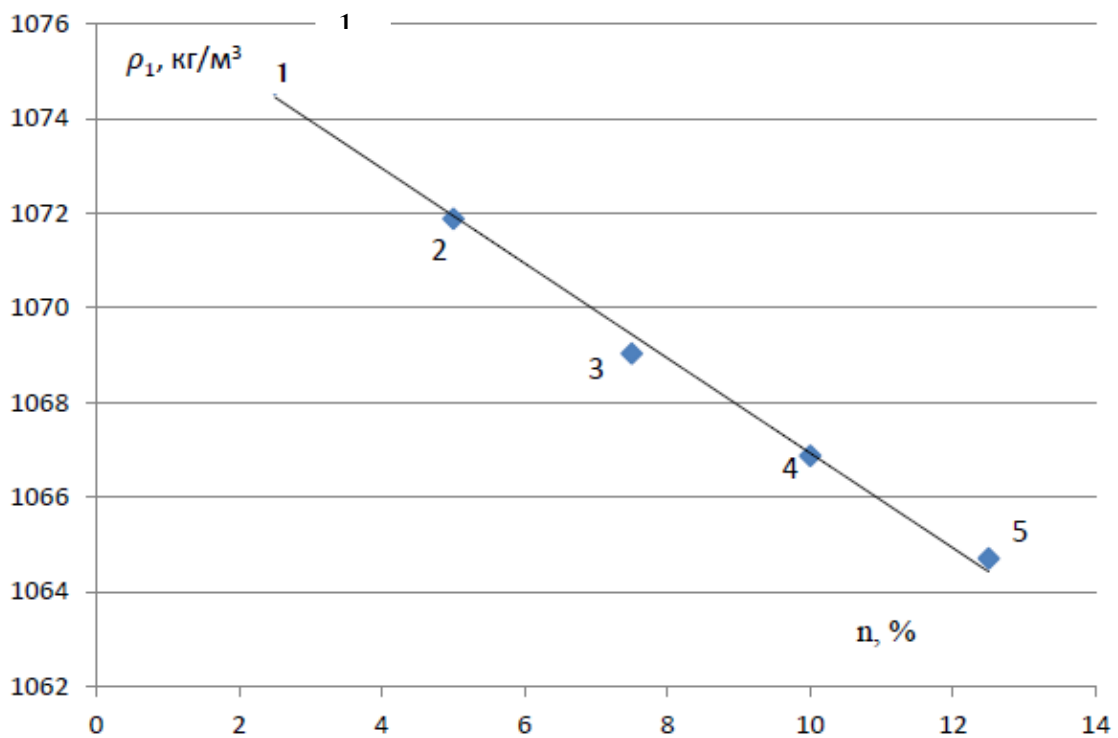
#### **4.1.2. Коркарди қиматҳои натиҷаҳои таҷрибавӣ оид ба зичии маҳлули обии этиленгликол-45 бо концентратсияҳои дудаи ангишти кони Айнӣ**

Барои коркарди натиҷаҳои таҷрибавӣ вобастагии (4.1) истифода шудааст. Вобастагии графикаи ифодаи (4.1) барои системаҳои объекти маҳлули обии этиленгликоли -45 + дуда дар расми 4.3 оварда шудааст ва муодилаи ин хати қавқ бо ифодаи (4.5) тавсиф карда мешавад.

Тавре ки таҳлили натиҷаҳо нишон доданд,  $\rho_1$  қиматҳои мебошанд, ки аз концентратсияи хокаи графит дар маҳлул вобастаанд (расми 4.4).



Расми 4.3. Зичии нисбӣ ( $\rho/\rho_1$ )-и намунаҳои таҷрибавии маҳлули оби этиленгликол-45 + дуда вобаста ба ҳарорати нисбӣ ( $T/T_1$ ): 2,5 – 2,5% дуда; 5 – 5% дуда; 7,5 – 7,5% дуда; 10 – 10% дуда; 12,5 – 12,5% дуда



Расми 4.4. Вобастагии  $\rho_1$  аз консентратсияи дуда (n): 1 – 2,5% дуда; 2 – 5% дуда; 3 – 7,5% дуда; 4 – 10% дуда; 5 – 12,5% дуда

Барои маҳлули обии этиленгликол-45 (антифриз) + дуда хати качи дар расми 4.3. оварда шуда бо ифодаи зерин тавсиф дода мешавад:

$$\frac{\rho}{\rho_1} = \left[ 0,385 \left( \frac{T}{T_1} \right)^2 - 0,9212 \left( \frac{T}{T_1} \right) + 1,5369 \right], \quad (4.5)$$

Муодилаи хати рост, ки дар расми 4.4 тасвир ёфтааст, чунин намуд дорад:

$$\rho_1 = (-1,0028n + 1077), \text{ кг/м}^3 \quad (4.6)$$

Аз муодилаи (4.5) бо назардошти ифодаи (4.6) ҳосил мекунем:

$$\rho = \left[ 0,385 \left( \frac{T}{T_1} \right)^2 - 0,9212 \left( \frac{T}{T_1} \right) + 1,5369 \right] (-1,0028n + 1077), \text{ кг/м}^3 \quad (4.7)$$

Муодилаи тавсияшаванда (4.7) имконият медиҳад зичии системаҳои маҳлули обии этиленгликол-45 + дудаи ангишти кони Айнӣ дар ҳудудҳои ҳарорат аз 283К до 358К ва концентратсияи дуда аз 2,5% то 12,5% бо хатогии то 0,35% ҳисоб карда шавад (ҷадвали 4.2).

Ҷадвали 4.2. - Муқоисаи қиматҳои таҷрибавӣ ҳисобкунӣ оид ба зичӣ ( $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>)-и системаи маҳлули обии этиленгликол-45 + дудаи ангишти кони Айнӣ вобаста ба ҳарорат ва концентратсияи дуда, дар фишори атмосферӣ

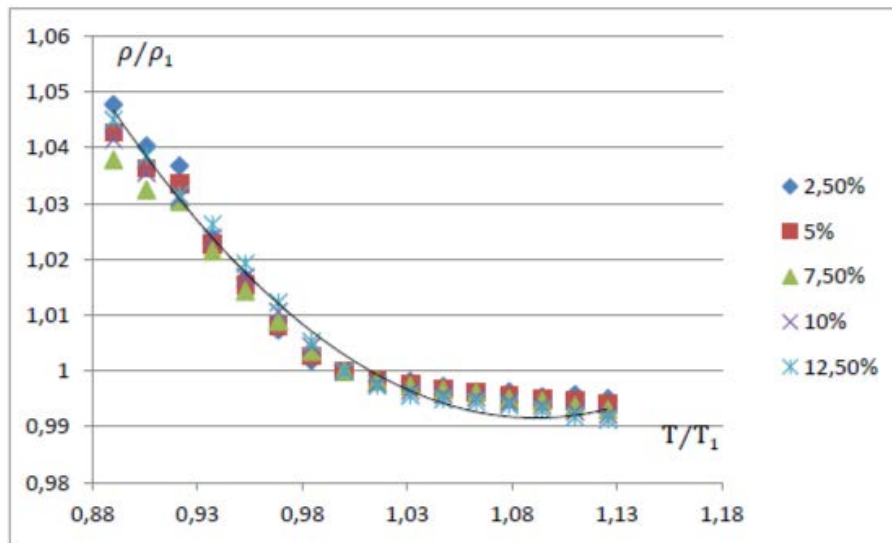
Т, К	Қимат	n, %				
		2,5	5	7,5	10	12,5
1	2	3	4	5	6	7
283	таҷр.	1098,7	1094,7	1090,6	1087,5	1084,4
	ҳисобкунӣ	1098,138	1095,575	1093,013	1090,451	1087,889
	$\Delta$ , %	0,051216	0,0799	0,22079	0,27063	0,3207
293	таҷр.	1092,2	1089,3	1086,3	1083,4	1080,4
	ҳисобкунӣ	1090,574	1088,03	1085,485	1082,941	1080,396
	$\Delta$ , %	0,149079	0,116756	0,075069	0,04242	0,000361

## Давоми ҷадвали 4.2

1	2	3	4	5	6	7
298	таҷр.	1088,3	1085,3	1082,4	1079,5	1076,5
	ҳисобкунӣ	1087,099	1084,563	1082,026	1079,49	1076,954
	Δ, %	0,110451	0,067965	0,034522	0,000921	0,04212
303	таҷр.	1084	1081,3	1078,7	1075,6	1072,6
	ҳисобкунӣ	1083,829	1081,3	1078,771	1076,243	1073,714
	Δ, %	0,015783	0,0	0,00662	0,05971	0,10373
308	таҷр.	1080,4	1077,5	1074,5	1072,1	1069,6
	ҳисобкунӣ	1080,763	1078,242	1075,72	1073,198	1070,677
	Δ, %	-0,0336	0,06877	0,1134	0,10233	0,10056
313	таҷр.	1077,5	1074,5	1071,6	1069,2	1066,9
	ҳисобкунӣ	1077,902	1075,387	1072,872	1070,357	1067,842
	Δ, %	0,03728	0,08247	0,11856	0,1081	0,08822
318	таҷр.	1074,7	1071,9	1069	1066,9	1064,7
	ҳисобкунӣ	1075,245	1072,736	1070,228	1067,719	1065,21
	Δ, %	0,0507	0,07797	0,11471	0,07669	0,04789
323	таҷр.	1073	1069,8	1066,7	1064,2	1061,8
	ҳисобкунӣ	1072,793	1070,29	1067,787	1065,284	1062,781
	Δ, %	0,019299	0,04578	0,10179	0,10174	0,09229
328	таҷр.	1071,4	1068,1	1064,9	1062,3	1059,8
	ҳисобкунӣ	1070,545	1068,048	1065,55	1063,052	1060,554
	Δ, %	0,079836	0,004913	0,06098	0,07073	0,07111
333	таҷр.	1069,4	1066,1	1062,7	1059,8	1056,8
	ҳисобкунӣ	1068,502	1066,009	1063,516	1061,023	1058,53
	Δ, %	0,084023	0,008519	0,07674	0,11528	0,16345
338	таҷр.	1068,2	1064,5	1060,8	1057,9	1055,1
	ҳисобкунӣ	1066,664	1064,175	1061,686	1059,197	1056,709
	Δ, %	0,144033	0,030548	0,08347	0,12249	0,15224
343	таҷр.	1066,7	1062,8	1059	1056,2	1053,3
	ҳисобкунӣ	1065,03	1062,545	1060,06	1057,575	1055,09
	Δ, %	0,156838	0,024026	0,09997	0,13	0,16965
348	таҷр.	1065,7	1061,3	1056,8	1053,9	1050,9
	ҳисобкунӣ	1063,6	1061,119	1058,637	1056,155	1053,674
	Δ, %	0,197428	0,017098	0,17352	0,21355	0,26325
353	таҷр.	1064,7	1059,8	1054,9	1052,4	1050
	ҳисобкунӣ	1062,375	1059,896	1057,418	1054,939	1052,46
	Δ, %	0,218829	0,0091	0,2381	0,24068	0,23377
358	таҷр.	1063,7	1058,3	1052,8	1050,4	1048,1
	ҳисобкунӣ	1061,355	1058,878	1056,402	1053,926	1051,449
	Δ, %	0,220962	0,05463	0,34098	0,33454	0,31855

### 4.1.3. Коркарди қиматҳои натиҷаҳои таҷрибавӣ оид ба зичии объектҳои системаи маҳлули обии этиленгликол-45 бо концентратсияҳо ва оксиди оҳан

Барои ҷамъбасти маълумот оид ба таҷқиқи зичии системаҳои маҳлули обии этиленгликол-45 бо концентратсияҳои гуногуни оксиди оҳан вобастагии (4.1) истифода бурда шуд. Вобастагии графیکی ифодаи (4.1) барои системаҳои маҳлули обии этиленгликол-45 бо концентратсияҳои гуногуни оксиди оҳан дар расми 4.5 нишон дода шудааст.

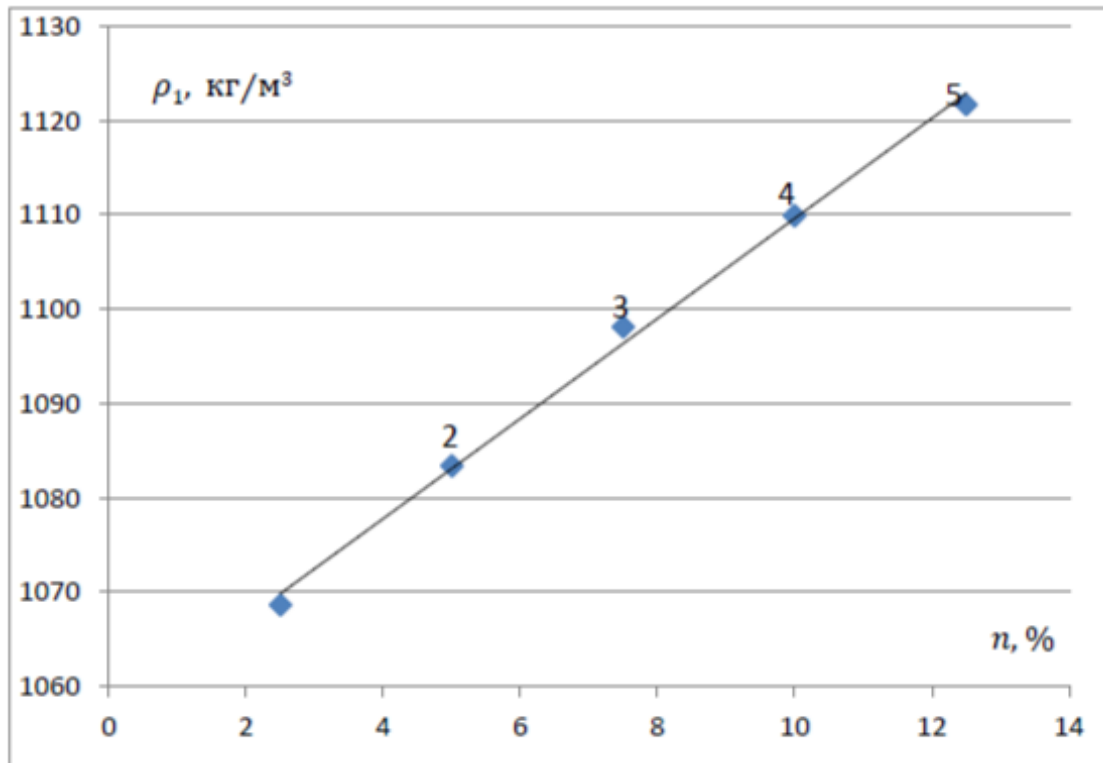


Расми 4.5. Зичии нисбӣ ( $\rho/\rho_1$ )-и маҳлули обии этиленгликол-45 + оксиди оҳан вобаста ба ҳарорати нисбӣ ( $T/T_1$ ): 2,5 – 2,5% оксиди оҳан; 5 – 5% оксиди оҳан; 7,5 – 7,5% оксиди оҳан; 10 – 10% оксиди оҳан; 12,5 – 12,5% оксиди оҳан

Барои намунаи маҳлули обии этиленгликол-45 (антифриз) + оксиди оҳан, хати қачи дар графیکی 4.5 тасвиршуда бо ифодаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$\frac{\rho}{\rho_1} = \left[ 1,3578 \left( \frac{T}{T_1} \right)^2 - 2,9637 \left( \frac{T}{T_1} \right) + 2,6087 \right], \quad (4.8)$$

Мувофиқи таҳлили анҷомдодашуда, ошкор карда шуд, ки  $\rho_1$  қиматҳои вобаста ба концентратсияи оксиди оҳан дар маҳлули таҷқиқшаванда мебошанд (расми 4.6).



Расми 4.6. Вобастагии  $\rho_1$  аз консентратсияи оксиди оҳан (n): 1 – 2,5% оксиди оҳан; 2 – 5% оксиди оҳан; 3 – 7,5% оксиди оҳан; 4 – 10% оксиди оҳан; 5 – 12,5% оксиди оҳан

Муодилаи хати рости дар расми 4.6 тасвиршуда чунин намуд дорад:

$$\rho_1 = 5,308n + 1056,7, \text{ кг/ м}^3 \quad (4.9)$$

Аз муодилаи (4.8) бо назардошти ифодаи (4.9) ҳосил мекунем:

$$\rho = \left[ 1,3578 \left( \frac{T}{T_1} \right)^2 - 2,9637 \left( \frac{T}{T_1} \right) + 2,6087 \right] (5,308n + 1056,7), \text{ кг/м}^3 \quad (4.10)$$

Ба воситаи муодилаи (4.10) зичии системаи маҳлули обии этиленгликол-45 + оксиди оҳанро дар ҳудудҳои ҳарорати аз 283К то 358К ва консентратсияи оксиди оҳан аз 2,5% то 12,5% бо хатогии то 0,34% ҳисоб кардан мумкин аст (ҷадвали 4.3).

Ҷадвали 4.3. - Муқоисаи қиматҳои таҷрибавӣ ва ҳисобкунӣ оид ба зичӣ ( $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>)-и системаи маҳлули обии этиленгликол-45 + оксиди оҳан вобаста ба ҳарорат ва консентратсияи оксиди оҳан, дар фишори атмосферӣ

Т, К	Қимат	n, %				
		2,5	5	7,5	10	12,5
1	2	3	4	5	6	7
283	таҷр.	1119,7	1129,7	1139,7	1156	1172,3
	ҳисобкунӣ	1119,782	1133,67	1147,558	1161,446	1175,333
	$\Delta$ , %	0,00734	0,35019	0,68474	0,46886	0,25808
288	таҷр.	1111,8	1122,8	1133,8	1149,4	1165
	ҳисобкунӣ	1110,939	1124,717	1138,495	1152,274	1166,052
	$\Delta$ , %	0,077485	0,17047	0,41242	0,24938	0,09019
293	таҷр.	1108	1119,8	1131,5	1144,3	1157,1
	ҳисобкунӣ	1102,814	1116,492	1130,169	1143,847	1157,524
	$\Delta$ , %	0,470207	0,2963	0,117755	0,039645	0,03662
298	таҷр.	1094,2	1108	1121,7	1136,5	1151,2
	ҳисобкунӣ	1095,408	1108,994	1122,579	1136,165	1149,75
	$\Delta$ , %	0,11029	0,0896	0,07831	0,029522	0,126108
303	таҷр.	1086,3	1100,1	1113,9	1128,6	1143,3
	ҳисобкунӣ	1088,72	1102,223	1115,725	1129,228	1142,73
	$\Delta$ , %	0,22229	0,19258	0,16358	0,05559	0,049859
308	таҷр.	1076,5	1092,2	1108	1121,7	1135,5
	ҳисобкунӣ	1082,75	1096,179	1109,607	1123,036	1136,464
	$\Delta$ , %	0,57727	0,36298	0,14486	0,11895	0,08486
313	таҷр.	1070,6	1086,3	1102,1	1114,8	1127,6
	ҳисобкунӣ	1077,499	1090,862	1104,226	1117,589	1130,952
	$\Delta$ , %	0,64028	0,41823	0,19251	0,24956	0,29643



1	2	3	4	5	6	7
318	таҷр.	1068,6	1083,4	1098,1	1109,9	1121,7
	ҳисобкунӣ	1072,966	1086,273	1099,58	1112,887	1126,195
	Δ, %	0,4069	0,26449	0,13462	0,26844	0,39909
323	таҷр.	1066,7	1081,4	1096,2	1107,5	1118,8
	ҳисобкунӣ	1069,151	1082,411	1095,671	1108,931	1122,191
	Δ, %	0,22926	0,09341	0,048292	0,12902	0,30214
328	таҷр.	1066,7	1080,9	1095,2	1106	1116,8
	ҳисобкунӣ	1066,055	1079,276	1092,498	1105,719	1118,941
	Δ, %	0,060523	0,15045	0,247353	0,025403	0,1913
333	таҷр.	1065,7	1080	1094,4	1105,2	1116
	ҳисобкунӣ	1063,677	1076,869	1090,061	1103,253	1116,445
	Δ, %	0,190216	0,290781	0,398086	0,176518	0,03982
338	таҷр.	1064,7	1079,3	1093,8	1104,6	1115,4
	ҳисобкунӣ	1062,017	1075,188	1088,36	1101,531	1114,702
	Δ, %	0,252635	0,382413	0,499862	0,278606	0,062579
343	таҷр.	1064,7	1078,7	1092,6	1103,7	1114,8
	ҳисобкунӣ	1061,076	1074,235	1087,395	1100,555	1113,714
	Δ, %	0,341582	0,415621	0,478672	0,285799	0,097483
348	таҷр.	1063,7	1078	1092,2	1103	1113,9
	ҳисобкунӣ	1060,852	1074,009	1087,166	1100,323	1113,48
	Δ, %	0,268418	0,371561	0,463009	0,24327	0,037705
353	таҷр.	1064,1	1077,7	1091,2	1101,9	1112,5
	ҳисобкунӣ	1061,348	1074,511	1087,674	1100,837	1114
	Δ, %	0,259319	0,296806	0,324192	0,096571	0,13465
358	таҷр.	1063,4	1076,9	1090,5	1101,2	1111,9
	ҳисобкунӣ	1062,561	1075,739	1088,918	1102,096	1115,274
	Δ, %	0,078933	0,107888	0,145326	0,08127	0,3025

## **4.2. Коркарди қиматҳои натиҷаҳои таҷрибавӣ оид ба часпакии динамикии системаҳои маҳлули обии этиленгликол-45 бо концентратсияҳо ва хокаи графит, дудай ангишти кони Айнӣ ва оксиди оҳан**

Чамъбасти маълумоти таҷрибавӣ оид ба часпакии динамикӣ вобаста ба ҳарорат дар фишори атмосферӣ бо истифодаи методи квадрати хурдтарин ва қонуни мувофиқоварии ҳолатҳо гузаронида шудааст [5, 105]:

$$\frac{\eta}{\eta_1} = f\left(\frac{T}{T_1}\right), \quad (4.11)$$

дар ин ҷо:  $\eta$  и  $\eta_1$  - часпакии намунаҳои тадқиқотӣ дар ҳароратҳои гуногун  $T$ ,  $K$  ва  $T_1$ ,  $K$ ;  $T_1 = 318K$ .

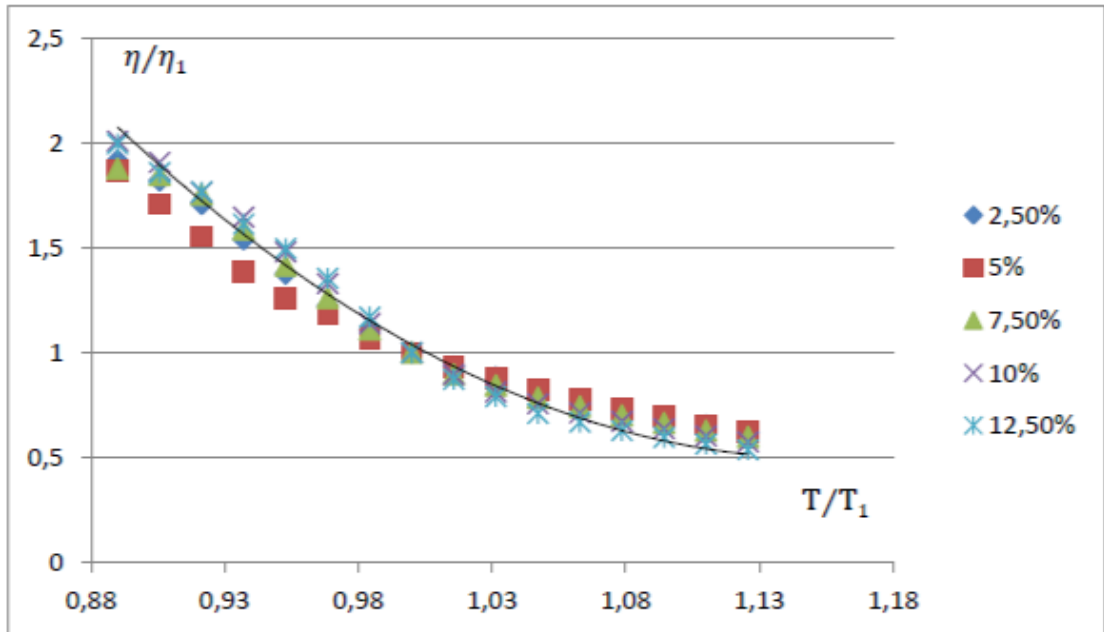
### **4.2.1. Коркарди қиматҳои натиҷаҳои таҷрибавӣ оид ба часпакии динамикии маҳлули обии этиленгликол-45 бо концентратсияҳо ва хокаи графит**

Барои чамъбасти маълумот оид ба часпакии системаҳои маҳлули обии этиленгликол-45 бо концентратсияи хокаи графит вобастагии (4.11) истифода шудааст. Вобастагии графикаи ифодаи (4.11) барои системаҳои объекти маҳлули обии этиленгликоли 45 бо концентратсияи хокаи графит дар расми 4.7 нишон дода шудааст.

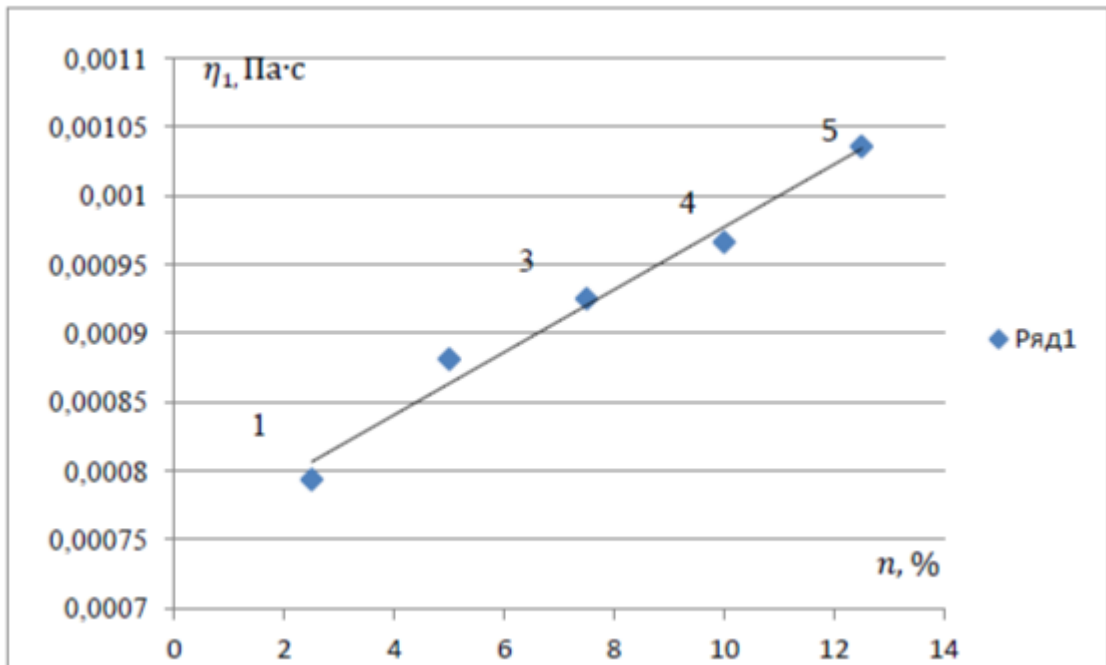
Таҳлили натиҷаҳо нишон дод, ки  $\eta_1$  қиматҳои мебошанд, ки аз концентратсияи хокаи графит дар маҳлул вобаста мебошанд (расми 4.8).

Барои намунаҳои маҳлули системаи этиленгликол-45 (антифриз) + хокаи графит, хати қачи дар графикаи 4.7 тасвиршуда бо ифодаи зерин тавсиф карда мешавад:

$$\frac{\eta}{\eta_1} = \left[ 22,331 \left(\frac{T}{T_1}\right)^2 - 51,64 \left(\frac{T}{T_1}\right) + 30,346 \right], \quad (4.12)$$



Расми 4.7. Часпакии динамикии нисбии ( $\eta/\eta_1$ ) намунаҳои таҷрибавии маҳлули оби этиленгликол-45 + хокаи графит вобаста ба ҳарорати нисбӣ ( $T/T_1$ ): 2,5 – 2,5% хокаи графит; 5 – 5% хокаи графит; 7,5 – 7,5% хокаи графит; 10 – 10% хокаи графит; 12,5 – 12,5% хокаи графит



Расми 4.8. Вобастагии  $\eta_1$  аз консентратсияи хокаи графит ( $n$ ): 1 – 2,5% хокаи графит; 2 – 5% хокаи графит; 3 – 7,5% графит-товий порошок; 4 – 10% хокаи графит; 5 – 12,5% хокаи графит

Муодилаи хати рости расми 4.8 чунин аст:

$$\eta_1 = (0,2125 \cdot n + 0.7575) \cdot 10^{-3}, \text{ Па} \cdot \text{с} \quad (4.13)$$

Аз муодилаи (4.12) бо назардошти ифодаи (4.13) ҳосил мекунем:

$$\eta = \left[ 22,331 \left( \frac{T}{T_1} \right)^2 - 51,64 \left( \frac{T}{T_1} \right) + 30,346 \right] (0,2125 \cdot n + 0.7575) \cdot 10^{-3}, \text{ Па} \cdot \text{с} \quad (4.14)$$

Ба воситаи муодилаи (4.14) часпакии динамикии системаи маҳлули оби этиленгликол-45 (антифриз) + хокаи графитиро, дар ҳудудҳои ҳароратҳои 283-358К ва ҳудудҳои консентратсияи хокаи графит 2,5-12,5% бо ҳатогии миёнаи 2,54% ҳисоб кардан мумкин аст (ҷадвали 4.4).

Ҷадвали 4.4. – Муқоисаи қиматҳои таҷрибавӣ ва ҳисобкунӣ оид ба часпаки ( $\eta \cdot 10^{-7}$ , Па·с)-и системаи маҳлули оби этиленгликол-45 + хокаи графит вобаста ба ҳарорат ва консентратсияи хокаи графит, дар фишори атмосферӣ

Т, К	қимат	n, %				
		2,5	5	7,5	10	12,5
1	2	3	4	5	6	7
283	таҷр.	1,521470	1,646070	1,737900	1,941840	2,067490
	ҳисобкунӣ	1,682479	1,792742	1,903004	2,013267	2,12353
	Δ, %	9,5	8,18	8,67	3,54	2,64
288	таҷр.	1,445690	1,506500	1,709500	1,843470	1,925620
	ҳисобкунӣ	1,535362	1,635983	1,736604	1,837226	1,937847
	Δ, %	5,84	7,91	1,56	0,33	0,63
293	таҷр.	1,356170	1,369300	1,623500	1,705830	1,830440
	ҳисобкунӣ	1,397195	1,488762	1,580328	1,671894	1,763461
	Δ, %	2,93	8,02	2,65	1,98	3,65

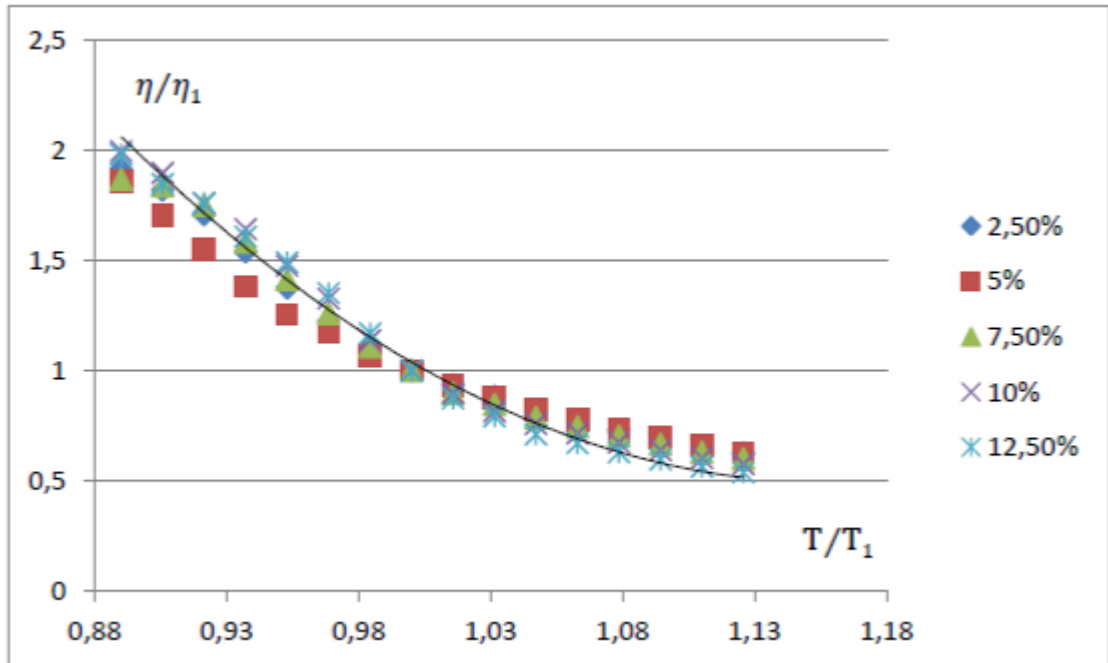
1	2	3	4	5	6	7
298	таҷр.	1,222550	1,219780	1,468800	1,591090	1,671010
	ҳисобкунӣ	1,267979	1,351077	1,434175	1,517273	1,600371
	Δ, %	3,58	9,71	2,35	4,63	4,22
303	таҷр.	1,092200	1,108130	1,308900	1,430050	1,549900
	ҳисобкунӣ	1,147713	1,222929	1,298146	1,373362	1,448578
	Δ, %	4,83	9,38	0,82	3,96	6,53
308	таҷр.	9,70730	1,040780	1,166800	1,2842,20	1,403000
	ҳисобкунӣ	1,036398	1,104319	1,17224	1,240161	1,308082
	Δ, %	89,3	5,75	0,46	3,43	6,76
313	таҷр.	8796,50	9419,90	10268,00	11007,10	12113,90
	ҳисобкунӣ	0,934033	0,995245	1,056458	1,117671	1,178883
	Δ, %	8,93	89,4	2,80	1,51	2,68
318	таҷр.	7,93560	8,81070	9,25000	9,66150	1,035700
	ҳисобкунӣ	0,840618	0,895709	0,950799	1,00589	1,035700
	Δ, %	89,3	89,8	89,7	89,5	2,38
323	таҷр.	7403,50	8186,10	8292,00	8641,70	9023,50
	ҳисобкунӣ	0,756154	0,805709	0,855264	0,90482	0,954375
	Δ, %	89,7	90,1	89,6	89,5	89,4
328	таҷр.	6,98780	7,73130	7,80100	7,84510	8,17380
	ҳисобкунӣ	0,68064	0,725247	0,769853	0,814459	0,859066
	Δ, %	90,2	90,6	90,1	89,6	89,4
333	таҷр.	6,49330	7,21940	7,25400	7,29640	7,33880
	ҳисобкунӣ	0,614077	0,654321	0,694565	0,734809	0,775053
	Δ, %	90,5	90,9	90,4	89,9	89,4
338	таҷр.	6,13870	6,83160	6,86700	6,87840	6,91750
	ҳисобкунӣ	0,556464	0,592933	0,629401	0,665869	0,702338
	Δ, %	90,9	91,3	90,8	90,3	89,8

1	2	3	4	5	6	7
343	таҷр.	5,77890	6,43480	6,46900	6,48040	6,49130
	ҳисобкунӣ	0,507802	0,541081	0,57436	0,60764	0,640919
	Δ, %	91,2	91,5	91,1	90,6	90,1
348	таҷр.	5,47680	6,10250	6,13700	6,14770	6,15880
	ҳисобкунӣ	0,46809	0,498767	0,529443	0,56012	0,590797
	Δ, %	91,4	91,8	91,3	90,8	90,4
353	таҷр.	5,17030	5,76390	5,79600	5,80960	5,82280
	ҳисобкунӣ	0,437328	0,465989	0,49465	0,52331	0,551971
	Δ, %	91,5	91,9	91,4	90,9	90,5
358	таҷр.	4,92190	5,49170	5,52500	5,53510	5,54550
	ҳисобкунӣ	0,415517	0,442749	0,46998	0,497211	0,524442
	Δ, %	91,5	91,9	91,4	91,0	90,5

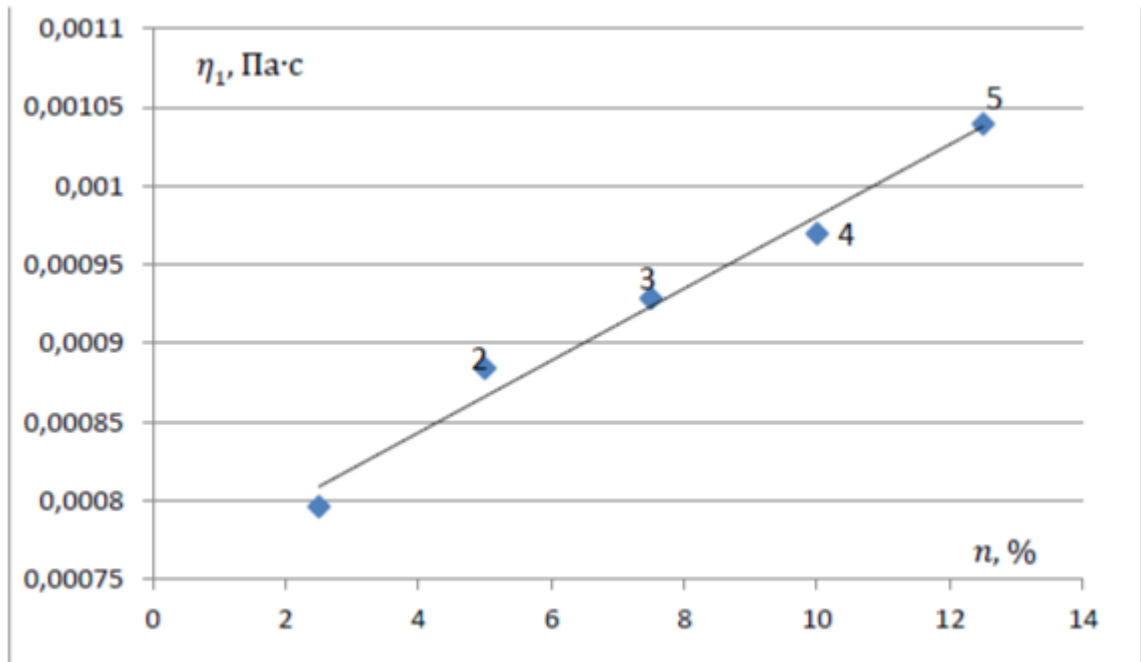
**4.2.2. Коркарди қиматҳои натиҷаҳои таҷрибавӣ оид ба часпакии динамикии маҳлули оби этиленгликол-45 бо концентратсияҳои гуногуни дудай ангишти кони Айнӣ**

Барои ҷамъбасти маълумот оид ба часпакии динамикии маҳлули оби этиленгликоли 45 бо концентратсияи гуногуни дудай ангишти кони Айнӣ вобастагии (4.11) истифода бурда шудааст. Вобастагии графикаи ифодаи (4.11) барои системаҳои маҳлули оби этиленгликол-45 бо концентратсияҳои гуногуни хокаи графити ангишти кони Айнӣ дар расми 4.9 оварда шудааст. Аз рӯи натиҷаҳои таҳлил муайян карда шуд, ки  $\eta_1$  қиматҳои мебошанд, ки аз концентратсияи дудай ангишти кони Айнӣ вобастаанд (расми 4.10). Барои маҳлули оби системаи этиленгликол-45 (антифриз) + хокаи графит, хати қачи дар графикаи 4.9 тасвиршуда бо ин ифода тавсиф карда мешавад:

$$\frac{\eta}{\eta_1} = \left[ 21,778 \left( \frac{T}{T_1} \right)^2 - 50,462 \left( \frac{T}{T_1} \right) + 29,721 \right]. \quad (4.15)$$



Расми 4.9. Часпакии динамикии нисбӣ ( $\eta/\eta_1$ )-и намунаҳои таҷрибавии маҳлули обии этиленгликол-45 (антифриз) + дудаи ангишти кони Айнӣ вобаста ба харорати нисбӣ ( $T/T_1$ ): 2,5 – 2,5% дуда; 5 – 5% дуда; 7,5 – 7,5% дуда; 10 – 10% дуда; 12,5 – 12,5% дуда



Расми 4.10. Вобастагии  $\eta_1$  аз консентратсияи дудаи ангишти кони Айнӣ ( $n$ ): 1 – 2,5% дуда; 2 – 5% дуда; 3 – 7,5% дуда; 4 – 10% дуда; 5 – 12,5% дуда

Муодилаи хати рост дар расми 4.10 намуди зерин дорад:

$$\eta_1 = (0,2125 \cdot n + 0.8015) \cdot 10^{-3}, \text{Па} \cdot \text{с}. \quad (4.16)$$

Аз муодилаи (4.15) бо назардошти ифодаи (4.16) ҳосил мекунем:

$$\eta = \left[ 21,778 \left( \frac{T}{T_1} \right)^2 - 50,462 \left( \frac{T}{T_1} \right) + 29,721 \right] (0,2125 \cdot n + 0.8015) \cdot 10^{-3}, \text{Па} \cdot \text{с} \quad (4.17)$$

Ба воситаи муодилаи (4.17) часпакии динамикии системаи маҳлули обии этиленгликол-45 + дудаи ангишти кони Айниро, дар ҳудудҳои ҳароратҳои 283-358К ва консентратсияҳои дуда 2,5-12,5% бо хатогии миёнаи то 2,61% ҳисоб кардан мумкин аст (ҷадвали 4.5).

Ҷадвали 4.5. – Муқоисаи қиматҳои таҷрибавӣ ва ҳисобкунӣ оид ба часпакии динамикӣ ( $\eta \cdot 10^{-6}$ , Па·с)-и маҳлули обии этиленгликол-45 + дуда вобаста ба ҳарорат ва консентратсияи дуда, дар фишори атмосферӣ

Т, К	қимат	n, %				
		2,5	5	7,5	10	12,5
1	2	3	4	5	6	7
283	таҷр.	1,52314	1,64505	1,73380	1,93530	2,05838
	ҳисобкунӣ	1,761	1,871	1,98	2,09	2,199
	Δ, %	13,5	12,08	12,4	7,40	6,4
288	таҷр.	1,44756	1,50646	1,70720	1,83926	1,91941
	ҳисобкунӣ	1,609	1,709	1,809	1,909	2,009
	Δ, %	15,1	11,8	5,62	3,65	4,45
293	таҷр.	1,35861	1,37115	1,62500	1,70583	1,82878
	ҳисобкунӣ	1,465	1,556	1,647	1,739	1,83
	Δ, %	7,26	11,8	1,33	1,94	0,06



1	2	3	4	5	6	7
298	таҷр.	1,22476	1,22144	1,47010	1,59181	1,67101
	ҳисобкунӣ	1,331	1,414	1,497	1,579	1,662
	Δ, %	7,98	13,6	1,79	0,8/0	0,54
303	таҷр.	1,09379	1,11002	1,31150	1,43133	1,54962
	ҳисобкунӣ	1,206	1,281	1,256	1,431	1,506
	Δ, %	9,30	13,34	3,28	0,02	2,8
308	таҷр.	9,7250	1,04258	1,16870	1,28576	1,40404
	ҳисобкунӣ	1,09	1,158	1,226	1,294	1,361
	Δ, %	88,8	9,96	4,90	0,63	3,16
313	таҷр.	8,8158	9,4415	1,02920	1,10304	1,21363
	ҳисобкунӣ	0,984	1,045	1,167	1,10	1,228
	Δ, %	88,8	88,9	11,8	0,27	1,17
318	таҷр.	7,9589	8,8399	9,2840	9,6963	1,03935
	ҳисобкунӣ	0,886	0,941	0,996	1,052	1,107
	Δ, %	88,8	89,3	89,2	89,1	6,11
323	таҷр.	7,4334	8,2239	8,3350	8,6858	9,0688
	ҳисобкунӣ	0,798	0,848	0,897	0,947	0,996
	Δ, %	89,2	89,6	89,2	89,1	89,1
328	таҷр.	7,0252	7,7750	7,8470	7,8925	8,2242
	ҳисобкунӣ	0,719	0,764	0,808	0,853	0,898
	Δ, %	89,7	90,1	89,7	89,1	89,0
333	таҷр.	6,5306	7,2636	7,3010	7,3406	7,3800
	ҳисобкунӣ	0,649	0,69	0,73	0,77	0,811
	Δ, %	90,6	90,5	90,0	89,5	89,0
338	таҷр.	6,1819	6,8766	6,9100	6,9195	6,9577
	ҳисобкунӣ	0,589	0,625	0,662	0,698	0,735
	Δ, %	90,4	90,9	90,4	89,9	89,4

1	2	3	4	5	6	7
343	таҷр.	5,8218	6,4785	6,5090	6,5186	6,5279
	ҳисобкунӣ	0,537	0,571	0,604	0,634	0,671
	Δ, %	90,7	91,1	90,7	90,2	89,7
348	таҷр.	5,5226	6,1452	6,1710	6,1794	6,1877
	ҳисобкунӣ	0,495	0,526	0,557	0,587	0,618
	Δ, %	91,0	91,4	90,9	90,5	90,0
353	таҷр.	5,2185	5,8070	5,8290	5,8396	5,8502
	ҳисобкунӣ	0,462	0,491	0,52	0,548	0,577
	Δ, %	91,1	91,5	91,0	60,6	90,1
358	таҷр.	4,9758	5,5367	5,5550	5,5656	5,5764
	ҳисобкунӣ	0,438	0,466	0,493	0,52	0,547
	Δ, %	91,1	91,5	91,1	90,6	90,2

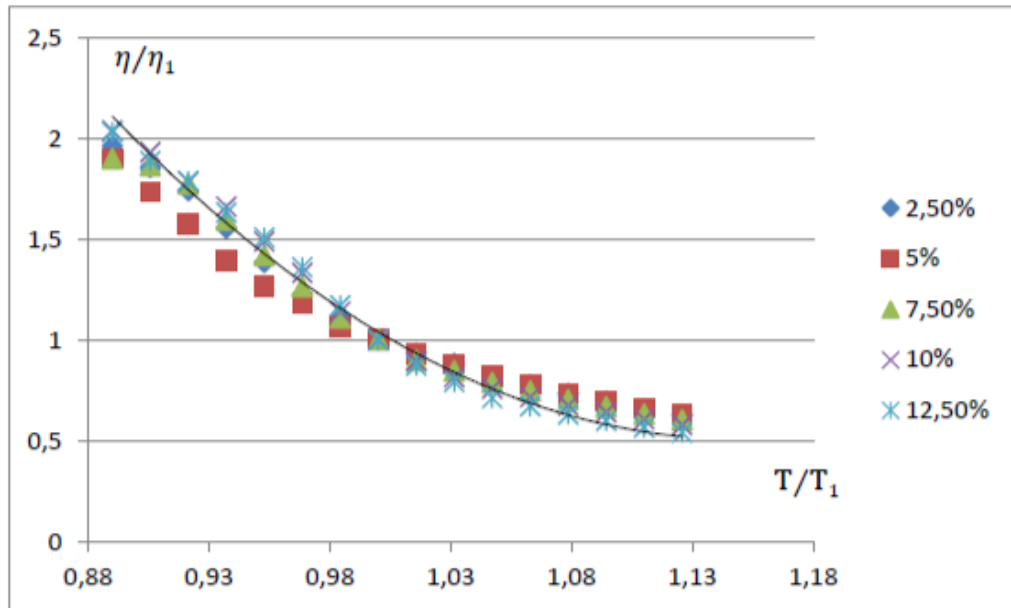
#### 4.2.3. Коркарди қиматҳои таҷрибавӣ часпакии динамикии маҳлули оби этиленгликол-45 бо концентратсияҳои оксиди оҳан

Барои коркарди қиматҳои таҷрибавӣ оид ба часпакии динамикии системаҳои маҳлули оби этиленгликол-45 бо концентратсияҳои гуногуни оксиди оҳан вобастагии (4.11) истифода шуд. Графики вобастагии ифодаи (4.11) барои системаҳои маҳлули оби этиленгликол-45 бо концентратсияҳои гуногуни оксиди оҳан дар расми 4.11 оварда шудааст. Барои маҳлули оби этиленгликол-45 (антифриз) + оксиди оҳан, хати қасри графики 4.11 чунон тавсиф меёбад:

$$\frac{\eta}{\eta_1} = \left[ 23,695 \left( \frac{T}{T_1} \right)^2 - 54,499 \left( \frac{T}{T_1} \right) + 31,845 \right], \quad (4.18)$$

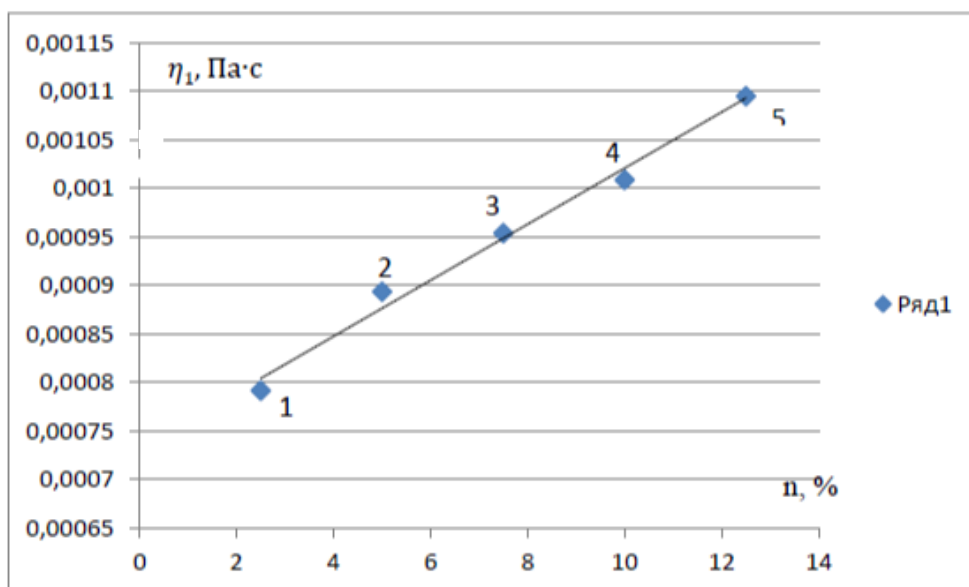
Муодилаи хати рости расми 4.12 чунон намуд дорад:

$$\eta_1 = (0,03 \cdot n + 0,72) \cdot 10^{-3}, \text{ Па} \cdot \text{с}. \quad (4.19)$$



Расми 4.11. Часпакии динамикии нисбӣ ( $\eta/\eta_1$ )-и намунаҳои таҷрибавии маҳлули обии этиленгликол-45 + оксиди оҳан вобаста ба ҳарорати нисбӣ ( $T/T_1$ ): 2,5 – 2,5% оксиди оҳан; 5 – 5% оксиди оҳан; 7,5 – 7,5% оксиди оҳан; 10 – 10% оксиди оҳан; 12,5 – 12,5% оксиди оҳан

Дар натиҷаи таҳлилҳо муайян карда шуд, ки  $\eta_1$  қиматҳое мебошанд, ки аз консентратсияи оксиди оҳан дар маҳлул вобастагӣ доранд (расми 4.12).



Расми 4.12. Вобастагии  $\eta_1$  аз консентратсияи оксиди оҳан (n): 1 – 2,5% оксиди оҳан; 2 – 5% оксиди оҳан; 3 – 7,5% оксиди оҳан; 4 – 10% оксиди оҳан; 5 – 12,5% оксиди оҳан

Аз муодилаи (4.19) бо назардошти ифодаи (4.20) ҳосил мекунем:

$$\eta = \left[ 23,695 \left( \frac{T}{T_1} \right)^2 - 54,499 \left( \frac{T}{T_1} \right) + 31,845 \right] (0,03 \cdot n + 0,72) \cdot 10^{-3}, \text{Па} \cdot \text{с} \quad (4.20)$$

Ба воситаи муодилаи (4.20) часпакии динамикии системаи маҳлули оби этиленгликол-45 (антифриз) + оксиди оҳанро дар ҳудудҳои ҳароратҳои (283-358)К ва консентратсияи оксиди оҳан (2,5-12,5)% бо хатогии миёнаи то 2,45% ҳисоб кардан мумкин аст (ҷадвали 4.6).

Ҷадвали 4.6. – Муқоисаи қиматҳои таҷрибавӣ ва ҳисобкунӣ оид ба часпаки ( $\eta \cdot 10^{-6}$ , Па·с)-и маҳлули оби этиленгликол-45 + оксиди оҳан вобаста ба ҳарорат ва консентратсияи оксиди оҳан, дар фишори атмосферӣ

Т, К	Қимат	n, %				
		2,5	5	7,5	10	12,5
1	2	3	4	5	6	7
283	таҷр.	1,55217	1,69766	1,81190	2,05718	2,22524
	ҳисобкунӣ	1,678	1,836	1,994	2,153	2,311
	Δ, %	7,49	7,53	9,13	4,45	3,71
288	таҷр.	1,46944	1,54971	1,77950	1,94904	2,06735
	ҳисобкунӣ	1,52	1,673	1,817	1,961	2,105
	Δ, %	3,83	7,3	2,06	0,60	1,78
293	таҷр.	1,37818	1,40951	1,69260	1,80179	1,95855
	ҳисобкунӣ	1,388	1,519	1,65	1,781	1,912
	Δ, %	0,70	7,2	2,5	1,15	2,37
298	таҷр.	1,23140	1,24688	1,52350	1,67588	1,78697
	ҳисобкунӣ	1,258	1,376	1,495	1,613	1,732
	Δ, %	2,11	9,38	1,87	3,85	3,07
303	таҷр.	1,09617	1,12930	1,35420	1,50183	1,65186
	ҳисобкунӣ	1,136	1,243	1,35	1,458	1,565
	Δ, %	3,50	9,14	0,31	2,91	5,25

1	2	3	4	5	6	7
308	таҷр.	9,6896	1,05685	1,20500	1,34529	1,49048
	ҳисобкунӣ	1,024	1,121	1,217	1,314	1,41
	Δ, %	8,9	5,72	0,98	2,32	5,39
313	таҷр.	8,7595	9,5451	1,05850	1,15009	1,28273
	ҳисобкунӣ	0,921	1,008	1,095	1,182	1,269
	Δ, %	89,4	89,43	3,44	2,69	1,07
318	таҷр.	7,9138	8,9347	9,5370	1,00876	1,09500
	ҳисобкунӣ	0,828	0,906	0,984	1,062	1,14
	Δ, %	89,5	89,8	89,6	5,01	3,94
323	таҷр.	738,98	831,30	856,50	903,88	955,57
	ҳисобкунӣ	0,743	0,814	0,884	0,954	1,024
	Δ, %	89,9	90,2	89,6	89,4	89,2
328	таҷр.	6,9942	7,8680	8,0710	8,2167	8,6666
	ҳисобкунӣ	0,668	0,732	0,95	0,858	0,921
	Δ, %	90,4	90,7	90,1	89,5	89,3
333	таҷр.	6,5078	7,3587	7,5180	7,6551	7,7930
	ҳисобкунӣ	0,603	0,66	0,717	0,774	0,83
	Δ, %	90,7	91,3	90,4	89,9	89,3
338	таҷр.	6,1615	6,9719	7,1250	7,2249	7,3557
	ҳисобкунӣ	0,547	0,595	0,65	0,701	0,753
	Δ, %	91,1	91,4	90,8	90,2	89,7
343	таҷр.	5,8110	6,5750	6,7160	6,8122	6,9092
	ҳисобкунӣ	0,5	0,547	0,594	0,641	0,688
	Δ, %	91,39	91,6	91,15	90,5	90,4
348	таҷр.	5,5124	6,2420	6,3780	6,4676	6,5581
	ҳисобкунӣ	0,462	0,506	0,549	0,593	0,636
	Δ, %	91,6	91,89	91,39	90,8	90,3

1	2	3	4	5	6	7
353	таҷр.	5,2156	5,9050	6,0300	6,1139	6,1985
	ҳисобкунӣ	0,434	0,475	0,516	0,557	0,597
	Δ, %	91,5	91,9	91,4	90,8	90,3
358	таҷр.	4,9741	5,6344	5,7540	5,8347	5,9162
	ҳисобкунӣ	0,415	0,454	0,493	0,532	0,571
	Δ, %	91,6	91,9	91,4	90,8	90,3

### 4.3. Коркарди қиматҳои таҷрибавӣ оид ба электрогузаронии хоси маҳлули обии этиленгликол-45 + хокаи графит, дудай ангишти кони Айнӣ ва оксиди оҳан вобаста ба ҳарорат

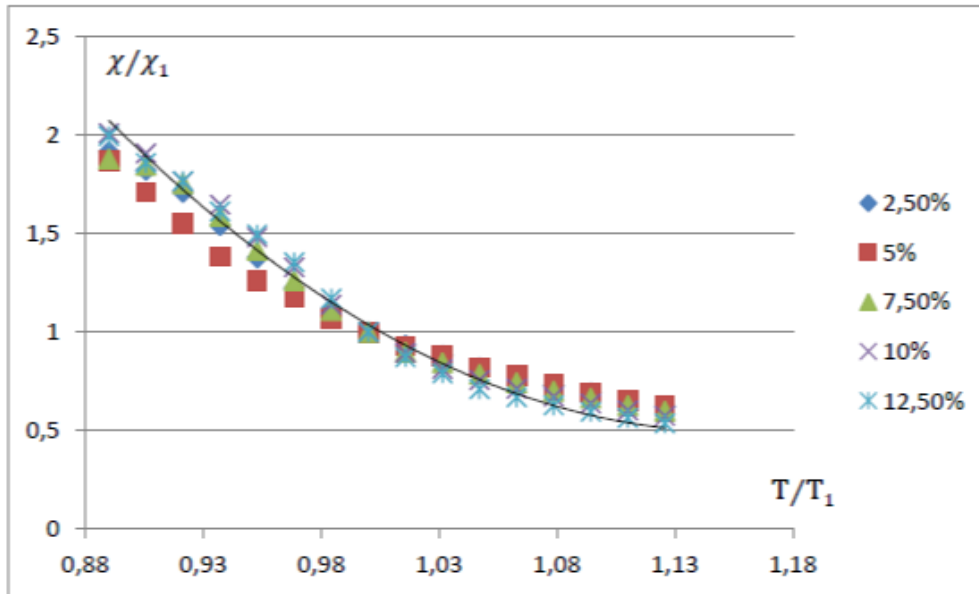
Коркарди қиматҳо оид ба электрогузаронии хос, ки вобаста ба ҳарорат дар фишори атмосферӣ ба даст оварда шудаанд, бо истифодаи методи квадратҳои хурдтарин ва қонуни мувофиқоварии ҳолатҳо гузаронида шуд [5, 102, 106, 107]:

$$\frac{\chi}{\chi_1} = f\left(\frac{T}{T_1}\right), \quad (4.21)$$

дар ин ҷо:  $\chi$  и  $\chi_1$  - электрогузаронии хоси намунаҳои тадқиқотӣ дар ҳароратҳои гуногуни  $T$ ,  $K$  ва  $T_1$ ,  $K$ ;  $T_1 = 318 K$ .

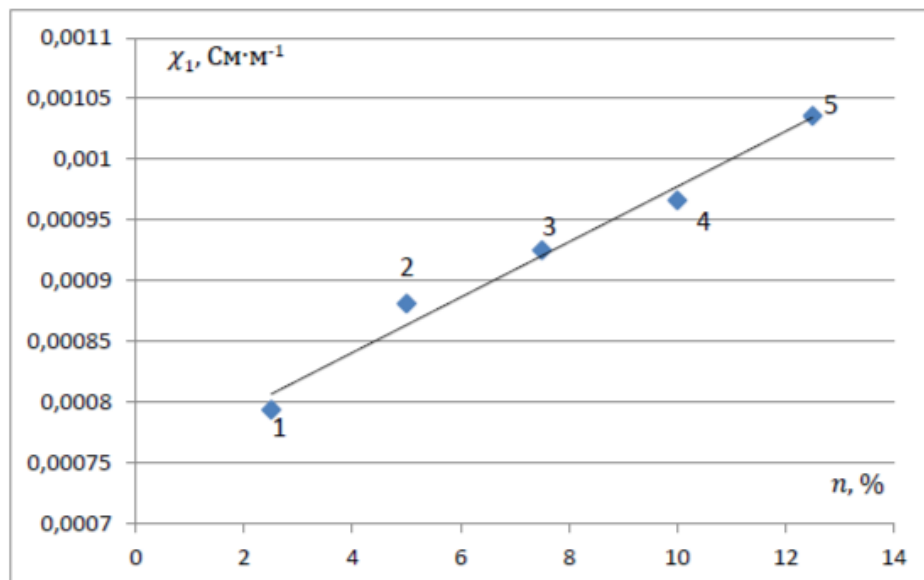
#### 4.3.1. Коркарди қиматҳои натиҷаҳои таҷрибавӣ оид ба электрогузаронии хоси маҳлули обии этиленгликол-45 бо консентратсияҳои гуногун ва хокаи графит

Барои ҷамъбасти маълумот оид ба электрогузаронии хоси системаи маҳлули обии этиленгликол-45 бо консентратсияҳои гуногуни хокаи графит вобастагии (4.21) истифода шудааст. Вобастагии графикаи ифодаи (4.21) барои системаҳои маҳлули обии этиленгликол-45 бо консентратсияҳои гуногуни хокаи графит дар расми 4.13 оварда шудааст.



Расми 4.13. Электрогузаронии хоси нисбӣ ( $\chi/\chi_1$ )-и намунаҳои таҷрибавии маҳлули обии этиленгликол-45 + хокаи графит вобаста ба ҳарорати нисбӣ ( $T/T_1$ ): 2,5 – 2,5% хокаи графит; 5 – 5% хокаи графит; 7,5 – 7,5% хокаи графит; 10 – 10% хокаи графит; 12,5 – 12,5% хокаи графит

Дар натиҷаи таҳлилҳо муайян карда шуд, ки  $\chi_1$  қиматҳое мебошанд, ки аз консентратсияи оксиди оҳан дар маҳлул вобастагӣ доранд (расми 4.14).



Расми 4.14. Вобастагии  $\eta_1$  аз консентратсияи хокаи графит ( $n$ ): 1 – 2,5% хокаи графит; 2 – 5% хокаи графит; 3 – 7,5% хокаи графит; 4 – 10% хокаи графит; 5 – 12,5% хокаи графит

Барои объектҳои маҳлули обии этиленгликоль 45 + хокаи графит муодилаи хати қачи дар расми 4.13 овардашуда бо ифодаи зерин тавсиф карда мешавад.

$$\frac{\chi}{\chi_1} = 24,29 \left(\frac{T}{T_1}\right)^2 - 55,879 \frac{T}{T_1} + 32,626. \quad (4.22)$$

Хати рости дар расми 4.14 овардашуда намуди зеринро дорад:

$$\chi_1 = 0,00002n + 0,0008, \text{См} \cdot \text{м}^{-1}. \quad (4.23)$$

Аз муодилаи (4.22) бо назардошти ифодаи (4.23) ҳосил мекунем:

$$\chi = \left[ 24,29 \left(\frac{T}{T_1}\right)^2 - 55,879 \frac{T}{T_1} + 32,626 \right] (0,00002n + 0,0008), \text{См} \cdot \text{м}^{-1} \quad (4.24)$$

Муодилаи (4.24) имконият медиҳад, ки электрогузаронии хоси системаи маҳлули обии этиленгликол-45 + хокаи графит, дар ҳудуди ҳароратҳои 283-358К ва консентратсияи хокаи графит 2,5-12,5% бо ҳатогии миёнаи то 0,54% ҳисоб карда мешавад (ҷадвали 4.7).

Ҷадвали 4.7. - Муқоисаи қиматҳои таҷрибавӣ ва ҳисобкунӣ оид ба электрогузаронии хос ( $\chi$ ,  $\text{См} \cdot \text{м}^{-1}$ )-и системаи маҳлули обии этиленгликол-45 + хокаи графит вобаста ба ҳарорат ва консентратсияи хокаи графит, дар фишори атмосферӣ

Т, К	қимат	n, %				
		2,5	5	7,5	10	12,5
1	2	3	4	5	6	7
283	таҷр.	0,0301	0,0350	0,0390	0,0430	0,0470
	ҳисобкунӣ	0,0287	0,0370	0,0413	0,0443	0,0461
	Δ, %	4,44	5,40	5,56	2,93	1,91

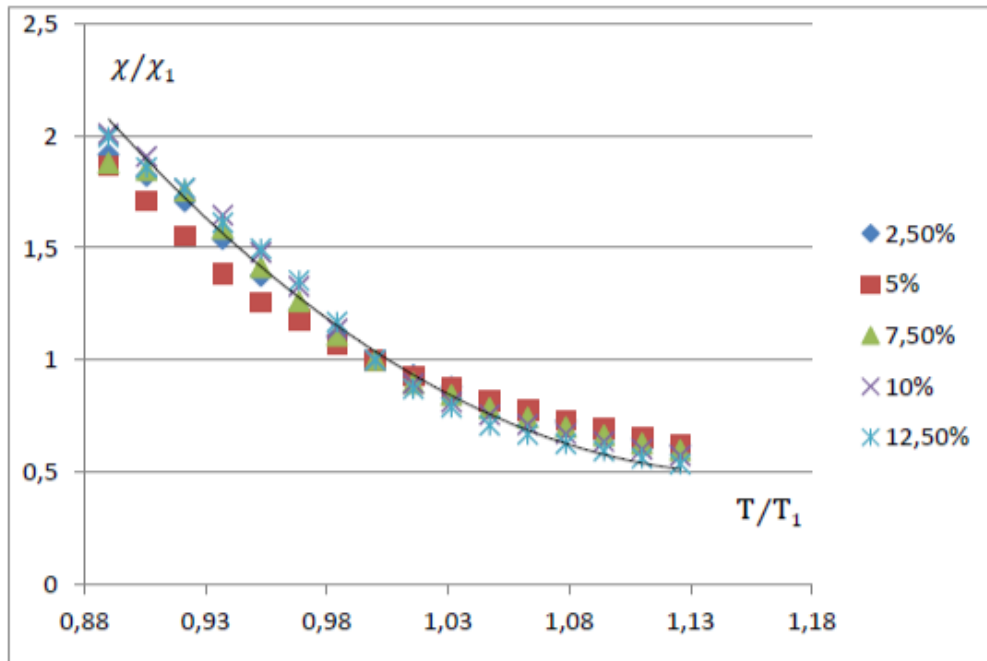


1	2	3	4	5	6	7
288	таҷр.	0,0330	0,0384	0,0430	0,0470	0,0510
	ҳисобкунӣ	0,0342	0,0402	0,0448	0,0481	0,0500
	Δ, %	3,50	4,48	4,02	2,30	1,96
293	таҷр.	0,0359	0,0418	0,0470	0,0510	0,0550
	ҳисобкунӣ	0,0369	0,0433	0,0483	0,0518	0,0539
	Δ, %	2,71	3,46	2,69	1,54	2,0
298	таҷр.	0,0388	0,0452	0,0510	0,0550	0,0590
	ҳисобкунӣ	0,0395	0,0465	0,0518	0,0556	0,0579
	Δ, %,	1,80	2,80	1,54	1,08	1,86
303	таҷр.	0,0417	0,0486	0,0550	0,0590	0,0630
	ҳисобкунӣ	0,0422	0,0496	0,0553	0,0594	0,0618
	Δ, %	1,18	2,02	0,54	0,67	1,90
308	таҷр.	0,0446	0,0520	0,0590	0,0630	0,0670
	ҳисобкунӣ	0,0449	0,0528	0,0588	0,0632	0,0657
	Δ, %	0,67	1,15	0,33	0,32	1,94
313	таҷр.	0,0475	0,0554	0,0630	0,0670	0,0710
	ҳисобкунӣ	0,0476	0,0559	0,0623	0,0669	0,0696
	Δ, %	0,21	0,90	1,11	0,15	1,98
318	таҷр.	0,0504	0,0588	0,0670	0,0710	0,0750
	ҳисобкунӣ	0,0568	0,0591	0,0659	0,0707	0,0736
	Δ, %	0,20	0,51	1,64	0,42	1,90
323	таҷр.	0,0533	0,0622	0,0710	0,0750	0,0790
	ҳисобкунӣ	0,0529	0,0622	0,0694	0,0745	0,0775
	Δ, %	0,75	0	2,25	0,67	1,91
328	таҷр.	0,0562	0,0656	0,0750	0,0790	0,0830
	ҳисобкунӣ	0,0556	0,0653	0,0729	0,0782	0,0814
	Δ, %	1,10	0,40	2,80	1,01	1,93

333	таҷр.	0,0591	0,0690	0,0790	0,0830	0,0870
	ҳисобкунӣ	0,0583	0,0685	0,0764	0,0820	0,0853
	Δ, %	1,35	0,72	3,30	1,20	1,95
338	таҷр.	0,0620	0,0724	0,0830	0,0870	0,0910
	ҳисобкунӣ	0,0610	0,0716	0,0799	0,0858	0,0893
	Δ, %	1,61	1,10	3,73	1,38	1,87
343	таҷр.	0,0649	0,0758	0,0870	0,0910	0,0950
	ҳисобкунӣ	0,0637	0,0748	0,0834	0,0896	0,0932
	Δ, %	1,85	1,32	4,14	1,54	1,90
348	таҷр.	0,0678	0,0792	0,0910	0,0950	0,0990
	ҳисобкунӣ	0,0663	0,0779	0,0869	0,0933	0,0971
	Δ, %	2,21	1,64	4,50	1,80	1,92
353	таҷр.	0,0707	0,0826	0,0950	0,0990	0,1030
	ҳисобкунӣ	0,0690	0,0811	0,0905	0,0971	0,1010
	Δ, %	2,40	1,81	4,74	1,92	1,94
358	таҷр.	0,0736	0,0860	0,0990	0,1030	0,1070
	ҳисобкунӣ	0,0717	0,0842	0,0940	0,1009	0,1049
	Δ, %	2,59	2,10	5,05	2,04	1,96

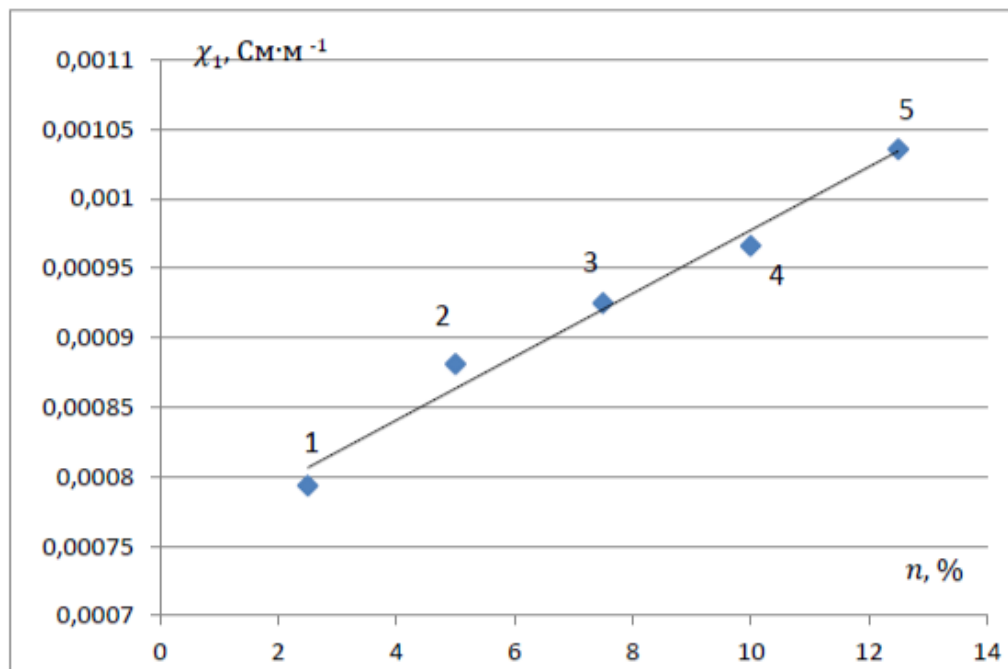
#### **4.3.2. Коркарди қиматҳои натиҷаҳои таҷрибавӣ оид ба электрогузаронии хоси маҳлули оби этиленгликол-45 + дудаи ангишти кони Айнӣ**

Барои ҷамъбасти маълумоти таҷрибавӣ оид ба электрогузаронии хоси системаи маҳлули оби этиленгликоли 45 бо консентратсияҳои гуногуни дудаи ангишти кони Айнӣ вобастагии (4.21) истифода шудааст. Вобастагии графикаи ифодаи (4.21) барои системаҳои маҳлули оби этиленгликол-45 бо консентратсияи гуногуни дудаи ангишти кони Айнӣ дар расми 4.15 оварда шудааст.



Расми 4.15. Электрогузаронии хоси нисбӣ ( $\chi/\chi_1$ )-и намунаҳои таҷрибавии маҳлули обии этиленгликол-45 + дуда вобаста ба ҳарорати нисбӣ ( $T/T_1$ )

Таҳлил нишон дод, ки  $\chi_1$  қиматҳои вобаста аз консентратсияи чузъи дуоми маҳлул, яъне дуда мебошад (расми 4.16).



Расми 4.16. Вобастагии  $\eta_1$  аз консентратсияи дуда ( $n$ ): 1 – 2,5% дуда; 2 – 5% дуда; 3 – 7,5% дуда; 3 – 10% дуда; 4 – 12,5% дуда

Барои намунаи маҳлули обии этиленгликол-45 + дуда, хати қачи дар расми 4.14 овардашуда. бо ифодаи зерин тавсиф карда мешавад:

$$\frac{\chi}{\chi_1} = 26,95 \left(\frac{T}{T_1}\right)^2 - 61,16 \frac{T}{T_1} + 35,203. \quad (4.25)$$

Муодилаи хати рости дар расми 4.15 тасвиршуда намуди зеринро дорад:

$$\chi_1 = 0,00002n + 0,0008, \text{См} \cdot \text{м}^{-1}. \quad (4.26)$$

Аз муодилаи (4.25) бо назардошти ифодаи (4.26) ҳосил мекунем:

$$\chi = \left[ 26,95 \left(\frac{T}{T_1}\right)^2 - 61,16 \frac{T}{T_1} + 35,203 \right] (0,00002n + 0,0008), \text{См} \cdot \text{м}^{-1} \quad (4.27)$$

Муодилаи (4.27) имконият медиҳад, ки электрогузаронии хоси системаи маҳлули обии этиленгликол-45 (антифриз) + дуда, дар ҳудудҳои ҳароратҳои аз 283К то 358К ва консентратсияи дуда аз 2,5% то 12,5% бо ҳатогии нисбии то 1,79% ҳисоб карда шавад (ҷадвали 4.8).

Ҷадвали 4.8. Муқоисаи қиматҳои таҷрибавӣ ва ҳисобкунӣ оид ба электрогузаронии хос ( $\chi, \text{См} \cdot \text{м}^{-1}$ )-и маҳлули обии этиленгликол-45 + дуда вобаста ба ҳарорат ва консентратсияи дуда

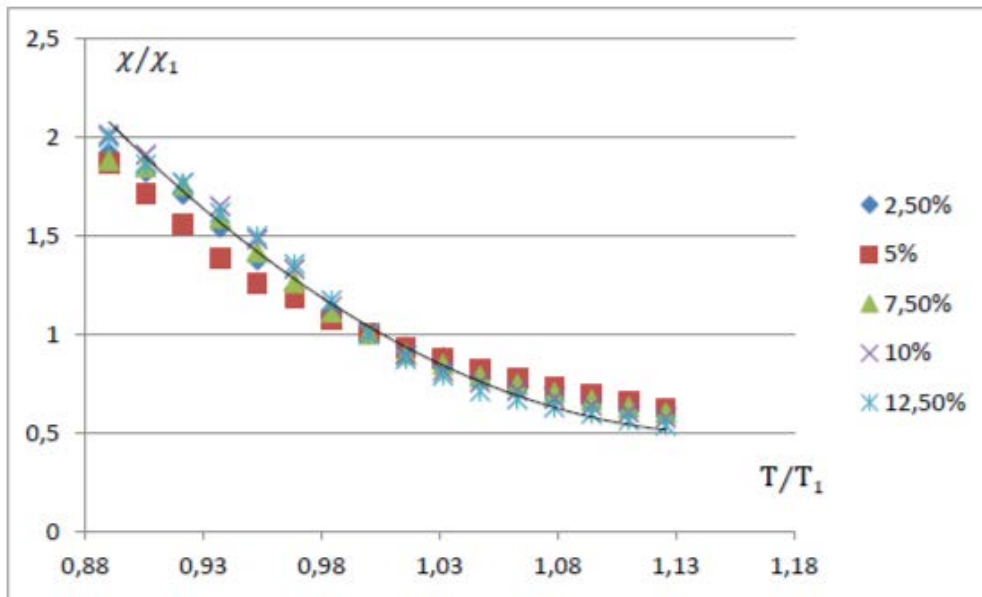
Т, К	Қимат	n, %				
		2,5	5	7,5	10	12,5
1	2	3	4	5	6	7
283	таҷр.	0,05390	0,05450	0,05810	0,06160	0,06510
	ҳисобкунӣ	0,05523	0,05743	0,05963	0,06184	0,05743
	$\Delta, \%$	2,41	5,10	2,56	0,39	11,7

288	таҷр.	0,05940	0,05910	0,06320	0,06555	0,06790
	ҳисобкунӣ	0,05988	0,06227	0,06466	0,06704	0,06227
	Δ, %	0,80	5,09	2,26	2,22	8,30
293	таҷр.	0,06410	0,06410	0,06760	0,07095	0,07430
	ҳисобкунӣ	0,06454	0,06711	0,06968	0,07225	0,06711
	Δ, %	0,68	4,48	2,98	1,80	9,68
298	таҷр.	0,06860	0,06960	0,07300	0,07635	0,07970
	ҳисобкунӣ	0,06919	0,07195	0,07470	0,07746	0,07195
	Δ, %	0,85	3,27	2,27	1,43	9,72
303	таҷр.	0,07340	0,07560	0,07900	0,08255	0,08610
	ҳисобкунӣ	0,07384	0,07679	0,07973	0,08267	0,07679
	Δ, %	0,60	1,49	0,91	0,14	10,81
308	таҷр.	0,07830	0,08039	0,08366	0,08721	0,09076
	ҳисобкунӣ	0,07849	0,08162	0,08475	0,08788	0,08162
	Δ, %	0,24	1,50	1,29	0,76	10,07
313	таҷр.	0,08320	0,08566	0,08882	0,09248	0,09614
	ҳисобкунӣ	0,08315	0,08646	0,08978	0,09309	0,08646
	Δ, %	0,06	0,92	1,07	0,65	10,06
318	таҷр.	0,08800	0,09093	0,09398	0,09775	0,10152
	ҳисобкунӣ	0,08780	0,09130	0,09480	0,09830	0,09130
	Δ, %	0,23	0,40	0,86	0,56	10,07
323	таҷр.	0,09280	0,09620	0,09914	0,10302	0,10690
	ҳисобкунӣ	0,09245	0,09614	0,09982	0,10351	0,09614
	Δ, %	0,38	0,06	0,68	0,47	10,06
328	таҷр.	0,09760	0,10147	0,10430	0,10829	0,11228
	ҳисобкунӣ	0,09711	0,10098	0,10485	0,10872	0,10098
	Δ, %	0,50	0,48	0,52	0,39	10,06

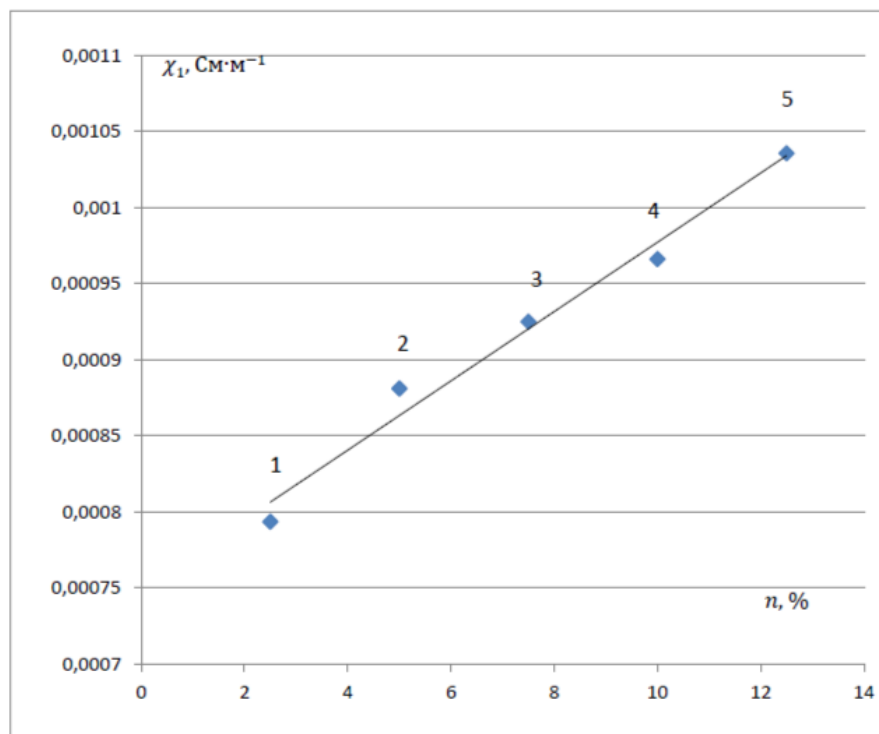
333	таҷр.	0,10240	0,10674	0,10946	0,11356	0,11766
	ҳисобкунӣ	0,10176	0,10581	0,10987	0,11393	0,10581
	Δ, %	0,62	0,87	0,37	0,32	10,07
338	таҷр.	0,10730	0,11201	0,11462	0,11883	0,12304
	ҳисобкунӣ	0,10641	0,11065	0,11490	0,11914	0,11065
	Δ, %	0,83	1,21	0,24	0,26	10,06
343	таҷр.	0,11210	0,11728	0,11978	0,12410	0,12842
	ҳисобкунӣ	0,11106	0,11549	0,11992	0,12435	0,11549
	Δ, %	0,93	1,53	0,17	0,20	10,06
348	таҷр.	0,11690	0,12255	0,12494	0,12937	0,13380
	ҳисобкунӣ	0,11572	0,12033	0,12494	0,12956	0,12033
	Δ, %	1,10	1,81	0	0,15	10,06
353	таҷр.	0,12170	0,12782	0,13010	0,13464	0,13918
	ҳисобкунӣ	0,12037	0,12517	0,12997	0,13476	0,12517
	Δ, %	1,09	2,07	0,10	0,09	10,06
358	таҷр.	0,12650	0,13309	0,13526	0,13991	0,14456
	ҳисобкунӣ	0,12502	0,13001	0,13499	0,13997	0,13001
	Δ, %	1,17	2,31	0,20	0,04	10,06

#### 4.3.3. Коркарди қиматҳои таҷрибавӣ оид ба электрогузаронии хоси маҳлули обии этиленгликол-45 бо концентратсияҳои гуногун ва оксиди оҳан

Барои ҷамъбасти маълумот оид ба электрогузаронии хоси намунаҳои тадқиқшавандаи маҳлули обии этиленгликол-45 бо концентратсияҳои гуногуни оксиди оҳан вобастагии (4.21) истифода шудааст. Вобастагии графикаи ифодаи (4.21) барои системаҳои объекти маҳлули обии этиленгликоли 45 бо концентратсияи оксиди оҳан дар расми 4.17 нишон дода шудааст.



Расми 4.17. Электрогузаронии хоси нисбӣ ( $\chi/\chi_1$ ) -и намунаҳои таҷрибавии маҳлули обии этиленгликол-45 + оксиди оҳан вобаста ба ҳарорати нисбӣ ( $T/T_1$ ): 2,5 – 2,5% оксиди оҳан; 5 – 5% оксиди оҳан; 7,5 – 7,5% оксиди оҳан; 10 – 10% оксиди оҳан; 12,5 – 12,5% оксиди оҳан



Расми 4.18. Вобастагии  $\eta_1$  аз консентратсияи оксиди оҳан (n): 1 – 2,5% оксиди оҳан; 2 – 5% оксиди оҳан; 3 – 7,5% оксиди оҳан; 4 – 10% оксиди оҳан; 5 – 12,5% оксиди оҳан

Барои намунаҳои маҳлули обии этиленгликол-45 + оксиди оҳан, хати қаче, ки дар графикаи 4.17 тасвир шудааст. бо ифодаи зерин тавсиф карда мешавад:

$$\frac{\chi}{\chi_1} = 24,939 \left(\frac{T}{T_1}\right)^2 - 57,107 \frac{T}{T_1} + 33,193. \quad (4.28)$$

Хати росте, ки дар расми 4.18 тасвир ёфтааст, бо ифодаи зерин тавсиф меёбад:

$$\chi_1 = 0,00002n + 0,0008, \text{См} \cdot \text{м}^{-1}. \quad (4.29)$$

Аз муодилаи (4.28) бо назардошти ифодаи (4.29) ҳосил мекунем:

$$\chi = \left[ 24,939 \left(\frac{T}{T_1}\right)^2 - 57,107 \frac{T}{T_1} + 33,193 \right] \cdot (0,00002n + 0,0008), \text{См} \cdot \text{м}^{-1} \quad (4.30)$$

Муодилаи (4.30) имконият медиҳад ки электрогузаронии хоси маҳлули обии этиленгликол -45 + оксиди оҳан, дар ҳудудҳои ҳароратҳои (283-358)К ва консентратсияи оксиди оҳан (2,5-12,5)% бо ҳатогии то 4,03% ҳисоб карда шавад (ҷадвали 4.9).

Ҷадвали 4.9. - Муқоисаи қиматҳои таҷрибавӣ ва ҳисобкунӣ оид ба электрогузаронии хос ( $\chi, \text{См} \cdot \text{м}^{-1}$ )-и маҳлули обии этиленгликол-45 + оксиди оҳан вобаста ба ҳарорат ва консентратсияи оксиди оҳан

Т, К	қимат	n, %				
		2,5	5	7,5	10	12,5
1	2	3	4	5	6	7
283	таҷр.	0,02930	0,04280	0,04880	0,05450	0,05850
	ҷадв.	0,03030	0,04018	0,04835	0,05482	0,05958
	Δ,%	3,30	6,12	0,92	0,58	1,81



1	2	3	4	5	6	7
288	таҷр.	0,03030	0,04440	0,05010	0,05850	0,06200
	ҷадв.	0,03233	0,04286	0,05158	0,05848	0,06357
	Δ,%	6,28	3,47	2,87	0,03	2,47
293	таҷр.	0,03320	0,04680	0,05540	0,06140	0,06550
	ҷадв.	0,03436	0,04555	0,05482	0,06215	0,06756
	Δ,%	3,38	2,67	1,05	1,21	3,05
298	таҷр.	0,03650	0,04910	0,05940	0,06520	0,06900
	ҷадв.	0,03638	0,04824	0,05805	0,06582	0,07154
	Δ,%	0,33	1,57	2,27	0,94	3,55
303	таҷр.	0,03890	0,05290	0,06220	0,06940	0,07250
	ҷадв.	0,03841	0,05093	0,06129	0,06949	0,07553
	Δ,%	1,26	3,72	1,46	0,13	4,01
308	таҷр.	0,04130	0,05460	0,06590	0,07280	0,07600
	ҷадв.	0,04044	0,05362	0,06452	0,07316	0,07952
	Δ,%	2,08	1,79	2,09	0,49	4,43
313	таҷр.	0,04380	0,05720	0,06950	0,07640	0,07950
	ҷадв.	0,04247	0,05631	0,06776	0,07682	0,08350
	Δ,%	3,04	1,55	2,50	0,55	4,80
318	таҷр.	0,04630	0,05960	0,07310	0,08010	0,08300
	ҷадв.	0,04450	0,05899	0,07099	0,08049	0,08749
	Δ,%	3,89	1,02	2,89	0,48	5,13
323	таҷр.	0,04890	0,06210	0,07670	0,08370	0,08650
	ҷадв.	0,04652	0,06168	0,07423	0,08416	0,09148
	Δ,%	4,87	0,68	3,22	0,55	5,44
328	таҷр.	0,05140	0,06460	0,08030	0,08740	0,09000
	ҷадв.	0,04855	0,06437	0,07746	0,08783	0,09547
	Δ,%	5,54	0,36	3,54	0,49	5,73

1	2	3	4	5	6	7
333	таҷр.	0,05400	0,06710	0,08390	0,09100	0,09350
	ҷадв.	0,05058	0,06706	0,08070	0,09150	0,09945
	Δ,%	6,33	0,06	3,81	0,55	6,00
338	таҷр.	0,05650	0,06960	0,08750	0,09460	0,09700
	ҷадв.	0,05261	0,06975	0,08393	0,09516	0,10344
	Δ,%	6,89	0,21	4,08	0,59	6,22
343	таҷр.	0,05900	0,07210	0,09110	0,09830	0,10050
	ҷадв.	0,05463	0,07244	0,08717	0,09883	0,10743
	Δ,%	7,41	0,47	338	0,54	6,45
348	таҷр.	0,06160	0,07460	0,09470	0,10190	0,10400
	ҷадв.	0,05666	0,07512	0,09040	0,10250	0,11141
	Δ,%	8,02	0,70	4,54	0,58	6,65
353	таҷр.	0,06410	0,07710	0,09830	0,10560	0,10750
	ҷадв.	0,05869	0,07781	0,09364	0,10617	0,11540
	Δ,%	8,44	0,91	4,74	0,54	6,84
358	таҷр.	0,06670	0,07560	0,10190	0,10920	0,11100
	ҷадв.	0,06072	0,08050	0,09687	0,10984	0,11939
	Δ,%	8,96	6,10	4,94	0,58	7,03

**4.4. Коркарди қиматҳои таҷрибавӣ оид ба муқовимати хоси маҳлули оби этиленгликол-45 бо концентратсияҳо ва хокаи графит, дудаи ангишти кони Айнӣ ва оксиди оҳан вобаста ба ҳарорат**

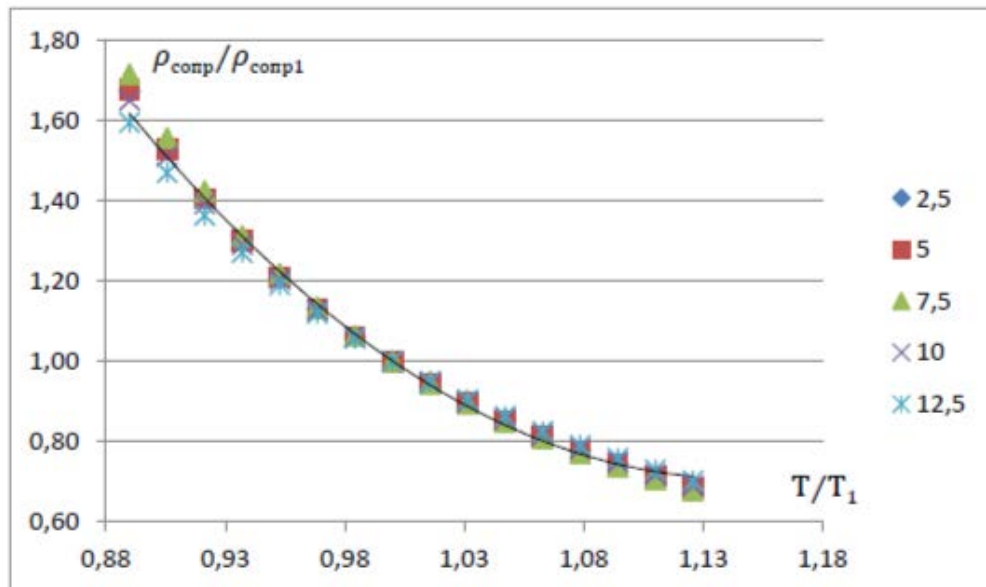
Ҷамъбасти маълумоти таҷрибавӣ оид ба муқовимати хоси электрикии намунаҳои тадқиқшаванда, ки вобаста ба ҳарорат дар фишори атмосферӣ ба даст оварда шудаанд, бо истифода аз методи квадрати хурдтарин ва қонуни мувофиқоварии ҳолатҳо гузаронида шудааст [5, 102-М, 106-М, 107-М]:

$$\frac{\rho_{\text{сопр}}}{\rho_{\text{сопр}_1}} = f\left(\frac{T}{T_1}\right), \quad (4.31)$$

дар ин ҷо:  $\rho_m$  и  $\rho_{m1}$  - муқовимати хоси электрикии намунаҳои тадқиқотӣ мувофиқан дар ҳароратҳои гуногун  $T$ ,  $K$  ва  $T_1$ ,  $K$ ;  $T_1 = 318 K$ .

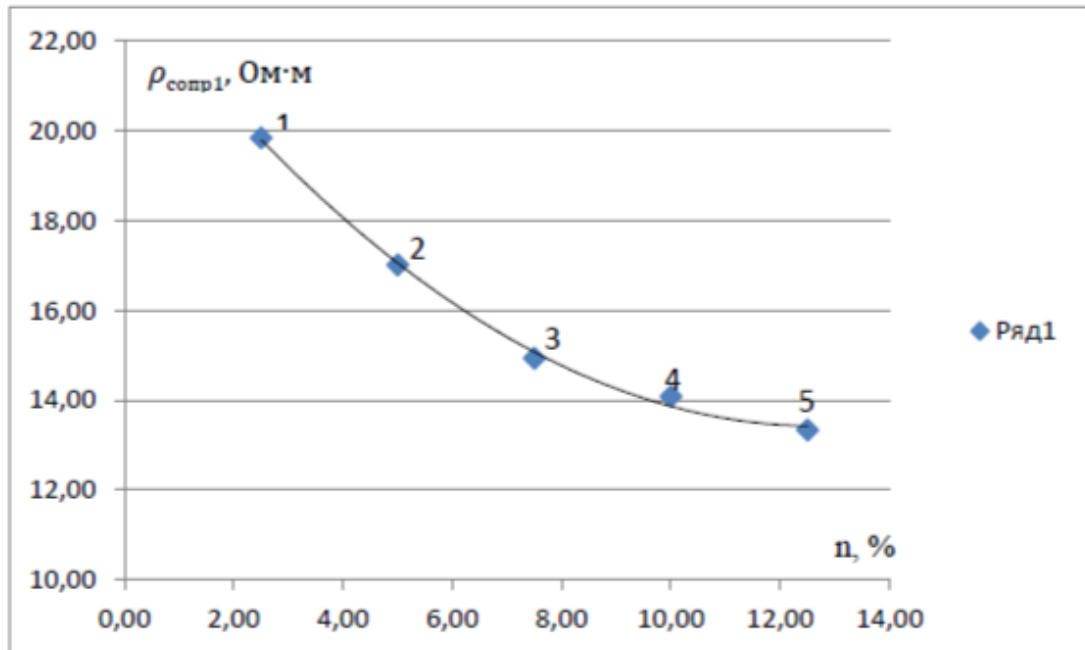
#### 4.4.1 Коркарди қиматҳои натиҷаҳои таҷрибавӣ оид ба муқовимати ҳоси электрикии маҳлули обии этиленгликол-45 бо консентратсияҳои хокаи графит

Барои ҷамъбасти маълумот оид ба муқовимати ҳоси электрикии намунаҳои системаи маҳлули обии этиленгликол-45 бо консентратсияҳои гуногуни хокаи графит вобастагии (4.31) истифода шудааст. Вобастагии графикаи ифодаи (4.31) барои системаи намунаҳои маҳлули обии этиленгликоли -45 бо консентратсияҳои гуногуни хокаи графит дар расми 4.19 оварда шудааст.



Расми 4.19. Муқовимати ҳоси электрикии нисбӣ ( $\rho_M/\rho_{M1}$ ) -и маҳлули обии этиленгликол-45 +хокаи графит вобаста ба ҳарорати нисбӣ ( $T/T_1$ ): 2,5 – 2,5% хокаи графит; 5 – 5% хокаи графит; 7,5 – 7,5% хокаи графит; 10 – 10% хокаи графит; 12,5 – 12,5% хокаи графит

Таҳлилҳо нишон доданд, ки  $\rho_{M1}$  қиматҳои мебошанд, ки аз консентратсияи хокаи графит дар маҳлул вобастаанд (расми 4.20).



Расми 4.20. Вобастагии  $\rho_{м1}$  аз консентратсияи хокаи графит ( $n$ ): 1 – 2,5% хокаи графит; 2 – 5% хокаи графит; 3– 7,5% хокаи графит; 4 – 10% хокаи графит; 5 – 12,5% хокаи графит

Барои намунаҳои системаи маҳлули обии этиленгликол-45 + хокаи графит хати қачи дар графикаи 4.19 тасвиршуда. бо ифодаи зерин тавсиф карда мешавад:

$$\rho_{муқ}/\rho_{муқ1} = \left[ 14,085 \left( \frac{T}{T_1} \right)^2 - 32,231 \left( \frac{T}{T_1} \right) + 19,146 \right]. \quad (4.32)$$

Муодилаи хати қачи дар графикаи 4.20 тасвиршуда. бо ифодаи зерин тавсиф карда мешавад:

$$\rho_{муқ1} = (0,0616(n)^2 - 1,562(n) + 23,318), Ом \cdot м. \quad (4.33)$$

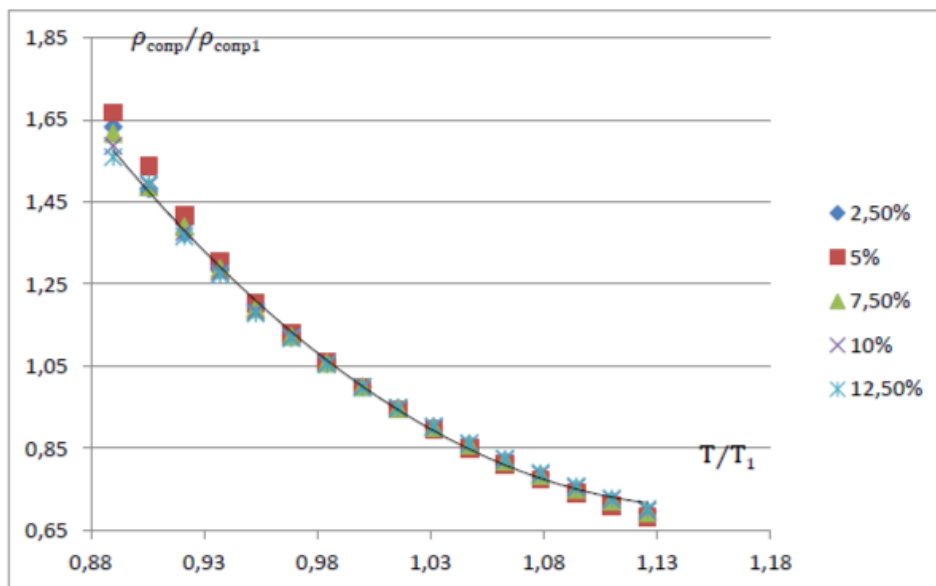
Аз муодилаи (4.32) бо назардошти ифодаи (4.33) ҳосил мекунем:

$$\rho_{м} = \left[ 14,085 \left( \frac{T}{T_1} \right)^2 - 32,231 \left( \frac{T}{T_1} \right) + 19,146 \right] (0,0616(n)^2 - 1,562(n) + 23,318), Ом \cdot м. \quad (4.34)$$

Муодилаи (4.34) имконият медиҳад муқовимати хоси электрикии маҳлули оби этиленгликол-45 + хокаи графит, дар ҳудуди ҳароратҳои 283-358K ва консентратсияи хокаи графит 2,5-12,5% бо ҳатоғии миёнаи 4,05% ҳисоб карда шавад.

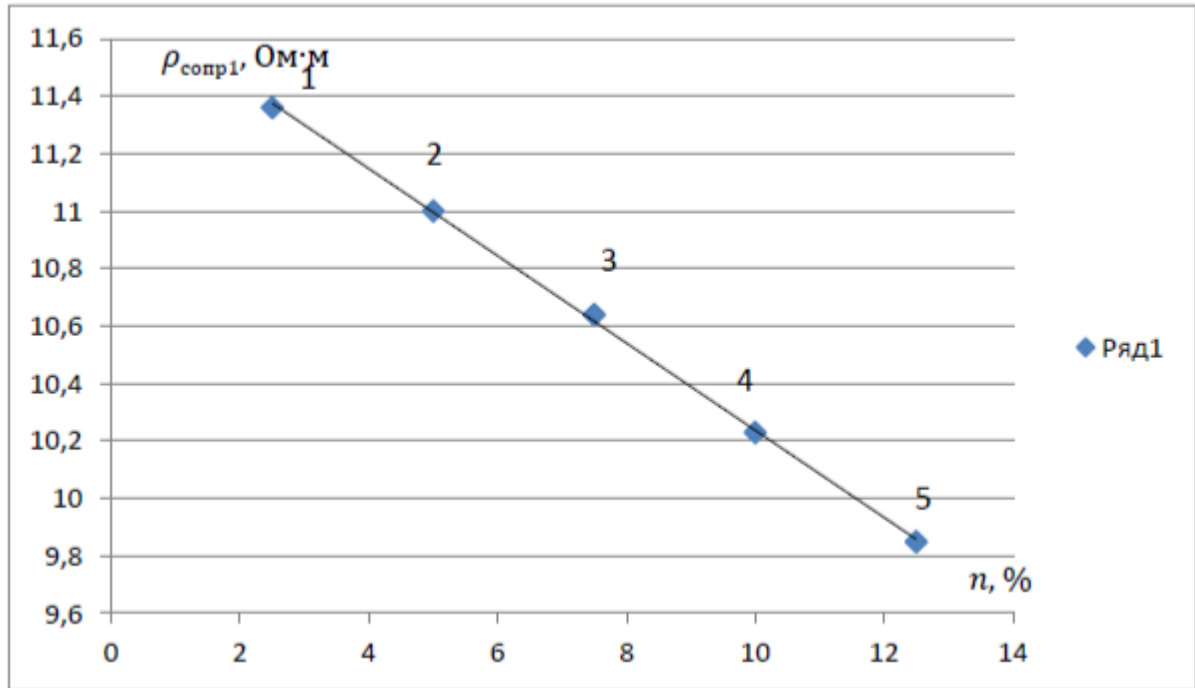
#### 4.4.2. Қорқарди қиматҳои натиҷаҳои таҷрибавӣ оид ба муқовимати хоси маҳлули оби этиленгликол-45 бо консентратсияҳои дуда

Барои иҷрои ҷамъбасти маълумот оид ба муқовимати хоси электрикии системаи намунаҳои маҳлули оби этиленгликоли 45 бо консентратсияҳои гуногуни дуда вобастагии (4.31) истифода шудааст. Ифодаи графикӣ (4.31) барои системаи намунаҳои маҳлули оби этиленгликол-45 + дуда бо консентратсияҳои гуногун дар расми 4.21 нишон дода шудааст.



Расми 4.21. Муқовимати хоси электрикии нисбӣ ( $\rho_M/\rho_{M1}$ ) -и намунаҳои таҷрибавии маҳлули оби этиленгликол-45 + дуда вобаста ба ҳарорати нисбӣ ( $T/T_1$ ): 2,5 – 2,5% дуда; 5 – 5% дуда; 7,5 – 7,5% дуда; 10 – 10% дуда; 12,5 – 12,5% дуда

Тахлил нишон дод, ки  $\rho_1$  қиматҳои вобаста аз консентратсияи дуда дар маҳлули оби этиленгликол-45 мебошанд (расми 4.22).



Расми 4.22. Вобастагии  $\rho_1$  аз концентрасияи дуда ( $n$ ): 1 – 2,5% дуда; 2 – 5% дуда; 3 – 7,5% дуда; 4 – 10% дуда; 5 – 12,5% дуда

Барои намунаҳои маҳлули обии этиленгликол-45 + дуда, хатти дар графики 4.21 тасвиршуда. бо ифодаи зерин тавсиф карда мешавад:

$$\rho_{сопр} / \rho_{сопр1} = \left[ 12,567 \left( \frac{T}{T_1} \right)^2 - 28,967 \left( \frac{T}{T_1} \right) + 17,401 \right], \quad (4.35)$$

Муодилаи хати росте, ки дар графики 4.22 тасвир шудааст, намуди зеринро дорад:

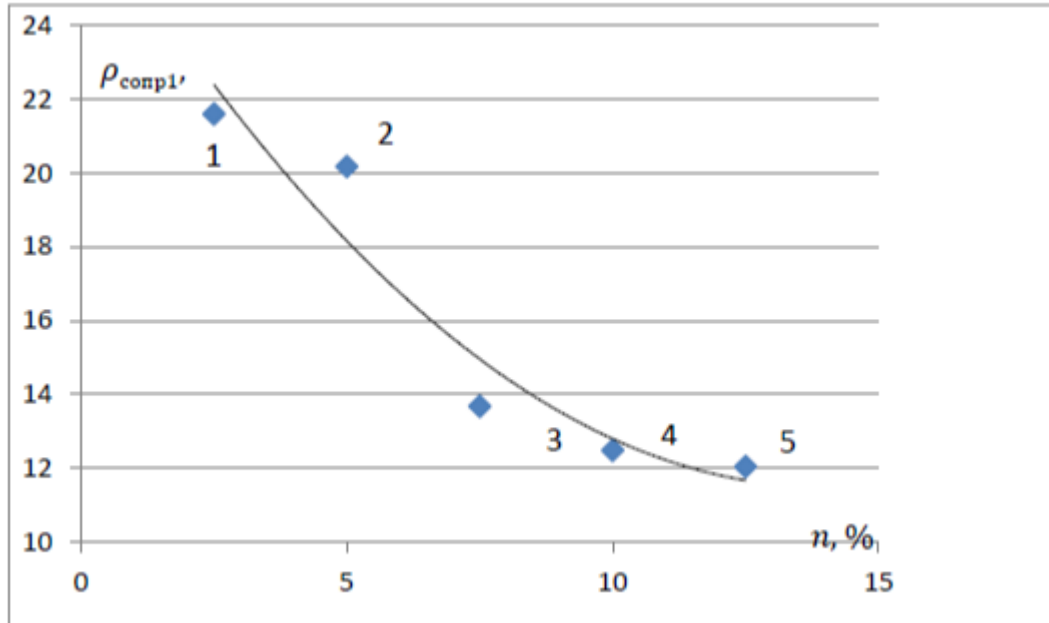
$$\rho_{сопр1} = (-0,1516(n) + 11,753), \text{Ом} \cdot \text{м} \quad (4.36)$$

Аз муодилаи (4.35) бо назардошти ифодаи (4.36) ҳосил мекунем:

$$\rho_{сопр} = \left[ 12,567 \left( \frac{T}{T_1} \right)^2 - 28,967 \left( \frac{T}{T_1} \right) + 17,401 \right] (-0,1516(n) + 11,753), \text{Ом} \cdot \text{м}. \quad (4.37)$$



Таҳлил нишон дод, ки  $\rho_{M1}$  қиматҳое мебошанд, ки аз консентратсияи оксиди оҳан дар маҳлул вобастаанд (расми 4.24).



Расми 4.24. Вобастагии  $\rho_{M1}$  аз консентратсияи оксиди оҳан (n): 1 – 2,5% оксиди оҳан; 2 – 5% оксиди оҳан; 3 – 7,5% оксиди оҳан; 4 – 10% оксиди оҳан; 5 – 12,5% оксиди оҳан

Барои намунаҳои системаи маҳлули обии этиленгликол-45 + оксиди оҳан, ҳатти қачи дар графики 4.23 тасвиршуда бо ифодаи зерин тавсиф дода мешавад:

$$\rho_{sopr} / \rho_{sopr1} = \left[ 10,243 \left( \frac{T}{T_1} \right)^2 - 23,915 \left( \frac{T}{T_1} \right) + 14,672 \right]. \quad (4.38)$$

Муодилаи хати росте, ки дар расми 4.24 тасвир шудааст, намуди зеринро дорад:

$$\rho_{sopr1} = (0,0829(n)^2 - 2,3121(n) + 27.636), \text{ Ом} \cdot \text{ м}. \quad (4.39)$$

Аз муодилаи (4.38) бо назардошти ифодаи (4.39) ҳосил мекунем:



$$\rho_{\text{сопр}} = \left[ 10,243 \left( \frac{T}{T_1} \right)^2 - 23,915 \left( \frac{T}{T_1} \right) + 14,672 \right] (0,0829(n)^2 - 2,3121(n) + 27,636), \text{ Ом} \cdot \text{ м} \quad (4.40)$$

Муодилаи (4.40) имконият медиҳад муқовимати хоси электрикии маҳлули оби этиленгликол-45 + оксиди оҳан, дар ҳудудҳои ҳароратҳои (283-358)К ва концентратсияҳои оксиди оҳан (2,5-12,5)% бо ҳатогии миёнаи 4,08% ҳисоб карда шавад.

### **Хулосаҳои боби чорум**

Дар асоси маълумоти таҷрибавии бадастомада оид ба зичӣ, часпакии динамикӣ, электрогузаронӣ ва муқовимати хоси электрикӣ, инчунин қонуни мувофиқоварии термодинамикӣ, мо бори аввал як қатор муодилаҳои эмпирикиро оид ба ҳисобкунии зичӣ, часпакии динамикӣ, электрогузаронӣ ва муқовимати хоси электрикии объектҳои тадқиқотӣ бо концентратсияҳои гуногуни хокаи магнитӣ (хокаи графит, оксиди оҳан, дудай ангишти кони Айнин) вобаста ба ҳарорат, инчунин индуксияи майдони магнитӣ, дар фишори атмосферӣ ҳосил карда шудааст.

## НАТИЧАҲО ВА ХУЛОСАҲОИ АСОСӢ

1. Дастгоҳҳои таҷрибавӣ барои тадқиқи амалии зичӣ, часпакии динамикӣ, электрогузаронӣ ва муқовимати хоси электрикии моддаҳои тадқиқотӣ вобаста ба ҳарорат (283-358 К), инчунин электрогузаронии хос вобаста ба индуксияи майдони магнитӣ (0-1 Тл) азнавсозӣ карда шудаанд.

2. Маълумоти таҷрибавӣ оид ба зичӣ, часпакии динамикӣ, электрогузаронӣ ва муқовимати хоси электрикии маҳлулҳои обии этиленгликол-45 дар ҳароратҳои гуногун (283-358 К), концентратсияи дуда, хокаи графит ва оксиди оҳан (2,5-12,5% масс.), инчунин электрогузаронӣ вобаста ба индуксияи майдони магнитӣ (0-1 Тл) ба даст оварда шудааст [2-М, 3-М, 7-М, 11-М].

3. Муайян карда шудааст, ки дар ҳудуди тағйирёбии ҳарорат аз 283 то 358 К, илова кардани хоки ангишти кони Айнӣ ва хокаи графит аз 2,5 то 12,5% ба маҳлули обии этиленгликол-45, ба кам шудани зичии маҳлул ба ҳисоби миёна то 3,8% ва илова кардани оксиди оҳан ба афзоиши зичии система, ба ҳисоби миёна 4,4% оварда мерасонад [2-М, 3-М, 7-М, 11-М].

4. Натиҷаҳои таҷрибаҳо нишон доданд, ки концентратсияи хокаҳои магнитӣ ба тағйирёбии назарраси часпакии динамикӣ ва электрогузаронӣ меоваранд, яъне концентратсияи аз 2,5 то 12,5% хокаҳои магнитӣ дар маҳлули обии этиленгликол ба 25% афзоиши часпакии динамикӣ ва то 36% афзоиши электрогузаронӣ оварда мерасонад [6-М, 4-М].

5. Муайян карда шудааст, ки ҳангоми илова кардани то 12,5% дуда, хокаи графит ва оксиди оҳан ба маҳлули обии этиленгликол-45, ба кам шудани муқовимати хоси электрикӣ то 36% оварда мерасонад.

6. Афзоиши ҳарорат аз 283 то 358 К боиси кам шудани часпакии динамикӣ ва муқовимати хоси электрикии маҳлули обии этиленгликол-45 ва мувофиқан ба афзоиши электрогузаронӣ то 60% мегардад [9-М].

7. Бо тарзи таҷрибавӣ муайян карда шудааст, ки сели майдони магнитӣ ба хосиятҳои моеъҳо таъсир мерасонад. Баландшавии индуксияи майдони магнитӣ

аз 0 то 1 Тл боиси кам шудани муқовимати хоси электрикӣ ва мувофиқан афзоиши электрогузаронӣ то 18% мегардад [9-М].

8. Як қатор муодилаҳои эмпирикӣ дар натиҷаи коркард ва ҷамъбасти маълумоти таҷрибавӣ бароварда шудаанд, ки бо ёрии онҳо имконияти ҳисоб кардани зичӣ ва часпакии динамикии маҳлули оби этиленгликол-45 вобаста ба консентратсияи хоқаҳои магнитӣ ва ҳарорат мумкин аст [2-М, 3-М].

9. Коркард ва ҷамъбасти натиҷаҳои тадқиқи маҳлулҳои оби этиленгликол-45 бо консентратсияи хоқаҳои магнитӣ барои электрогузаронии хос (муқовимати хоси электрикӣ гузаронида ва муодилаҳои эмпирикӣ бароварда шудаанд, ки имкон медиҳанд параметрҳои номбаршуда вобаста ба ҳарорат, индуксияи майдони магнитӣ ва консентратсияи хоқаҳои магнитӣ ҳисоб карда шаванд.

10. Натиҷаҳои тадқиқот - назариявӣ ва таҷрибавӣ, дар раванди таълимии Донишгоҳи аграрии Тоҷикистон ба номи Ш. Шохтемур (ш. Душанбе) ва Донишкадаи илмӣ-тадқиқотии саноати Вазорати саноат ва технологияҳои нави Ҷумҳурии Тоҷикистон татбиқ гардидааст (санадҳои татбиқ замима шудааст).

### **Тавсияҳо, дурнамои рушди минбаъдаи мавзӯи тадқиқоти рисола**

1. Натиҷаи тадқиқотҳои таҷрибавии зичӣ, часпакии динамикӣ, электрогузаронӣ ва муқовимати хоси электрикии (маҳлули оби этиленгликол-45 + хокаи графит; маҳлули оби этиленгликол-45 + дудаи ангишти кони Айнӣ; маҳлули оби этиленгликол-45 + оксиди оҳан) вобаста аз ҳарорат (283-358)К дар фишори атмосферӣ дар шакли ҷадвали маълумот пешниҳод шудааст, ки минбаъд метавонад барои ҳисобкунии равандҳои технологияи истеҳсоли категорияи муайяни маҳсулот, инчунин ҳангоми ҳисобкунии дастгоҳҳои гармимубодилакунанда истифода шаванд.

2. Муодилаҳои эмпирикии ҳосилкардашуда ва дастгоҳи таҷрибавӣ метавонанд аз тарафи донишҷӯён, магистрон, аспирантон ва докторантони кафедраи физикаи Донишгоҳи аграрии Тоҷикистон ба номи Ш. Шохтемур истифода шаванд.

3. Маълумоти таҷрибавии тадқиқоти зичӣ, часпакии динамикӣ, электрогузаронӣ ва муқовимати хоси электрики барои ҳисобкунии коэффитсиенти фаъолнокии ҳар яке аз маводҳои таркиби маҳлул хизмат расонида метавонанд.

4. Натиҷаи ҷамбастии параметрҳои таҷрибавию ҳисобкунии маҷмӯи тадқиқоти зичӣ, часпакии динамикӣ, электрогузаронӣ ва муқовимати хоси электрикӣ, инчунин пешниҳоди модели математикии тағйирёбии ин хосиятҳо метавонад на танҳо ҳаҷми гузаронидани таҷрибаҳои серхарочот, инчунин маблағгузорию харидорию таҷҳизотро кам намояд, натиҷаҳои ба даст омада барои сохтани маводи навини дастгоҳҳои гармимубодилакунанда замина гузорад.

5. Муодилаҳои эипирикии ба даст омадаро барои ҳисобкунӣ ва пешгӯӣ намудани зичӣ, часпакии динамикӣ, электрогузаронӣ ва муқовимати хоси электрикии маводҳои тадқиқотӣ дар нуқтаҳои тадқиқнашуда (ҳарорат, консентратсия ва индуксияи майдони магнитӣ) истифода бурдан мумкин аст.

## РҰЙХАТИ АДАБИЁТИ ИСТИФОДАШУДА

1. **Варгафтик, Н.Б.** Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. - М.: Наука, 1972. -721 с.
2. **Михеев, М.А., Михеева, И.М.** Основы теплопередачи. - М.: Энергия, 1977. -343 с.
3. **Чубик, И.А., Маслов, А.М.** Справочник по теплофизическим характеристикам пищевых продуктов и полуфабрикатов. - М.: «Пищевая промышленность», 1970. - 184 с.
4. **ГСССД 2-77.** Вода. Плотность при атмосферном давлении и температурах от 0 до 100°С. - М.: Издательство стандартов, 1978. - 6 с.
5. **Анакулов, М.М.** Влияние углеродных нанотрубок на изменение вязкости, плотности и электропроводности водного раствора этиленгликоля 65 (антифриз) и воды. / Дис...канд. техн. наук. / М.М. Анакулов – Казань, 2014. -159 с.
6. **Международный стандарт «Жидкость охлаждающая низкотемпературная».** Издание с Изменением №1, утвержденным Приказом № 762 от 22.10.53 (ИУС 10-53), 2053
7. **Своровская, Н.А.** Электрохимия растворов электролитов. Част1. Электропроводность / И.М. Колесников, В.А. Винокуров, - М.: 2017
8. **Смирнова, Л.Г.** К вопросу об электропроводности в системе «Много-Мтомный спирт-вода», А.К.Смирнов, О.Н. Кузнецова / Вестник технологического университета КХТИ КННТУ, Казань 2017, Т.20, №15, С.24-26.
9. **Копкова, Е.К.** Плотность, Вязкость и удельная электропроводность хлороводородных экстрактов высокомолекулярных одноатомных алифатических спиртов в экстракционной системе HCl – спирт – вода при 20°С / П.Б.Громов, Е.Н.Щелокова, Известия ВУЗ, серия химия и химическая технология, Электрохимия 5/2, 211, 2015, С.45-49.
10. **Крутикова, Е.В.** Влияние внешнего магнитного поля на парную корреляционную функцию и структурный фактор полидисперсных магнитных жидкостей / С.С. Канторович, Д.А. Анохин, А.О. Иванов / 15-я международная

Плесская научная конференция по нанодисперсным магнитным жидкостям. Плесс, Россия 2012, С. 64-67.

**11. Balesku, R.** Equilibrium and Nanoquilibrium statistical mechanics, Wiley, New York, 1975-756 p.

**12. Морозов, Н.А.** Влияние механического воздействия на дисперсный состав магнитных жидкостей. И.М. Арефьев, К.П. Пискарев, 18-я международная Плесская научная конференция по нанодисперсным магнитным жидкостям. Плесс, Россия 2018,- С. 128-137

**13. Елфимова, Е.А.** Статическая термодинамика и физические свойства магнитных жидкостей: роль многоатомных корреляций. Дисс... канд. наук. Екатеринбург, 2016. - 293с.

**14. Волков, В.Н.** Структура, состав и свойства воды. Учебно-методическое пособие по дисциплине «Гидрогеохимия». - Ростов-на-Дону, ЮФУ, 2011. - 28 с.

**15. Petros, I. Achaopoulos** программное обеспечение «Thermophysical».

**16. Powell, R. W.** // Phyl. Mag. Suppl. – 1958. –V.7, N 7, N 26. – p.276. 354

**17. Мустафаев, Р.А.** Теплофизические свойства углеводородов при высоких параметрах состояния / Р.А. Мустафаев-М., 1980.-296 с.

**18. Гусейнов, К.Д.** Исследование термодинамических свойств ряда кислородосодержащих органических веществ в широком интервале параметров состояния: / Камал Дадаш огли Гусейнов // Дисс....д-ра техн. наук, Баку,-1979.–392 с.

**19. Марценюк, М.А., Райхер, Ю.Л., Шлиомис, М.И.** К кинетике намагничивания суспензий однодоменных частиц // Труды Международной конференции по магнетизму МКМ-73 (22 – 28 августа 1973г.). – - М.: Наука, 1974. – С.540–544.

**20. Марценюк, М.А., Райхер, Ю.Л., Шлиомис М.И.** К кинетике намагничивания суспензий ферромагнитных частиц // ЖЭТФ. – 1973. – Т. 65, вып. 1(7). – С. 834 – 840.

**21. Сафаров, М.М.** Теплофизические свойства простых эфиров и водных растворов гидразина при различных температурах и давлениях. / Махмадали Махмадиевич Сафаров // Дисс... д-ра техн. наук, Душанбе, -1993. –495 с.

**22. Сафаров, М.М.** Гусейнов, К.Д. Теплофизические свойства простых эфиров в широком интервале параметров состояния (теплопроводность и плотность). Монография. - Душанбе, 1996. - 196 с.

**23. Ноздерева, В.Ф.** Практикум по общей физики. Под общей редакцией профессора В.Ф. Ноздерева. Уч. пособие для физико-математических факультетов - М.,1971. -311с

**24. Геращенко, Ю.А.** Температурные измерения: Справочник / Ю.А. Геращенко, А.Н. Гордов, Р.И. Лах, Н.Я.Ярышев. // Киев, Науковадумка,1984. - 495с.

**25. Буравой, С.Е.** Перспективы исследования теплофизических свойств методами монотонного режима // Буравой, С.Е., Платунов, Е.С., Курепин, В.В. Материалы 5 Международной теплофизической школы.20-24 сентября 2004г. Часть 1. Тамбов, Изд. ТГТУ.С.66-74.

**26. Платунов, Е.С.** Теплофизические измерения и приборы / Е.С.Платунов, С.Е. Буравой. В.В. Курепин, Г.С. Петров; Под общ. ред. Е.С. Платунова. - Л.: Машиностроение. Ленингр. Отд., 1986.-256 с.

**27. Кондратьев, Г.М.** Прикладная физика: Теплообмен в приборостроении // Г.М. Кондратьев, Г.Н. Дульнев, Е.С. Платунов, Н.А. Ярышев - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2003.-560 с.

**28. Platunov, E.S.** Instruments for Measuring Thermal Conductivity, Thermal diffusivity, and Specific Heat under Monotonic Heating / E.S. Platunov // Compendium of The rmophysical Property Measurement Methods. Vol.2. Recommended Measurement Techniques and Practices, Plenum Press. NewYorkandLondon.1992.-P.347-373.

**29. Ноздерева. В.Ф.** Практикум по общей физики. Под общей редакцией профессора В.Ф. Ноздерева. Уч. пособие для физико-математических факультетов - М.,1971.-311с

**30. Сафаров, М.М.** Теплофизические свойства окиси алюминия с металлическими наполнителями в различных газовых средах. Диссер. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук, Душанбе, 1986.-186 с.

**31. Neece, George A., Squire David R.** On the Taitandrelated empirica lequations of state // J.Phys. Chem. –1968.– V. 72. – № 1. – P. 128–136.

**32. Сафаров, М.М.** Влияние некоторых наноразмерных амфотерных оксидов на изменение тепло-, электро- и термодинамических свойств гидразингидрата / М.М. Сафаров, М.А. Зарипова, Х.А. Зоиров, А.С. Назруллоев // Монография. Душанбе. -2016.-229с.

**33. Мартиров, И.В.** Свойства магнитной жидкости / И.В. Мартиров // Международный школьный научный вестник. – 2016. – № 1. – С. 142-149;

**34. Нуриддинов, З.** Теплофизические свойства фталовой кислоты в зависимости от температуры и давления. / Зиёвиддин Нуриддинов // Дис...канд. техн. наук. -Душанбе, 1991 –185 с

**35. Раджабов, Ф.С.** Теплопроводность и плотность водных растворов аэрозина при различных температурах и давлениях. / Ф.С.Раджабов // Дис...канд.ф.-м. - Душанбе, 2002.-149 с.

**36. Хакен Г.** Синергетика / Г. Хакен // - М.: Мир, 1980. 404с.

**37. Прокотьев, Е.П.** Синергетические подходы к проблемам эволюции свойств материалов и наноматериалов на основе кремния. Сб. трудов международной конференции, «Фазовые переходы, критические и нелинейные явления в конденсированных средах». 7-10 сентября 2009г. / Е.П. Прокотьев - Махачкала. 545 с.

**38. Френкель, Я.И.** Кинетическая теория жидкостей / Я.И. Френкель - Л.: Наука, 1975.- 692с.

**39. Фишер, И.З.** Современное состояние теории жидкостей // Уравнение состояния газов и жидкостей. Сб. / И.З.Фишер - - М.: Наука, 1975.-102 с.

**40. Михайлов, И.Г.** Основы молекулярной акустики / И.Г. Михайлов, В.А. Соловьев, Ю.П. Сырников – - М.: Наука, 1964.-514 с.

**41. Голубев, И.Ф., Добровольский, О.А.** Измерение плотности азота и водорода при низких температурах и высоких давлениях. / И.Ф. Голубев // Газовая промышленность. – 1964. - № 5. –С.43 – 48.



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

**43. Голубев, И.Ф.** Определение удельная объём жидкостей / И.Ф.Голубев, Я.М. Назиев // Тр. ЭНИ им. Есьмана АН Аз ССР. Баку. -1962.-Т 15.-С. 70-73.

**44. Давлатов, Н.Б.** Влияние нанопереходных металлов на изменение плотности водных растворов. / М.М. Сафаров, М.А. Зарипова, Иман Бахроми Маниш, А.С. Назруллоев, Н.Б. Давлатов, Б.М. Махмадиев // Сборник тезисов докладов научной конференции ”Актуальные проблемы современной науки”, посвященной 70-летию Победы в Великой Отечественной Войне, 21- 24 сентября 2015. Изд.-во “МИСиС”, - С.80-81.

**45. Волькенштейн, В.С.** Скоростной метод определения теплофизических характеристик материалов. - Л.: Энергия, 1971. -145 с.

**46. Давлатов, Н.Б.** Термодинамические свойства и уравнение состояния бинарных водных растворов гидразина / М.М. Сафаров, М.А. Зарипова, А.С. Назруллоев, Н.Б. Давлатов, Иман Бахром Маниш. // Материалы Девятой Международной теплофизической школы, Теплофизические исследования и измерения при контроле качества веществ, материалов и изделий,6-11 октября 2014 г., Душанбе, МТФШ-9. - С.443-446.

**47. Сафаров, М.М.** Устройство для определения электрофизических свойств электролитов в зависимости от давления / М.М. Сафаров, С.К. Давлатшоев, Д.С. Джураев, М.А. Зарипова, Ш.З. Нажмудинов, С.А. Тагоев, Т.Р. Тиллоева, Х.А. Зоиров, Дж.А. Зарипов, М.М. Анакулов // Патент № ТЈ 371, 2010.-7с.

**48. Шлиомис, М.И.** Магнитные жидкости // УФН. – 1974. – Т. 112, вып. 3. – С. 427 – 458.

**49. Shliomis, M.I., Raikher, Yu.L.** Experimental investigations of magnetic fluids // IEEE Transactions on Magnetic. – 1980.– Vol. MAG-16. – N. 2. – P. 237 – 250.

**50. Диканский, Ю.И.** К вопросу о магнитогранулометрии в магнитных жидкостях // Магнитная гидродинамика. – 1984.– № 1.– С.123–126.

**51. Albrecht, C.** First observation of ferromagnetism and ferromagnetic domains in a liquid metal (abstract), Applied Physics A Materials Science & Processing (Applied Physics A: Materials Science & Processing). — Т. 65: - P.215.

**52. Elmars, Blums.** New Applications of Heat and Mass Transfer Processes in Temperature Sensitive Magnetic Fluids (недоступная ссылка-история) / Elmars Blums // Brazilian Journal of Physics (1995). - С. 112-117.

[53-М]. **Рахимов, С.Т.** Электропроводность системы водного раствора этиленгликоля 45+ оксид железа в зависимости от магнитной индукции / М.М. Анакулов, М.М. Сафаров, С.Т. Рахимов, З. Файзуллоев // Республиканская научно-практическая конференция (с международным участием) на тему: «Теплоэнергетика и теплофизические свойства веществ» ТТУ имени академика М.С.Осими, Душанбе 2021г. - С. 80-83.

**54. Брук, Э.Т.** «Ёж» в стакане. Магнитные материалы: от твёрдого тела к жидкости. Э.Т. Брук, В.Е.Фертман. - М: книга по требованию, 2012. –254 с.

[55-М]. **Рахимов, С.Т.** Электропроводность водного раствора этиленгликоля с концентрацией графитового порошка в зависимости от магнитной индукции / С.Т.Рахимов // Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава, Серия естественных наук, №2/3(90), Бохтар 2021- С.40-43

**56. Пригожин, И.** Химическая термодинамика: - Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1966г. -502с.

**57. Румшинский, Л.З.** Математическая обработка результатов эксперимента: Справочное руководство. - - М.: Наука, 1971.-192 с.

**58. Парфёнов, В.Г.** Регрессионный и корреляционный анализ. Обработка результатов наблюдений при измерениях: - Учебн. пос. ЛИТМО. - Л. -1983, -78 с.

**59. Гордов, А.Н.** Статистические методы обработки результатов теплофизического эксперимента. / А.Н. Гордов, В.Г. Парфёнов, А.Ю. Потягайл, А.В. Шарков - Учебн. пособие ЛИТМО.-Л.-1982.-72 с.

**60. ГОСТ 8. 207 – 76 ГСИ,** Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения. - М.: Изд-во стандартов, 1976. -9 с.

**61. ГОСТ 8.31-80** (ст. СЭВ 403 – 76) ГСИ. Эталоны. Государственная система обеспечения единства измерений. Способы выражения погрешностей. - М.: Изд-во стандартов, 1980. -9 с.

**62. Рабинович, С.Г.** Методика вычисления погрешности результатов измерения. // С.Г.Рабинович - Метрология. -1970. -№ I. -С. 3-12.

**63. Сергеев, О.А.** Метрологические основы теплофизических измерений. / О.А.Сергеев. - М.: Изд-во стандартов, 1972.—156 с.

**64. ГОСТ 8.381-80** (Ст СЭВ 403-76) ГСИ. Эталоны. Государственная система обеспечения единства измерений. Способы выражения погрешностей. - - М.: Изд-во стандартов, 1980.-9 с.

**65. Кондратьев, Г.М.** Прикладная физика: Теплообмен в приборостроении // Г.М.Кондратьев, Г.Н. Дульнев, Е.С. Платунов, Н.А. Ярышев - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2003.-560 с.

**66. Platunov, E.S.** Instruments for Measuring Thermal Conductivity, Thermal diffusivity, and Specific Heat under Monotonic Heating / E.S. Platunov // Compendium of The rmo-phisicai Property Measurement Methods. Vol.2. Recommended Measurement Techniques and Practices, Plenum Press. New York and London.1992.- P.347-373.

**67. Бибик, Е.Е.** Магнитостатические свойства коллоидов магнетита / Е.Е. Бибик, Б.Я. Матыгулин, Ю.Л. Райхер, М.И. Шлиомис // Магнитная гидродинамика – 1973.– № 1. – С. 68 – 72.

**[68-М]. Рахимов, С.Т.** Исследования плотности систем водного раствора этиленгликоля 45 (антифриз) в зависимости от температуры и концентрации оксида железа / М.М. Анакулов, М.М. Сафаров, С.Т. Рахимов // Вестник технологического университета, №1(44) 2021 ISSN 2707-8000, Душанбе, 2021. - С. 22-27.

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

**70. Зарипова, М.А.** Теплофизические и термодинамические свойства водных растворов гидразина и фенилгидразина. / М.А. Зарипова // Монография. Душанбе, 2007. - 129с.

**71. Кудряшова, Ж.Ф.** Рекомендации по методам обработки результатов наблюдений при прямых измерениях / Ж.Ф. Кудряшова, С.Г. Рабинович, К.А. Резник - Тр. метрологических институтов СССР. -1972. -Вып. 134 (194). - С. 5-90.

**72. Мозговой, Е.Н.** Магнитные свойства мелкодисперсных ферросуспензий, синтезированных электроконденсационным способом / Е.Н. Мозговой, Э.Я. Блум // Магнитная гидродинамика. – 1971. – № 4. – С. 18 – 24.

**73. Cowley, M. D.** Ferrohydrodynamics. / By R. E. ROSENSWEIG. Cambridge University Press, 1985. 344 pp. £45. (англ.) // Journal of Fluid Mechanics. - 1989. - March (vol. 200). -P. 597-599. - ISSN 0022-1120

**[74-М]. Рахимов, С.Т.** Исследование плотности системы водного раствора этиленгликоля 45 (антифриз), в зависимости от температуры и концентрации графитового порошка / М.М. Анакулов, М.М. Сафаров, С.Т. Рахимов // Международная научно-практическая конференция на тему: «Развитие энергетики и возможности», Институт энергетики Таджикистана, Курган-Тюбе, 22 декабря 2020г., - С.315-319.

**[75-М]. Рахимов, С.Т.** Плотность системы водного раствора этиленгликоля 45 (антифриза) в зависимости от температуры и концентрации сажи угля Айнинского месторождения / М.М. Анакулов, М.М. Сафаров, С.Т. Рахимов, З. Файзуллоев // Вестник технологического университета Таджикистана, 4 (43) 2020,- С. 10-16.

**76. Чечерников, В.И.** Магнитные измерения – М: Изд-во МГУ, 1969г. – 385с.

**77. Иванов, А.О.** Фазовое расслоение магнитной жидкости: / А.О.Иванов // Дисс. ... д-ра физ.-мат. наук. – Екатеринбург. 1998г. – 395с.

**78. Ronald, E.** Ferrohydrodynamics. - The usual starting reference for learning the details of ferrofluids, 1985 - 394p.

**79. Klapp, S.H.L.** Spontaneous orientational order in confined dipolar fluid films/ S.H.L. Klapp, M. Schoen // J. Chem. Phys. – 2002. – V.117. – No.17. – P. 8050–8062.

**80. Мустафаев, Р.А.** Метод монотонного нагрева для исследования теплопроводности жидкостей, паров и газов при высоких температурах и давлениях: Сб. по теплофизическим свойствам жидкостей / Р.А. Мустафаев // - М.: Наука, 1973, - С.112-117.

**81. Вонсовский, С.В.** Магнетизм. / С.В. Вонсовский – - М.: Наука, 1971. – 1032с

**82. Froltsov, V.A.** Crystal structures of two-dimensional magnetic colloids in tilted external magnetic fields / V.A. Froltsov, R. Blaak, C.N. Likos, H. Löwen // Phys. Rev. – 2003. – V.E68.– P.061406-1-10.

**83. Пшеничников, А.Ф.,** Магнитогранулометрический анализ ферроколлоидов / А.Ф. Пшеничников, А.В. Силаев, Л.А. Авдеева // Приборы и методы измерения физических параметров ферроколлоидов. – Свердловск: УрО АН СССР, 1991. – С. 3.

**84. Бувевич, Ю.А.** Магнитная гидродинамика. / Ю.А. Бувевич, А.Ю. Зубарев, А.О. Иванов. – 1989. – №2. – С. 39.

**85. Чеканов, В.В.** Интерференция света в тонкой пленке на границе с магнитной жидкостью /В.В. Чеканов // Всесоюзн. конф. по магнитным жидкостям: Тез. докл. 17–20 мая 1988 г. – Плес, 1988. – С.28–129.

**86. Авдеев, М.В.** В.Л. Аксенов. Малоугловое рассеяние нейтронов в структурных исследованиях магнитных жидкостей (рус.) / М.В. Авдеев, В.Л. Аксенов // Успехи физических наук. - Российская академия наук, 2010. -Т. 180. - С. 1009-1034.

**87. Николис, Г.** Самоорганизация в неравновесных системах / Г.Николис, Н.Пригожин. - М.: Мир, 1979. 517с.

**88. Тагоев, С.А.** Влияние растворителей на изменение теплопроводности и теплоемкости хлопкового масла в зависимости от температуры и давления. Дис....канд. техн. наук. / Сафовиддин Асоевич Тагоев// - Душанбе, 2002. -165 с.

**89. Тейлор, Дж.** Введение в теорию ошибок / Пер. с англ. канд. физ.-мат. наук Л.Г.Деденко / Дж.Тейлор-- М.: Мир, 1985. -272 с.

**90. Pshenichnikov, A.F.** Chain-like aggregates in magnetic fluids / A.F. Pshenichnikov, A.A. Fedorenko. // Journal of Magnetism and Magnetic Materials 292 (2005) 332-344.

**91. Elfimova, E.** The radial distribution function and the structure factor of dipolar hard spheres / E. Elfimova, A. Ivanov // Magnetohydrodynamics. 2008. – Vol. 44. – P.39–44.2

**92. Buzmakov, V.M., Pshenichnikov A.F.** // J. Colloid Interface Sci. – 1996. – Vol.182. – P.63.

**93. Pshenichnikov, A.F.** Magnetogrulometric analysis of concentrated ferrocolloids / A.F. Pshenichnikov, V.V. Mekhonoshin, A.V. Lebedev // JMMM. – 1996. – V. 161. – P.94–102.

**94. Дроздова, В.И.** Магнитная гидродинамика / В.И. Дроздова, В.В. Чеканов // . – 1981. – №1. – С. 61.

**95. Пшеничников, А.Ф.,** Квазиравновесное поведение концентрированных ферроколлоидов в скрещенных магнитных полях / А.Ф. Пшеничников, А.А. Федоренко, Б.И. Пирожков // Вестн. Перм. ун-та. – 2002. – Вып. 4. Физика. – С. 85–89.

**96. Райхер, Ю.Л.** Избирательное подавление старших гармоник намагниченности в суперпарамагнитной системе / Ю.Л. Райхер, В.И. Степанов // Физика твёрдого тела. – 2001. – Т. 43.– Вып. 2. – С. 270–273.

**97. Бузмаков, В.М.** Магнитная гидродинамика / В.М. Бузмаков, А.Ф. Пшеничников // . – 1986. – №4. – С. 23.

**[98-М]. Рахимов, С.Т.** Электропроводность водного раствора этиленгликоля в зависимости от температуры и концентрации сажи / М.М. Анакулов, М.Д. Пирмадов, М.М. Сафаров, С.Т. Рахимов // Международная конференция на тему: Фазовые переходы, критические и нелинейные явления в конденсированных средах / Институт физики им. Х.И. Амирханова ДФИЦ РАН, Дагестанский

государственный университет, Челябинский государственный университет, 15-20 сентября 2019г., Махачкала, - С.378-381.

**99. Полянский, В.А.** Нагрев неравновесное намагничивающегося сферического тела в переменном магнитном поле вблизи критической температуры.

/ В.А. Полянский, А.Н. Тятюшкин. // В сб.: "Физико-химические и прикладные проблемы магнитных дисперсных наносистем". Сборник научных трудов Всероссийской научной конференции. Ставрополь: Изд-во Ставропольского государственного университета, 9–12 сентября 2007г. - С. 186–191.

**[100-М]. Рахимов, С.Т.** Влияние графитового порошка на изменение электропроводности водного раствора этиленгликоля 45 (антифриз) в зависимости от температуры / М.М. Анакулов, М.М. Сафаров, С.Т. Рахимов, С.Т. Олимов, М.Д. Пирмадов // Политехнический вестник, Серия: Интеллект, Инновации, Инвестиции, №1(49)2020, ТТУ им. ак. М.С. Осими, ISSN 2520-2235, Душанбе 2020, - С. 14-16

**[101-М]. Рахимов, С.Т.** Изменение вязкости водного раствора этиленгликоля 45, в зависимости от концентрации графитового порошка и температуры / М.М. Анакулов, М.М. Сафаров, С.Т. Рахимов // Республиканская научно-практическая конференция на тему: «Основы развития изучения естественных, точных и математических наук: проблемы и пути их решения», Таджикский аграрный университет им. Ш. Шотемур, 2021г., - С. 137-139.

**[102-М]. Рахимов, С.Т.** Электропроводность системы водного раствора этиленгликоля 45 (антифриз) и оксида железа, в зависимости от температуры / М.М. Анакулов, М.М.Сафаров, С.Т. Рахимов // Вестник филиала Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова в г. Душанбе, 3 (2) 2018г., - С.78-83.

**[103-М]. Рахимов, С.Т.** Электропроводность системы водного раствора этиленгликоля 45+сажи угля Айнинского месторождения, в зависимости от температуры / М.М. Анакулов, С.Т. Рахимов, И.Х. Мирзоев // Международная научно – практическая конференция на тему: «Воздействующая роль международного десятилетия действия «Вода для устойчивого развития, 2018-2028» и их

влияние на обеспечение эффективности использования, охраны водных и земельных ресурсов в Республики Таджикистан» 31 марта 2020г. Таджикский аграрный университет им. Ш. Шотемур, - С.84-89.

**104. Кожевникова, М.Ф.** Идентификация источников загрязнения: вычислительные методы / М.Ф.Кожевникова, В.В.Левенец, И.Л.Ролик // Вопросы атомной науки и техники. - 2011, -Т.19. -№6. - С. 149-156.

**105. Лазарев, Н.В.** Вредные вещества в промышленности / Н.В. Лазарев, Э.Н. Левина // Под. ред. засл. деят. науки, проф. Н.В. Лазарева. – Ч. 1. Изд. – № 6. – Л.: Химия, 1971. – 832 с.

**106. Чеканов, В.В.** Изменение эллипса поляризации при отражении света от многослойной интерференционной структуры с магнитной жидкостью / В.В. Чеканов, В.В. Падалка, Е.А. Бондаренко // Сб. научн. тр. 10-ой юбилейной Международной Плесской конференции по магнитным жидкостям. - г. Плес, 2002. - С.98-102.

**107. Гогосов, В.В.** Гидродинамика намагничивающихся жидкостей / В.В. Гогосов, В.А. Налетова, Г.А. Шапошникова // Итоги науки и техники. Сер. Механика жидкости и газа. – М.: ВИНТИ, 1981. – Т. 16. – С. 76-208.

**[108-М]. Рахимов, С.Т.** Плотность системы водного раствора этиленгликоля 45 (антифриз) и оксида железа, в зависимости от температуры / М.М. Анакулов., М.М. Сафаров, С.Т. Рахимов // Республиканская научно – практическая конференция на тему: «Сущность геоинформационной системы в развитии разных отраслей общества» посвящённая 21-ой годовщине «дня ГИС» в Таджикистане, Таджикский аграрный университет имени Ш.Шотемур, Душанбе 2020, - С.36-41

**[109-М]. Рахимов, С.Т.** Исследование электрофизических свойств водного раствора этиленгликоля 45 (антифриз) в зависимости от концентрации оксида железа и магнитной индукции / М.М. Анакулов, М.М. Сафаров, С.Т. Рахимов, Э.Ш. Тауров // Международная научно – практическая конференция на тему: «Электроэнергетика Таджикистана. Проблемы энергосбережения, энергоэффективности им использования возобновляемых источников энергии»



посвященной 90-летию МЭИ и 100 – летию плана ГОЭЛРО, филиал МЭИ в г. Душанбе, Душанбе 2021, - С. 352-358.

**[110-М]. Рахимов, С.Т.** Электропроводность водного раствора этиленгликоля 45 (антифриз) в зависимости от концентрации графитового порошка и магнитной индукции / М.М. Анакулов, С.Т. Рахимов, М.Т. Розикова // Международная науч-но-практическая конференция на тему: «Энергетика: состояние и перспективы развития» ТТУ имени ак. М.С. Осими, Душанбе – 2021, - С. 149-153.

**[111-М]. Рахимов, С.Т.** Влияние сажа угля Айнинского месторождения на изменение электропроводности водного раствора этиленгликоля 45 (антифриз) магнитной индукции / Анакулов М.М., Разикова М.Т., Сафаров М.М. // Республиканская научно-практическая конференция на тему; “устойчивое управление земель, развитию геодезия и геоинформатики в период государственной независимости” ТАУ им. Ш. Шотемур, Душанбе 2022, - С. 28-32.

**112. Georgiou, G.C.** The time-dependent, compressible Poiseuille and extrudate-swell flows of a Carreau fluid with slip at the wall/ G.C. Georgiou // J. Non-Newtonian Fluid Mech. – 2003.- Vol.109. №2. – P. 93-114

**[113-М]. Рахимов, С.Т.** Электрофизические свойства системы водного раствора этиленгликоля 45+сажа/ М.М. Анакулов., М.М. Сафаров, С.Т. Рахимов // Международная научно-техническая конференция на тему: «Современные методы и средства исследований теплофизических свойств веществ» Международная академия холода / Санкт - Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики 27-28 мая 2021г., Санкт - Петербург 2021.- С.58-59.

**[114-М]. Рахимов, С.Т.** Устройства для определения электропроводности магнитных жидкостей в зависимости от магнитного поля / М.М.Анакулов, М.М. Сафаров, С.Т. Рахимов / Малый патент РТ №ТJ 1239, 12.04.2021. -5 с.

**ЗАМИМАҲО**



ҶУМҲУРИИ  
ТОҶИКИСТОН



ИДОРАИ  
ПАТЕНТӢ

## ШАҲОДАТНОМА

Шахрванд Раҳимов С.Т.

муаллифи ихтирои *Дастгоҳ барои ҷенкунии электрогузаронии моеъҳои магнитӣ вобаста аз майдони магнитӣ*

Ба ихтироъ  
нахустпатенти № ТҶ 1239 дода шудааст.

Доранда Анакулов М.М., Сафаров М.М.  
нахустпатент

Сарзамин Ҷумҳурии Тоҷикистон  
Ҳаммуаллиф(он) Анакулов М.М., Сафаров М.М.

Аввалияти ихтироъ 12.04.2021

Таърихи рӯзи пешниҳоди ариза 12.04.2021

Аризаи № 2101528

Дар Феҳристи давлатии ихтироъҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон

4 феввали с. 2022 ба қайд гирифта шуд

Нахустпатент  
этибор дорад аз 12 апрели с. 2021 то 12 апрели с. 2031

Ин шаҳодатнома ҳангоми амали гардонидани ҳукуку имтиёзҳои, ки барои муаллифони ихтироот бо қонунгузори чорӣ муқаррар гардидаанд, нишон дода мешавад

ДИРЕКТОР

Исмоилзода М.





Республика Таджикистан

(19) **TJ** (11) 1239  
(51) **МПК: G 01 N 27/00**

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ  
ВЕДОМСТВО  
(12) Описание изобретения  
К МАЛОМУ ПАТЕНТУ

1

(21) 2101528

(22) 12.04.2021

(46) Бюл. 180, 2022

(71)(73) Анакулов М.М. (TJ); Сафаров М.М. (TJ)

(72) Анакулов М.М. (TJ); Сафаров М.М. (TJ);  
Рахимов С.Т. (TJ)(54) **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ МАГНИТНЫХ ЖИДКОСТЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МАГНИТНОГО ПОТОКА**

(56) 1. Сафаров М.М. Устройство для определения температуропроводности при комнатной температуре и атмосферном давлении путем лазерной вспышки / М.М. Сафаров, Д.С. Джураев и др. - Патент Республики Таджикистан, МПК (2006) G01 N 27/00. 2306. 5с.

2. Сафаров М.М. Устройство для определения электрофизических свойств магнитных жидкостей в зависимости от давления и магнитного поля / М.М. Сафаров, Д.С. Джураев, М.А. Зарипова, Ш.З. Нажмудинов, С.А. Тагоев, Т.Р. Тиллоева, Х.А. Зоиров, Назиров Ш.М. // Патент № TJ 372, 2010.-7с.

(57) Изобретение относится к области измерений электрической проводимости жидкостей и предназначено для применения в экспериментальных исследованиях электрофизических свойств магнитных жид-

2

костей, в зависимости от магнитного потока, которые будут влиять на физические свойства магнитных жидкостей в процессе эксплуатации.

Целью настоящего изобретения является упрощение и повышение точности измерения при определении влияния магнитного потока на электрическую проводимость магнитных жидкостей.

Сущность предложенного технического решения заключается в том, что электромагнит присоединён с помощью амперметра и вольтметра к источнику постоянного тока, между электромагнитами которого вставляется кварцевая ячейка. Кварцевая ячейка заливается испытываемой жидкостью, которую погружаются электроды, присоединённой с помощью миллиамперметра и вольтметра к источнику питания. Электромагнит обмотан на П – образном стержневом сердечнике, геометрические размеры имеют следующие параметры:  $L = 200$  мм;  $l = 100$  мм, а также ячейка для заливания исследуемой жидкости изготовлена из кварца и имеет незначительное влияние на магнитное поле. Геометрические размеры ячейки составляют  $h = 100$  мм;  $l = 50$  мм.



Изобретение относится к области измерений электрической проводимости жидкостей и предназначено для применения в экспериментальных исследованиях электрофизических свойств магнитных жидкостей, в зависимости от магнитного потока, которые будут влиять на физические свойства магнитных жидкостей в процессе эксплуатации.

Известно устройство для исследования влияния магнитного поля на изменение электропроводности магнитных жидкостей, состоящее из амперметра и инфракрасного детектора [1].

В качестве прототипа выбрано устройство для определения электрофизических свойств магнитных жидкостей в зависимости от давления и магнитного поля [2]. Данное устройство состоит из лабораторного автотрансформатора (ЛАТР), соединенного к двум электродам, с двумя амперметрами, переменным резистором, последовательно присоединенными к индукционной катушке (соленоиду), внутри которой установлена полиэтиленовая ячейка с исследуемым образцом, подключенной к тономеру и реостату.

Недостатком, приведенных аналогов заключается в том, что ячейка для заливания испытуемого объекта является полиэтиленовой, в которой воздействие магнитного поля приводит к изменениям межмолекулярных связей полиэтилена и в соответствии с этим точность измерения постепенно снижается, также форма ячейки имеет определенную ёмкость, в которой сливается малая определенная масса жидкости.

Целью настоящего изобретения является упрощение и повышение точности измерения при определении влияния магнитного потока на электрическую проводимость магнитных жидкостей.

Указанная цель достигается тем, что электромагнит присоединён посредством амперметра и вольтметра к источнику постоянного тока. Между электромагнитами вставляется кварцевая ячейка. Кварцевая ячейка заливается испытуемой жидкостью, в которую погружаются электроды, присоединённые с помощью миллиамперметра и вольтметра к источнику питания. Электромагнит обмотан на П-образном стержневом сердечнике, геометрические размеры которого имеют следующие значения:  $L=$

200 мм;  $l=100$  мм, а также ячейка для заливания исследуемой жидкости состоит из кварца и имеет незначительное влияние на магнитное поле. Геометрические размеры ячейки следующие:  $h=100$  мм;  $l=50$  мм.

Заявленное устройство поясняется прилагаемой принципиальной схемой и состоит из электромагнита 1, первичной обмотки 2, источника постоянного тока 3, амперметра постоянного тока 4, вольтметра постоянного тока 5, двухэлектродного первичного измерительного преобразователя 6 с двумя электродами 7 и 8, ячейки для заливания объекта 9, генератора переменного напряжения 10, миллиамперметра переменного тока 11, вольтметра переменного тока 12, источника переменного тока 13.

Принцип работы предлагаемого устройства заключается в том, что для измерения электрической проводимости магнитных жидкостей, в зависимости от магнитного потока источник постоянного тока 3 включается к питанию 220В, сила тока регулируется с помощью автотрансформатора. Постоянный ток подается через измерительные приборы амперметр постоянного тока 4 и вольтметр постоянного тока 5 на электромагнит, который создает магнитный поток в зависимости от силы тока.

Зная величину силы тока  $I$  (А), с помощью формулы вычисляем индукцию магнитного потока  $B$ :

$$B = \frac{\mu_0 \mu N}{2L} (\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1), [\text{Тс}]$$

где,  $\frac{N}{L}$  — число витков на единицу длины

соленоида,  $I$  — сила тока,  $\mu_0$  — магнитная постоянная,

$\mu$  — магнитная проницаемость среды.

Электрическая проводимость вычисляется согласно закону Ома при известной силе переменного тока, проходящего через магнитную жидкость.

Таким образом, с помощью предложенного устройства можно будет измерять электропроводность магнитных жидкостей, под влиянием магнитного поля.

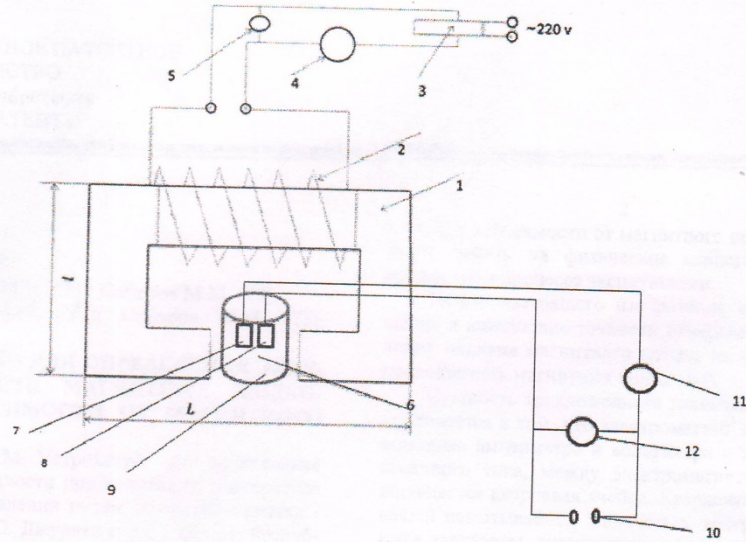
#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Устройство для определения электрической проводимости магнитных жидкостей, состоящее из электромагнита, первичной обмотки, источника постоянного тока, амперметра и вольтметра постоянного тока, двухэлектродного первичного измерительного преобразователя с двумя электродами, ячейки для заливания объекта, генератора переменного напряжения, миллиамперметра переменного

тока, вольтметра переменного тока и источника переменного тока, отличающееся тем, что электромагнит обмотан на П-образном стержневом сердечнике и ячейка для заливания исследуемой жидкости изготовлена из кварца, причем геометрические размеры электромагнита  $L=200$  мм;  $l=100$  мм, а кварцевой ячейки составляет  $h=100$  мм;  $l=50$  мм.



Устройство для определения электропроводности магнитных жидкостей в зависимости от магнитного потока



Фиг. 1

Компьютерный набор: Нигораи А.

Заказ Тираж Подписное  
 Национальный патентно-информационный центр РТ 734042, г. Душанбе, ул. Айни, 14а

«Утверждаю»  
Директор ГНУ «Научно-исследовательский институт промышленности»

 к.т.н. М. Баротов  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

### АКТ

Научно-технической комиссии о реализации и внедрении научных положений и выводов кандидатской диссертации Рахимова Сухробджона Тошмахматовича на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 - «Теплофизика и теоретическая теплотехника» на тему: **«Влияние магнитных порошков на изменение плотности, вязкости и электропроводности этиленгликоля 45 в зависимости от температуры при атмосферном давлении».**

Комиссия в составе: д.х.н., доцента Раджабова С.И. - председатель, членов комиссии: с.н.с. Каюмова А.И., с.н.с Сафарова Х. свидетельствуют о том, что по результатам исследования плотности, вязкости, удельной электропроводности и удельного сопротивления, названных теплоносителей с различной концентрацией магнитных порошков, при интервале температуры 283-358К были получены следующие научные результаты, указанные в кандидатской диссертации Рахимова Сухробджона Тошмахматовича:

- проведено комплексное исследование плотности, вязкости, удельной электропроводности и удельного сопротивления водного раствора этиленгликоля с концентрацией оксида железа, сажи угля Айнинского месторождения и графитового порошка;
- установлено, что плотность, вязкость, удельная электропроводность и удельное сопротивление исследуемых образцов имеют непосредственную зависимость от изменения температуры и концентрации составных компонентов, что позволяет прогнозировать качество теплоносителей при эксплуатации, установить преимущественно приемлемый режим и условия их применения;

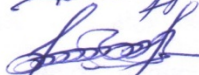


- усовершенствованы измерительные устройства, что позволило адаптировать их для исследования плотности, вязкости, удельной электропроводности и удельного сопротивления водного раствора этиленгликоля с различной концентрацией составных компонентов при разных температурах, задаваемых во время опытов;
- разработана и предложена методика расчёта и обработки теплофизических свойств опытных образцов с рассмотрением процессов переноса теплоты;
- получены эмпирические выражения для численного определения вышеперечисленных параметров образцов, при условии изменения температуры опыта от 283 до 358 К в среде атмосферного воздуха;
- предложены новые вариации и возможные области практического применения полученных результатов, выполненного комплексной экспериментально-расчетной исследований водного раствора этиленгликоля с различными концентрациями составных компонентов, получены справочные данные о плотности, вязкости, удельной электропроводности и удельного сопротивления водного раствора этиленгликоля, с концентрацией вышеперечисленных магнитных порошков, которые могут быть использованы при инженерных расчётах, составлении физических моделей и выборе тепловых режимов работы котельных агрегатов малых мощностей, в зависимости от температуры и концентрации составных компонентов;
- представленные результаты исследования, полученные автором, нашли свое применение в качестве справочных данных в ГНУ «Научно-исследовательский институт промышленности Министерства промышленности и новых технологий Республики Таджикистан».

Председатель комиссии:

 Раджабов С.И.

Члены комиссии:

 Каюмов А.И.

 Сафаров Х.

Заверяю:

Старший инспектор ОК



Шакирова Н.



«Утверждаю»  
 Ректор Таджикского аграрного  
 университета имени Шириншох Шотемур,  
 д.с.-х.н., профессор Махмадёрзода У.М.  
 «\_\_» \_\_\_\_\_ 2023г.



### АКТ

**внедрения научных результатов в учебный процесс, полученных в диссертационной работе Рахимова Сухробджона Тошмахматовича на тему: «Влияние магнитных порошков на изменение плотности, вязкости и электропроводности этиленгликоля 45 в зависимости от температуры при атмосферном давлении», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 - «Теплофизика и теоретическая теплотехника»**

Комиссия в составе: Мирзоализода Т.М. проректор по науке и инновации ТАУ имени Ш. Шотемур, к.в.н. доцент; Саидмуродзод Ч. Ч. декана факультета управления земель и геодезии ТАУ им. Ш. Шотемур, к.э.н.; Хасанова А.А. зав. кафедрой управления земель и кадастра ТАУ им. Ш. Шотемур, к.э.н.; Камолова Т.М. доцент кафедры энергетических средств и безопасности труда ТАУ им. Ш.Шотемур, к.т.н.; Амирова Н.Р., доцента кафедры технического сервиса и ремонта машин ТАУ им. Ш.Шотемур, к.т.н., свидетельствуют о том, что по результатам научного исследования соискателя Рахимов С.Т., на предмет плотности, вязкости, удельной электропроводности и удельного сопротивления водного раствора этиленгликоля 45 с концентрациями магнитных порошков, как оксид железа, сажа угля Айнинского месторождения и графитового порошка, в зависимости от температуры и удельной электропроводности в зависимости от магнитного поля, методика исследования были внедрены в учебный процесс по общей физике инженерно-технических специальностей университета

Внедрение материалов диссертации Рахимова Сухробджона Тошмахматовича позволяет повысить качество подготовки бакалавров,

магистров и докторантов PhD, по инженерному направлению, а также студентам при выполнении лабораторных работ.

Материалы диссертации могут использоваться при научно-исследовательских работах магистров, аспирантов, докторантов (PhD) и чтении лекционных занятий по курсу общая физика для инженерного специальностей.

Председатель комиссии:

Проректор по науке и инновации  
доцент

Мирзоализода Т.М.

Члены комиссии:

Декан факультета управления  
земель и геодезии  
доцент

Саидмуродзод Ч.Ч.

Зав. кафедрой управления  
земель и кадастра  
доцент

Хасанов А.А.

Доцент кафедры энергетических средств  
и безопасности труда  
доцент

Камолов Т.М.

Доцент кафедры технического сервиса  
и ремонта машин  
доцент

Амиров Н.Р.

Подписи Мирзоализода Т.М., Саидмуродзод Ч.Ч., Хасанова А.А.,  
Камолова Т.М., Амирова Н.Р.,

заверяю:

Начальник отдела  
правового обеспечения и кадров  
ТАУ имени Ш Шотемур



Раджабова Н. А.