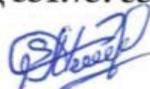


Донишгоҳи аграрии Тоҷикистон ба номи Ш. Шохтемур

Бо ҳуқуқи дастнавис
РУД 531.75: 532.13:(537.31)



РАҲИМОВ Сӯҳробҷон Тошмаҳматович

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

АВТОРЕФЕРАТИ

**рисола барои дарёфти дараҷаи илми номзади илмҳои
техники аз рӯи ихтисоси 01.04.14 - физикаи ҳарорат ва
назарияи техникаи гармо**

Душанбе - 2024

Рисола дар Донишгоҳи аграрии Тоҷикистон ба номи Шириншох Шохтемур иҷро гардидааст.

Роҳбари илмӣ: Сафаров Маҳмадали Маҳмадиевич, Арбоби илм ва техникаи Тоҷикистон, академики Академияи байналмилалӣ муҳандисӣ, академики Академияи муҳандисии Ҷумҳурии Тоҷикистон, доктори илмҳои техникӣ, профессор.

Муқарризони расмӣ: Бердиев Асадкул Эгамович, доктори илмҳои техникӣ, профессор, мудири кафедраи химия ва биологияи Донишгоҳи Словянии Россия ва Тоҷикистон

Рашидов Акрам Раҷабович, номзади илмҳои техникӣ, дотсент, мудири кафедраи Автоматони харақатоварҳои барқии Донишгоҳи энергетикӣ Тоҷикистон

Муассисан пешбар: Донишгоҳи давлатии Кулоб ба номи Абуабдуллоҳи Рудақӣ

Ҳимояи диссертатсия санаи «27» май с. 2024, соати 14⁰⁰ дар ҷаласаи Шурои диссертатсионии 6D.KOA-041, назди Донишгоҳи техникӣ Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ бо суроғи зерин баргузор мегардад: 734042, ш. Душанбе, хиёбони академикҳо Раҷабовҳо, 10. E-mail: d.s6d.koa.041@yandex.ru.

Тақризи ба автореферат (дар ду нусха), ки бо мӯҳри муассиса тасдиқ шудаанд, ба суроғи зерин фиристода шаванд: 734042, ш. Душанбе, хиёбони академикҳо Раҷабовҳо 10, Донишгоҳи техникӣ Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, ба котиби илмӣ шӯрои диссертатсионии 6D. KOA-041, н.и.т., дотсент Тағоев С.А.

Бо диссертатсия дар китобхонаи ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ ва дар сайти расмӣ <http://ttu.tj> шинос шудан мумкин аст.

Автореферат санаи «__» _____ с. 2024 ирсол гардидааст.

Котиби илмӣ
шӯрои диссертатсионии 6 D.KOA-041,
номзади илмҳои техникӣ, дотсент

Тағоев С.А.

ТАВСИФИ УМУМИИ РИСОЛА

Аҳамияти рисолаи илмӣ. Хосиятҳои термодинамикӣ, реологӣ ва электрофизикии энергиябарандаҳо, ҷисмҳо ва муҳитҳои қорӣ хосиятҳои муҳим мебошанд, ки ба речаҳо ва шароити қори дастгоҳҳои гармотехникӣ таъсир мерасонанд. Манбаъҳои қиматҳои оид ба ин хосиятҳо асосан ҷенкуниҳои таҷрибавӣ мебошанд. Дар робита ба ин, қор ба ҷенкунии таҷрибавии зичӣ, ҷаспаки ва электрогузаронии маҳлули оби этиленгликол-45 бо миқдори гуногуни хоқаҳо, ки хосиятҳои магнитӣ доранд - дуда (ангишти қони Айнӣ), графит ва оксиди оҳан, бахшида шудааст.

Истифодаи самараноки энергия, ҷисмҳои қорӣ ва муҳитҳои ҳангоми донишҷӯи хусусиятҳои техниकी ин моддаҳо имконпазир аст. Инҳо зичӣ, ҷаспаки ва электрогузаронӣ мебошанд. Сарфи муҳит ва интиқоли гармӣ аз зичӣ вобаста аст. Ҷаспаки ба масрафи энергия барои насоси муҳитро кашанда таъсир мерасонад. Таъвоноии деғҳои 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 электрикии муҳит таъсир мерасонанд.

Дарачаи таҳияи мавзӯи рисола: Асоси тадқиқоти мо қорҳои илмии ватанӣ ва хориҷии муаллифоне буд, ки дар ин самт қор кардаанд - ин қорҳои илмии олимони Смирнова Л.Г., Смирнов А.К., Кузнетсова О.Н. ва ғайра. Аз муаллифони ватанӣ, ки дар ин самт қор кардаанд, бояд шоғирдони профессор Сафаров М.М. - Аминов Ш.А., Зоиров Ҳ.А., Зарипов Ҷ.А., Анақулов М.М. ва ғайра қайд карда шаванд.

Мақсади қор: тадқиқи тағйирёбии ҷаспаки, зичӣ ва электрогузаронии маҳлули оби этиленгликол-45 вобаста ба ҳарорат ва миқдори хоқаҳои магнитӣ (дуда, графит ва оксиди оҳан).

Вазифаҳои омӯзиш:

- 1) сохтани дастгоҳи таҷрибавӣ барои омӯзиши зичии маҳлулҳои моеъ;
- 2) сохтани дастгоҳи таҷрибавӣ барои омӯзиши ҷаспакии маҳлулҳои моеъ;
- 3) сохтани дастгоҳи таҷрибавӣ барои омӯзиши электрогузаронии хоси маҳлулҳои моеъ;
- 4) гирифтани қиматҳои таҷрибавӣ аз рӯи хосиятҳои термодинамикӣ, реологӣ ва электрофизикии маҳлули оби этиленгликол-45 вобаста ба ҳарорат ва миқдори хоқаҳои қорӣ хосиятҳои магнитӣ (дуда, графит ва оксиди оҳан);
- 5) тартиб додани формулаҳои ҳисобкунӣ оид ба ҳисоб кардани ҷаспаки, зичӣ ва электрогузаронии маҳлули оби этиленгликол-45 вобаста ба ҳарорат ва миқдори хоқаҳои магнитӣ (дуда, графит ва оксиди оҳан).

Объекти тадқиқот: этиленгликол, маҳлули оби этиленгликол, хоқаҳои магнитӣ - хоки ангишти қони Айнӣ, хокаи графитӣ ва оксиди оҳан.

Предмети тадқиқот: рафтори часпакӣ, зичӣ ва электрогузарогнии хоси этиленгликол ва маҳлулҳои обии он бо иловаҳои хоқаҳои 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) интиҳоби мавзӯи тадқиқот, аҳамияти он, объект ва предмети тадқиқот; 2) муайян кардани мақсад ва вазифаҳо, интиҳоби усулҳои тадқиқот ва дастгоҳҳои таҷрибавӣ; 3) сохтани дастгоҳҳои таҷрибавӣ; 4) ченкунии хосиятҳои объектҳо; 5) чамъбаст 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 мустакил ва дигар усулҳои ченкунӣ мувофиқат мекунад.

Навоварии илмӣ:

- дастгоҳи таҷрибавӣ 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 чамъоварӣ карда шудааст;

- бори аввал маълумот оид ба зичӣ, часпакӣ ва электрогузаронии хоси маҳлули обии этиленгликол-45, ки дорои хоқаҳои дорои 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 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 дорои хосиятҳои 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 эмпирикӣ бадастомада оид ба зичӣ, часпакӣ ва электрогузаронии хоси маҳлулҳо метавонанд барои ҳисобкуниҳои 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 ҳангоми фишори атмосферӣ, метавонад аз ҷониби ташкилотҳои лоиҳавӣ ҳангоми ҳисоб кардани равандҳои технологӣ истифода шавад;

- дастгоҳи таҷрибавии комплекси тарҳрезӣшуда барои ҷен 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 рисола:

- дастгоҳи таҷрибавии комплекси тарҳрезӣшуда барои ҷен кардани зичӣ ва часпакӣ, электрогузаронии хос дар озмоишгоҳи кафедраи физикаи Донишгоҳи аграрии Тоҷикистон ба номи Ш. Шотемур барои иҷрои корҳои илмӣ ва озмоишӣ ҷорӣ карда шудааст (санади татбиқ дар рисола замима гардидааст);

- натиҷаҳои тадқиқоти системаҳои "об + этиленгликол - 45 + хоқаҳои магнитӣ (дуда, графит ва оксиди оҳан)" дар Институти илмӣ – тадқиқотии саноати Вазорати саноат ва технологияҳои нави Ҷумҳурии Тоҷикистон ҷорӣ 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 назарияи гармо - 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 таъсири электрикӣ, магнитӣ, радиатсионӣ ва ғайра.

Ба ҳимоя пешниҳод карда мешаванд:

- дастгоҳи комплекси таҷрибавии модернизатсиякардашуда барои ҷенкунии зичӣ (бо усули баркашқунии гидростатикӣ), часпакӣ (бо усули вискозиметри) ва электрогузаронӣ (бо усули конденсатори ҳамвор) бо баназаргирии хусусиятҳои объектҳои тадқиқотӣ;

- натиҷаҳои тадқиқоти таҷрибавӣ оид ба зичӣ, часпакӣ ва электрогузаронии гармибарандаҳо - маҳлули обии этиленгликол-45 + графит, маҳлули обии этиленгликол-45 + дуда, маҳлули обии 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 обии этиленгликол-45 + графит,

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

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 рисола. Натиҷаҳои асосии рисола дар конференсияҳои зерин маъруза ва муҳокима шудаанд: конференсияи байналмилалӣ «Гузариши фазаӣ, ҳодисаи бухронӣ ва ғайрихаттӣ дар муҳити конденсӣ» (Россия, Махачкала, 2019); конференсияи байналмилалӣ илмӣ-амалӣ «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 ҷумҳуриявӣ илмӣ-амалӣ «Моҳияти системаи геопитлоотӣ дар рушди соҳаҳои гуногуни ҷомеа» баҳшида ба ҷашни 21-умин солгарди «Рӯзи СГИ» дар Тоҷикистон, ДАТ ба номи Ш. Шохтемур (Душанбе, 2020); конференсияи байналмилалӣ илмӣ-амалӣ «Рушди энергетика ва имкониятҳо», ДЭТ (Кушонӣён, 2020); конференсияи ҷумҳуриявӣ илмӣ-назариявӣ «Заминаҳои асосии рушди омӯзиши фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ: масъала ва роҳҳои ҳалли он» ДАТ ба номи Ш. Шохтемур (Душанбе, 2021); конференсияи байналмилалӣ илмӣ - амалӣ «Электроэнергетикаи Тоҷикистон. Проблемаҳои сарфачӯӣ, самаранокӣ ва истифодаи манбаъҳои барқароршавандаи энергия», филиали ДЭМ ба номи М.В. Ломоносов дар ш. Душанбе (Душанбе, 2021); конференсияи ҷумҳуриявӣ илмӣ амалӣ (бо иштироки байналмилалӣ) «Энергетикаи гармо ва хосиятҳои гармофизикии моддаҳо», ДТТ ба номи акад. М.С. Осимӣ (Душанбе, 2021); конференсияи байналмилалӣ 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 ҚОА-и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон тавсияшаванда, як нахустпатенти Ҷумҳурии Тоҷикистон (№ ТҶ 1239), ҳамчунин мақолаи яқмуаллифа.

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.

МАЗМУНИ АСОСИИ РИСОЛА

Дар муқаддима аҳамияти мавзуи интихобшудаи рисола асоснок карда шуда, мақсади кор мурағабгардида, навоари илмӣ ва арзиши амалии рисола кушода шуда, муқаррароти асосии ба ҳимоя пешниҳодшуда оварда шудааст.

Боби 1. Шарҳи адабиёт оид ба ҳосиятҳои физикию химиявии маводҳои тадқиқотӣ ва усулҳои ҷенкунӣ

Боби якум ба баррасии натиҷаҳои тадқиқоти ҳосиятҳои гармофизикӣ ва электрофизикӣ маҳлулҳои обии этиленгликол ва моеъҳои магнитӣ, ки дар ҷумҳури, хориҷи наздик ва дур гузаронида шудаанд, бахшида шудааст.

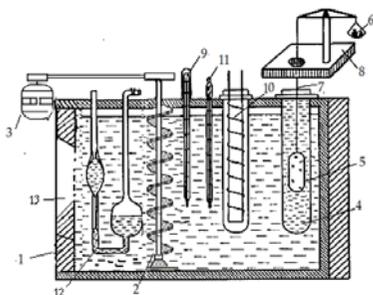
Боби 2. Усулҳо ва воситаҳои ҷенкунии зичӣ, часпакӣ ва электрогузаронии маҳлулҳо вобаста ба ҳарорат

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

2.1. Дастгоҳи ҳамачониба барои ҷен кардани зичӣ ва часпакии муҳити моеъ вобаста ба ҳарорат

Интихоби усули баркашии гидростатикӣ аз ҷониби мо бо он асос ёфтааст, ки нисбат ба усулҳои дигар он дақиқтар аст ва вақти тӯлонии гузаронидани таҷрибаро талаб намекунад. Вазифаи дигари муҳими интихоби асбоби таҷрибавӣ ин, ки у имкон медиҳад, дар фосилаҳои гуногуни тағйироти ҳарорат ҷенкунии дуруст иҷро карда шавад. Дар робита ба ин, мо усули баркашии гидростатикиро интихоб кардем (усули профессор И.Ф. Голубев).

Дар дастгоҳи таҷрибавӣ (расми 1) барои ҷен кардани зичии намунаҳои таҷрибавӣ мо шиноваракро (5) истифода бурдем, ки аз квартс сохта шудааст. Инчунин иҷрои озмоиш истифодаи тарозуи аналитикиро талаб мекунад (6). Шиновараке, ки дар сими манганинӣ (7) бевосита дар болои камера (4) овезон карда шудааст, бо намуна пур карда шудааст, ки ба термостат (1) ҷойгир карда мешавад ва он дар навбати худ бо моеъи термостатикунанда (об) пур карда мешавад. Омехтакунак (2), ки дар термостат насб шудааст, ба баробар кардани ҳарорат дар тамоми ҳаҷми термостат мусоидат мекунад. Ҳарорат бо истифода аз термометри симобӣ муайян карда мешавад (9).



Расми 1. Дастгоҳи таҷрибавӣ барои тадқиқоти зичии моеъҳо дар фишори атмосферӣ: 1- термостат; 2 – омехтакунак; 3 – муҳарриқи электрикӣ; 4 – ячейкаи шишагӣ; 5 -шиновараки квартсӣ; 6 - борсангҳои мувозинатӣ; 7 – ноқили манганинӣ, 8 - тарозӯи аналитикӣ, 9 - ҳароратсанҷи симобӣ; 10 – гармкунак; 11 – ҳароратсанҷи контактӣ; 12 - вискозиметри Освалд; 13 - тирезача

Намунаҳои эталонӣ (толуол, об) барои тадқиқоти санҷиши муқаррар кардани саҳеҳӣ ва эътимоднокии таҷрибаҳо истифода шудаанд. Ин моддаҳо аз сабаби зиёд будани маълумот дар бораи параметрҳои онҳо ҳамчун намуна интихоб карда шудаанд. Формулаи ҳисобкунӣ чунин намуд дорад:

$$\rho = \frac{G_1 - (G_1 - G_2)}{V_{II} - V_H}, \text{ кг/м}^3, \quad (1)$$

дар ин ҷо: ρ - зичии намуна дар ҳарорати санҷишӣ, кг/м^3 ; G_1, G_2 - массаи шиновараки квартсӣ, мутаносибан дар ҳаво ва дар моеъи тадқиқшаванда; V_{II} - ҳаҷми шиновараки квартсӣ; V_H - ҳаҷми ноқили манганинӣ.

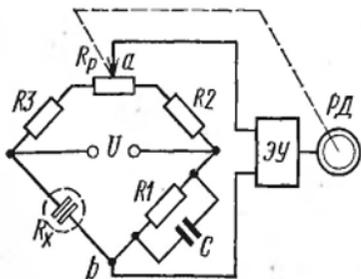
Ченкуниҳои санҷишӣ бо мақсади муайян кардани ҳотагиҳои асбоб бо бензол ва н-гексан гузаронида шуд, ки натиҷаҳои онҳо бо натиҷаҳои пешниҳодшуда ба таври қаноатбахш ($\pm 0,072\%$) мувофиқат шуда, бо маълумоти дар адабиёти мавҷудбуда мувофиқ меоянд.

2.2. Дастгоҳи таҷрибавӣ барои чен кардани электрогузаронии моеъҳо ҳамчун функсияи ҳарорат

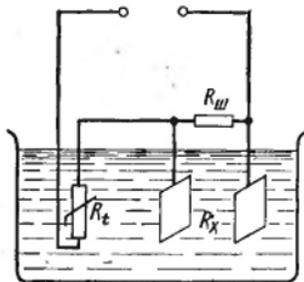
Дастгоҳи таҷрибавии мазкур ҳангоми иҷрои рисолаи номзадии Аминов Ш.А. (объекти тадқиқотӣ – об + герметик) ва рисолаи илмии Зоиров Ҳ.А. (объекти тадқиқотӣ – гидразингидрат + оксидҳои металлӣ) истифода шудааст. Тибқи ин дастгоҳи таҷрибавӣ патенти хурди Ҷумҳурии Тоҷикистон № ТҶ371 гирифта шудааст (муаллифон: Сафаров М.М., Ҷӯраев Д.С., Зоиров Ҳ.А. ва дигарон).

Тасвири схемавии дастгоҳи таҷрибавӣ барои чен кардани электрогузаронии хоси моеъҳо вобаста ба ҳарорат дар расмҳои 2 ва 3 оварда шудааст. Ячейкаи кондуктометрӣ (расми 2) дорои муқовимати электрикӣ доимии манганинӣ R_1, R_2 ва R_3 , муқовимати электрикӣ ҷубронкунандаи тағйирёбанда (МЭҚТ) R_p мебошад. Вақте ки консентратсияи хока дар маҳлул тағйир меёбад, муқовимати электрикӣ он R_x мувофиқан тағйир меёбад ва дар қуллаҳои пули ab шиддат ба вучуд меояд, ки тағйиребии андозаи консентратсия мутаносибан аст. Сигнали электрикӣ бо қувватфизои электронӣ (ЭУ) тақвият дода шуда, ба муҳарриқи реверсӣ (РД) равона карда мешавад, ки дар натиҷа муҳарриқи МЭҚТ ҳаракат мекунад, ё барои сохтани график ба компютер дода мешавад. Дар китфи b , пай дар пай ба R_x

конденсатори С параллел ба муқовимати электрикии доимии R1 насб шудааст (расми 3).



Расми 2. Тарҳи ячейкаи ченкунии дуэлектрода



Расми 3. Тарҳи ячейкаи кондуктометрӣ бо ҳароратсанҷи муқовиматии металлӣ

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

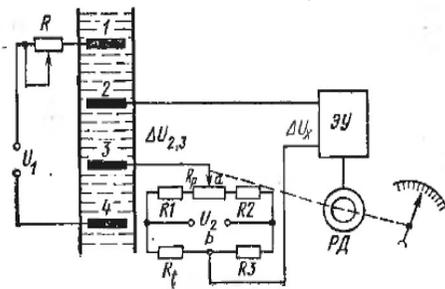
Ҷубронкунии ҳарорат бо ташкили мувофиқати коэффитсиентҳои ҳарорати муқовимати электрии моддаи ченшаванда дар ячейка R_x ва термометри муқовиматии R_t таъмин карда мешавад. Барои ин, ба R_x ҳамзамон резистори шунтии $R_{ш}$ -ро, ки коэффитсиенти ҳарорати паст дорад (резистори симии манганинӣ) параллел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

Тасвири схематикӣ кондуктометр, ки бо ячейкаи ченкунии чорэлектрода ҷиҳозонида шудааст дар расми 4 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:

$$\Delta U_{2,3} = I \rho_k \quad (2)$$

дар ин ҷо: $\rho_k = k / \kappa_0$ - муқовимати маҳлул дар байни электродҳои 2 ва 3 (k доимии ячейкаи чорэлектрода, ки дар он масофаи байни электродҳо ва масоҳати сатҳи онҳо нақши муҳим мекунанд).

Ҳамин тариқ, $\Delta U_{2,3} = kI / \kappa_0 = k / \kappa$, ки дар он $\kappa = kI = \text{const}$, бинобарин шиддати байни электродҳо дар асоси консентратсияи маҳлули санҷидашаванда муқаррар карда мешавад.



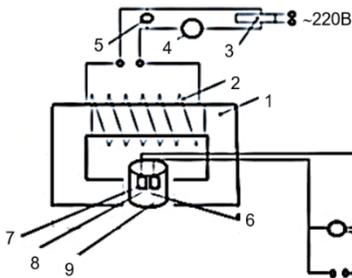
Расми 4. Тарҳи кондуктометр бо ячейкаи ченкунии чорэлектрода

Қимати ченшавандаи $\Delta U_{2,3}$ бо фарқи потенциалҳо ΔU_{ab} дар қуллаҳои а ва б-и пули мувозинатӣ муқоиса карда мешавад. Агар $\Delta U_{ab} \neq \Delta U_{2,3}$ бошад, пас сигнали номувозинатии $\Delta U_x = \Delta U_{ab} - U_{2,3}$ ба даромади пурқувваткунандаи электронӣ (ЭУ) фиристода мешавад. Ҳангоми мувозинати муқарраршуда $U_{ab} = \Delta U_{2,3}$ дар занҷири ин электродҳо ҷараён вучуд надорад.

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 меёбад. 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 интиҳоби параметрҳои зарурии пули ҷубронӣ (муқовимати резисторҳои R_1, R_2, R_3) ва шиддати U ба даст оварда мешавад.

2.3. Дастгоҳ барои ченкунии электрогузаронии моеъҳои магнитӣ вобаста ба индуксияи майдони магнитӣ.

Дастгоҳ ба соҳаи ченкунии электрогузаронии моеъҳо тааллуқ дорад ва барои истифода дар тадқиқоти таҷрибавии хосиятҳои электрофизикии моеъҳои магнитӣ, вобаста ба индуксияи майдони магнитӣ, ки ба хосиятҳои физикии моеъҳои магнитӣ дар ҷараёни қор таъсир мерасонанд, пешбинӣ шудааст. Дастгоҳ барои чен кардани электрогузаронии моеъҳои магнитӣ (расми 5) аз қисмҳои зерин иборат аст: электромагнит (1), ки бо ҷараёни доимӣ таъмин карда мешавад; ғалтаки якуми электромагнит (2); манбаи ҷараёни доимии танзимшаванда (3); амперметри ҷараёни доимӣ (4); вольтметри ҷараёни доимӣ (5); таҷҳизоти ибтидоии ченкунандаи дуэлектрод (6) бо ду электродҳои (7) ва (8); ячейка (9) барои объекти тадқиқотӣ; генератори шиддати тағйирёбанда (10); миллиамперметри ҷараёни тағйирёбанда (11); вольтметри ҷараёни тағйирёбанда (12); манбаи ҷараёни тағйирёбанда. Дастгоҳ бо электромагнит мучаҳҳаз шудааст, ки тавассути он мо метавонем майдони магнитиро ба воситаи автотрансформатори манбаи доимӣ (3) танзим кунем. Дар байни лавҳаҳои электромагнит ячейка бо моеъи тадқиқшаванда гузошта мешавад, ки дорои электродҳо мебошад. Электродҳо ба миллиамперметр ва вольтметри ҷараёни тағйирёбанда пайваст карда мешаванд. Ҷараёни тағйирёбанда дар электродҳо аз манбаи ҷараёнҳои тағйирёбанда таъмин карда мешавад.



Расми 5. Дастгоҳи таҷрибавӣ барои муайян кардани электрогузаронии моеъҳои магнитӣ вобаста ба индуксияи майдони магнитӣ

Барои чен кардани электрогузаронии моеъҳои магнитӣ вобаста ба майдони магнитӣ манбаи ҷараёни доимӣ (3) бо шиддати 220 В таъмин карда мешавад, қувваи ҷараёнро автотрансформатор танзим мекунад. Ҷараёни доимӣ тавассути асбобҳои ченкунандаи (4) ва (5) ба электромагнит дода мешавад, ки вобаста ба қувваи ҷараён, майдони магнитиро ба вучуд меорад.

Бо донистани бузургии қувваи ҷараён (I, A) ва истифодаи формулаи зерин, индуксияи майдони магнитиро ҳисоб мекунем:

$$B = \frac{(\mu_0 \mu I N)}{2L} (\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1), \text{ [Тл]} \quad (3)$$

дар ин ҷо: N/L – шумораи печакҳо дар воҳиди дарозии соленоид; I - қувваи ҷараён; μ_0 - доимии магнитӣ; μ - нуфузпазирии магнитии муҳит.

Қобилияти электрогузаронӣ аз рӯи қонуни Ом бо донистани қувваи ҷараёни тағйирёбандае, ки аз моеъи магнитӣ мегузарад, ҳисоб карда мешавад.

Концентратсияи умумии намакро бо истифодаи фишори осмотикӣ муайян кардан мумкин аст, аммо ин миқдорро дар амал омӯختан душвор аст. Аз ин рӯ, муайян кардани миқдори намакҳо хеле осонтар аст, агар аз ҳосияти электрогузаронии маҳлулҳои оби истифода барем.

Боби 3. Муайянкунии таҷрибавии зичӣ, часпакӣ ва электрогузаронии маҳлули оби этиленгликол-45 + хокаҳои магнитӣ

Дар боби сеюм натиҷаҳои тадқиқоти зичӣ, часпакӣ, электрогузаронӣ ва муқовимати ҳоси электрикӣ маҳлули оби этиленгликол-45 бо концентратсияи гуногуни хокаҳои магнитӣ дар ҳудуди ҳарорати аз 283 К то 358 К, дар фишори атмосферӣ оварда шудааст.

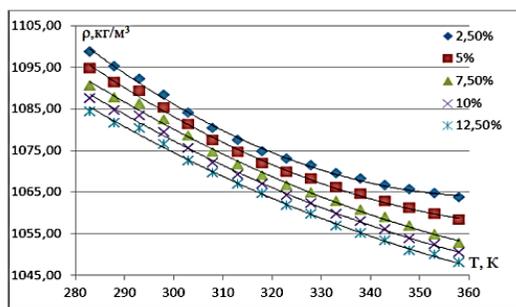
3.1. Зичӣ ва часпакии гармибарандаҳо

Маҳлули оби этиленгликол-45 ҳамчун гармибаранда дар таҷҳизоти мубодилаи гармӣ васеъ истифода мешавад. Хусусиятҳои физикию химиявии гармибарандаҳо аз ҳарорат ва концентратсияи омехтаҳо, аз ҷумла оксиди оҳан, ки ҳангоми истифода дар дастгоҳҳои гармимубодилакунанда дар натиҷаи зангзании таркиб пӯлод пайдо мешавад, вобаста аст. Тағйирёбии зичӣ ва часпакии гармибаранда ба тағйирёбии речай истифодаи таҷҳизоти гармимубодилакунанда оварда мерасонад.

Барои ин, мо мақсад гузоштем, ки тағйироти зичӣ ва часпакии яке аз гармидиҳандаҳои васеъ истифодашавандаро омӯзем - маҳлули оби этиленгликол - 45 бо илова кардани хокаи графит, хоки ангишти кони Айнӣ

ва оксиди оҳан, ки дар раванди зангзании системаҳои дастгоҳҳои гармимубодилакунанда, ки яке аз таҷҳизоти муҳим дар энергетикаи гармӣ мебошад, пайдо мешавад.

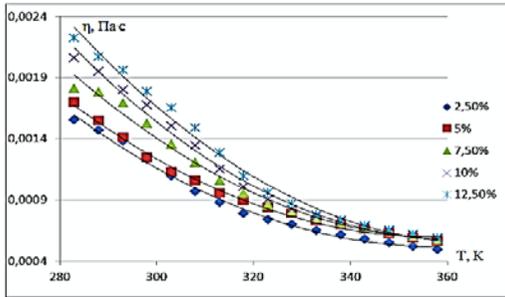
Барои гармибарандаҳо фосилаи зиёди тағйирёбии хосиятҳо хос аст. Барои мақсадҳои саноатӣ ва барои дастгоҳҳои дегии хурду миёна ҳамчун гармидиҳанда об ва маҳлулҳои обӣ бо хусусиятҳои хуби гармидиҳӣ истифода мешаванд. Омехтаҳои, ки хангоми истифодаи дарозмуддати ин гармибарандаҳо пайдо мешаванд, ба хосиятҳои гармофизикии ин гармибарандаҳо таъсир мерасонанд. Фаъолияти дарозмуддати дегхона аз сифати гармибаранда вобаста аст. Қиматҳои дар расми 6 ва ҷадвали 1 овардашуда натиҷаҳои таҷқиқот оид ба зичӣ, интиҳобан барои гармидиҳандаи системаҳои маҳлули оби этиленгликол 45 + хокаи мағнитӣ ва дар расми 7 ва ҷадвали 2 барои часпаки маводҳо оварда шудааст.



Расми 6. Вобастагии зичии системаҳои маҳлули оби этиленгликол-45 + дудай ангишти кони Айнӣ аз консентратсияи дуда ва ҳарорат

Ҷадвали 1. - Зичии (ρ , $\text{кг}/\text{м}^3$) маҳлули оби этиленгликол-45 + хокаи графит вобаста аз консентратсияи онҳо ва ҳарорат

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



Расми 7. Вобастагии часпакии системаҳои маҳлули обии этиленгликол-45 + оксиди охан аз консентратсияи онҳо ва ҳарорат

Чадвали 2. - Часпакии (η , Па.с) системаи маҳлули обии этиленгликол + хокаи графит вобаста аз ҳарорат ва консентратсияи онҳо

T, K	n, %				
	2,5	5	7,5	10	12,5
283	1,52147	1,64607	1,7379	1,94184	2,06749
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

3.2. Электрогузаронӣ ва муковимати хоси электрикии маҳлули обии этиленгликол-45 + графит, дуда, оксиди охан

Дар ин қисми кор натиҷаҳои таҷрибавӣ оид ба электрогузарони ва муковимати хоси системаҳои маҳлулҳо оварда шудаанд: маҳлули обии этиленгликол-45 + графит, маҳлули обии этиленгликол-45 + дуда, маҳлули обии этиленгликол-45 + оксиди охан. Усули ченкунии электрогузаронӣ ва муковимати хоси электрикӣ - усули конденсатори ҳамвор мебошад. Ин усул дар боби дуҷуми кори мазкур тавсиф шудааст.

Электрогузаронӣ ва муковимати хоси электрикӣ инчунин барои интиҳоби гармибаранда, барои намудҳои алоҳидан дастгоҳҳои гармидиҳӣ (деғҳои электродӣ) параметри муҳим ҳисобида мешавад. Натиҷаҳои таҷрибавӣ оид ба

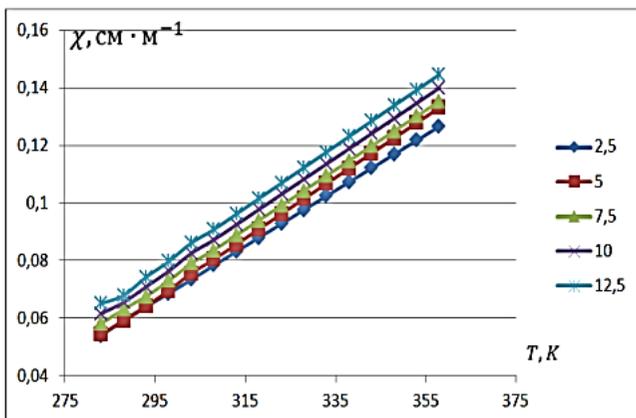
электрогузаронӣ ва муқовимати хоси электрикӣ дар чадвалҳои 3-4 ва расмҳои 8-9 нишон дода шудаанд.

Чадвали 3. - Электрогузаронии хос (χ , См·м⁻¹)-и маҳдули оби этиленгликол-45 + графит вобаста ба ҳарорат ва консентратсияи хокаи графит

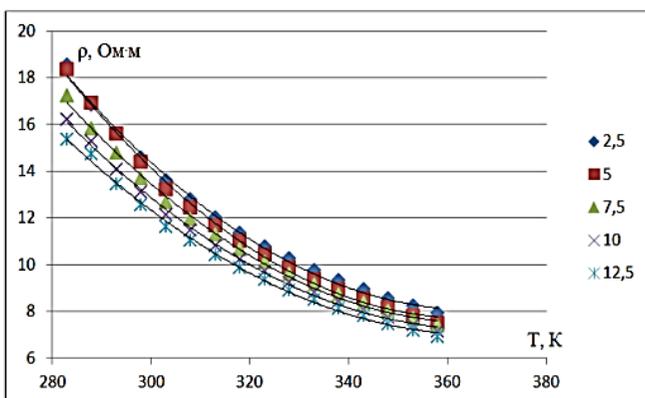
Т, К	n, %				
	2,5	5	7,5	10	12,5
283	0,0302	0,0350	0,040	0,045	0,048
288	0,0331	0,0385	0,041	0,048	0,050
293	0,0360	0,0417	0,046	0,050	0,056
298	0,0389	0,0453	0,051	0,056	0,060
303	0,0416	0,0485	0,056	0,060	0,062
308	0,0447	0,0520	0,060	0,064	0,066
313	0,0474	0,0553	0,064	0,066	0,070
318	0,0505	0,0587	0,066	0,070	0,076
323	0,0534	0,0623	0,070	0,076	0,080
328	0,0563	0,0657	0,075	0,080	0,084
333	0,0590	0,0690	0,080	0,084	0,088
338	0,0620	0,0725	0,084	0,088	0,090
343	0,0650	0,0757	0,088	0,090	0,096
348	0,0677	0,0793	0,090	0,096	0,100
353	0,0708	0,0827	0,096	0,100	0,102
358	0,0736	0,086	0,099	0,103	0,107

Чадвали 4. - Муқовимат (ρ , Ом·м)-и системаи маҳдули оби этиленгликол-45 + графит вобаста ба ҳарорат ва консентратсияи хокаи графит

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



Расми 8. Вобастагии электрогузаронӣ (χ , $\text{См}\cdot\text{м}^{-1}$)-и маҳлули обии этиленгликол-45 + дудаи ангишти кони Айнӣ аз ҳарорат



Расми 9. Вобастагии муқовимати хоси электрикӣ (ρ , Ом $\cdot\text{м}$)-и маҳлули обии этиленгликол-45 + дудаи ангишти кони Айнӣ аз консентратсияи дуда ва ҳарорат

3.3. Натиҷаҳои асосӣ оид ба электрогузаронӣ ва муқовимати хоси электрикии объектҳои тадқиқшаванда вобаста ба майдони магнити

Объектҳои омӯхташуда мӯеҷҳои магнитӣ мебошанд. Параметрҳои физикии мӯеҷҳои тадқиқшаванда, ба монанди электрогузаронӣ, зичӣ, часпакӣ ва ғайра ба таъсири майдони магнитӣ вобастаанд. Барои рӯшан кардани ин мушкилот кормандони кафедраи физикаи Донишгоҳи аграрии Тоҷикистон ба номи Шириншоҳ Шохтемур бо роҳбарии н.и.т. Анакулов М.М. дастгоҳе таҳия намуданд, ки барои чен кардани электрогузаронӣ ва муқовимати хоси электрикии мӯеҷҳои магнитӣ имконият медиҳад.

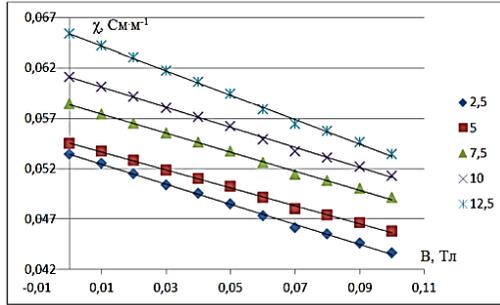
Дар ин қисмати қор натиҷаҳои таҷриба оид ба электрогузаронӣ ва муқовимати ҳоси электрикӣ дар дастгоҳи таҷрибавии таҳияшуда, оварда шудаанд (Ҷадвалҳои 5- 6 ва расмҳои 10-11).

Ҷадвали 5. - Электрогузаронӣ (χ , $\text{См}\cdot\text{м}^{-1}$)-и системаи маҳдули оби этиленгликол-45 + графит вобаста аз вектори индуксияи майдони магнитӣ (В, Тл) ва концентратсияи хокаи графит

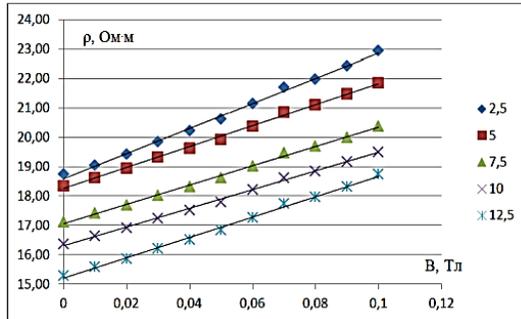
В, Тл	n, %				
	2,5	5	7,5	10	12,5
0,00	0,0302	0,0349	0,0393	0,0436	0,0469
0,01	0,0295	0,0341	0,0387	0,0425	0,0458
0,02	0,0291	0,0327	0,0380	0,0420	0,0452
0,03	0,0287	0,0323	0,0371	0,0411	0,0442
0,04	0,0284	0,0320	0,0365	0,0404	0,0425
0,05	0,0279	0,0311	0,0360	0,0393	0,0414
0,06	0,0273	0,0305	0,0349	0,0384	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 6. - Муқовимати ҳоси электрикӣ (ρ , $\text{Ом}\cdot\text{м}$)-и маҳдули оби этиленгликол-45 + графит вобаста ба вектори индуксияи майдони магнитӣ (В, Тл) ва концентратсияи хокаи графит

В, Тл	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



Расми 10. Вобастагии электрогузаронӣ (χ , $\text{См}\cdot\text{м}^{-1}$)-и маҳдули оби этиленгликол-45 + дудаи ангишти кони Айӣ аз концентратсияи дуда ва вектори индуксияи майдони магнитӣ (B , Тл)



Расми 11. Вобастагии муқовимати ҳоси электрикӣ (ρ , $\text{Ом}\cdot\text{м}$)-и маҳдули оби этиленгликол-45 + дудаи ангишти кони Айӣ аз концентратсияи дуда ва индуксияи майдони магнитӣ (B , Тл)

Боби 4. Таҳлил ва коркарди маълумоти таҷрибавӣ оид ба зичӣ, часпакӣ ва электрогузаронии маҳлулҳои тадқиқшаванда

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

4.1. Коркарди маълумоти таҷрибавӣ оид ба зичии маҳлулҳо

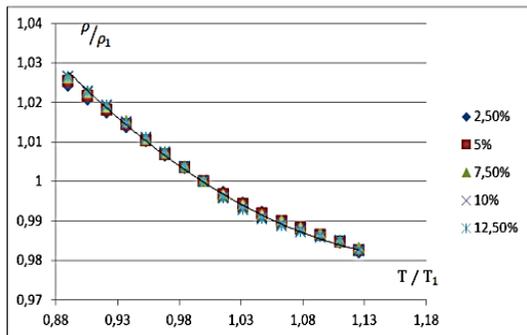
Барои ҷамъбасти маълумоти таҷрибавӣ оид ба зичӣ вобаста ба ҳарорат дар фишори атмосферӣ, усули ҳолатҳои монанд истифода шудааст:

$$\frac{\rho}{\rho_1} = f\left(\frac{T}{T_1}\right), \tag{4}$$

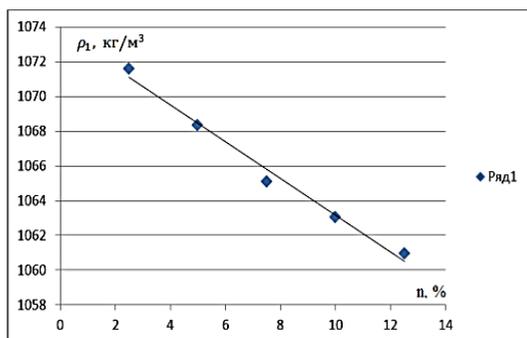
дар ин ҷо: ρ ва ρ_1 - зичии намунаҳои тадқиқшаванда дар ҳароратҳои гуногуни T , K ва $T_1=318 K$.

4.2. Коркарди маълумоти натиҷаҳои тадқиқоти таҷрибавӣ оид ба зичии маҳлули оби (этиленгликол-45 + хокаи графит)

Вобастагии графикаи ифодаи (4) барои маҳлули оби (этиленгликол-45 + хокаи графит) дар расми 12 нишон дода шуда, муодилаи ин хати қатъ бо ифодаи (5) ҳисоб карда мешавад.



Расми 12. Вобастагии зичии нисбӣ (ρ/ρ_1)-и маҳлули оби этиленгликол-45 + хокаи графит вобаста ба ҳарорати нисбӣ (T/T_1)



Расми 13. Вобастагии ρ_1 аз консентратсияи хокаи графит (n)

Маълум шуд, ки ρ_1 функцияи консентратсияи хокаи графит мебошад (расми 12). Хати қатъ дар расми 12 нишондодашуда бо чунин ифода муайян карда мешавад:

$$\frac{\rho}{\rho_1} = \left[0,5017 \left(\frac{T}{T_1} \right)^2 - 1,2026 \left(\frac{T}{T_1} \right) + 1,7007 \right]. \quad (5)$$

Муодилаи хати рост, ки дар расми 13 оварда шудааст, чунин намуд дорад:

$$\rho_1 = (-1,0612n + 1073,8), \text{ кг} / \text{ м}^3 \quad (6)$$

Аз муодилаи (5) бо назардошти (6) ба даст меояд:

$$\rho = \left[0,5017 \left(\frac{T}{T_1} \right)^2 - 1,2026 \left(\frac{T}{T_1} \right) + 1,7007 \right] (-1,0612n + 1073,8), \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \quad (7)$$

Ба воситаи муодилаи (7) зичии системаи маҳлули оби (этиленгликол-45 + хокаи графит)-ро дар ҳудудҳои ҳарорати аз 283К то 358К ва консентратсияи хокаи графит аз 2,5% то 12,5% бо хатогии то 0,37% ҳисоб намудан мумкин аст.

4.3. Коркарди натиҷаҳои тадқиқоти таҷрибавӣ оид ба часпакии маҳлули оби этиленгликол-45 + хокаи графит, дудаи ангишти кони Айнӣ ва оксиди оҳан

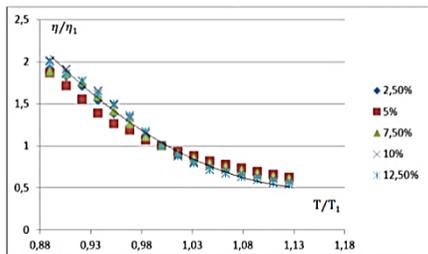
Барои ҷамъбасти маълумоти таҷрибавии ба даст овардашуда оид ба часпакии вобаста ба ҳарорат ва фишори атмосферӣ усули ҳолатҳои монанд истифода шудааст:

$$\frac{\eta}{\eta_1} = f\left(\frac{T}{T_1}\right), \quad (8)$$

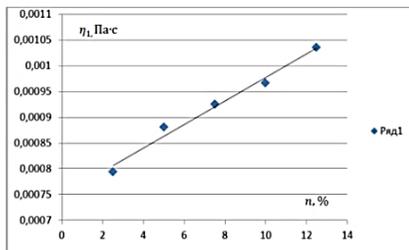
дар ин ҷо: η ва η_1 - часпакии намунаҳои тадқиқшаванда дар ҳароратҳои гуногуни T , K ва T_1 , K ; $T_1=318K$.

4.4. Коркарди натиҷаҳо аз рӯи натиҷаҳои тадқиқоти таҷрибавии часпакии системаи маҳлули оби этиленгликол-45 бо консентратсияҳои гуногуни хокаи графит

Натиҷаҳои ҷенкунии часпакии системаҳои объекти маҳлули оби этиленгликол-45 бо консентратсияи хокаи графит бо истифода аз вобастагии (8) ҷамъбаст карда шудаанд. Вобастагии графикаи ифодаи (8) барои системаҳои маҳлули оби этиленгликол-45 бо консентратсияи хокаи графит дар расми 14 нишон дода шудааст ва муодилаи ин хати қач намуди (9) дорад. Таҳлили натиҷаҳо нишон дод, ки η_1 қиматҳои мебошанд, ки консентратсияи хокаи графитро дар маҳлул ифода мекунанд (расми 15).



Расми 14. Часпакии нисбӣ ($\frac{\eta}{\eta_1}$)-и маҳлули оби этиленгликол-45 + хокаи графит вобаста ба ҳарорати нисбӣ (T/T_1)



Расми 15. Вобастагии η_1 аз консентратсияи хокаи графит n

Барои намунаҳои маҳлули оби этиленгликол-45 + хокаи графит, хати қачи дар графикаи 14 нишондодашуда бо чунин ифода тавсиф карда мешавад:

$$\frac{\eta}{\eta_1} = \left[22,331 \left(\frac{T}{T_1}\right)^2 - 51,64 \left(\frac{T}{T_1}\right) + 30,346 \right], \quad (9)$$

Муодилаи хати рости расми 15 чунин намуд дорад:

$$\eta_1 = (0,02125 \cdot n + 0,7575) \cdot 10^{-3}, \text{ Па} \cdot \text{с} \quad (10)$$

Аз муодилаи (10) бо назардошти (9) ба даст меояд:

$$\eta = \left[22,331 \left(\frac{T}{T_1}\right)^2 - 51,64 \left(\frac{T}{T_1}\right) + 30,346 \right] (0,02125 \cdot n + 0,7575) \cdot 10^{-3}, \text{ Па} \cdot \text{с} \quad (11)$$

Муодилаи (11) имконият медиҳад, ки часпакии маҳлули обии этиленгликол-45 + хокаи графит дар ҳудуди ҳароратҳои аз 283K то 358K ва консентратсияи хокаи графит аз 2,5% то 12,5% бо ҳатогии то 12,5% ҳисоб карда шавад.

4.5. Коркарди натиҷаҳои тадқиқоти таҷрибавӣ оид ба электрогузаронии хоси системаҳои маҳлули обии (этиленгликол-45 + хокаи графит, дудай ангишти кони Айнӣ ва оксиди оҳан) вобаста ба ҳарорат

Натиҷаҳои ҷенкунии электрогузаронии хос, ки вобаста ба ҳарорат дар фишори атмосферӣ ба даст оварда шудааст, бо истифодаи усули ҳолатҳои монанд коркард шудааст:

$$\frac{\chi}{\chi_1} = f\left(\frac{T}{T_1}\right), \quad (12)$$

дар ин ҷо: χ ва χ_1 – электрогузаронии хоси намунаҳои тадқиқшаванда дар ҳароратҳои гуногуни T , K ва $T_1=318K$.

4.6. Коркарди натиҷаҳои тадқиқоти таҷрибавӣ оид ба электрогузаронии маҳлули обии этиленгликол-45 бо консентратсияҳои гуногуни хокаи графит

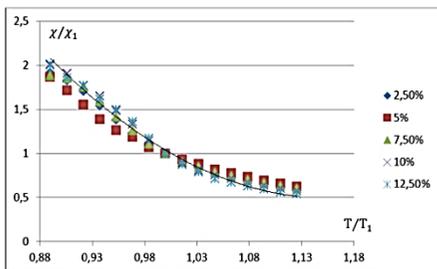
Натиҷаҳои ҷенкунии электрогузаронии хоси системаи маҳлули обии этиленгликол-45 бо консентратсияҳои гуногуни хокаи графит бо истифода аз вобастагии (12) коркард шудааст.

Вобастагии графикаи ифодаи (12) барои маҳлули обии (этиленгликол-45 бо консентратсияи гуногуни хокаи графит) дар расми 16 нишон дода шудааст ва муодилаи ин ҳагги қач намуди ифодаи (13)-ро дорад.

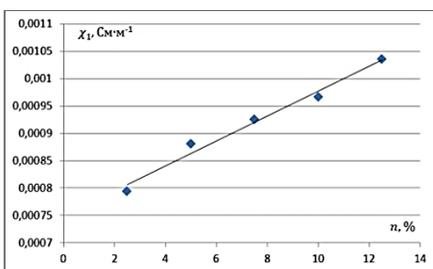
Дар натиҷаи таҳлил маълум шуд, ки χ_1 аз консентратсияи хокаи графит вобастагӣ дорад (расми 17).

Барои объекти маҳлули обии этиленгликол-45 + хокаи графит, ҳати дар графикаи расми 17 нишондошуда бо чунин ифода навишта мешавад:

$$\frac{\chi}{\chi_1} = \left[3,392 \left(\frac{T}{T_1} \right) - 2,392 \right], \quad (13)$$



Расми 16. Вобастагии электрогузаронии нисбӣ (χ / χ_1)-и маҳлули обии (этиленгликол-45 + хокаи графит) вобаста ба ҳарорати нисбӣ (T/T_1)



Расми 17. Вобастагии χ_1 аз консентратсияи хокаи графит n

Хати рости дар расми 17 тасвирёфта чунин намуд дорад:

$$\chi_1 = (0,19n + 7,2) \cdot 10^{-3}, \text{См} \cdot \text{м}^{-1}. \quad (14)$$

Аз муодилаи (13) бо назардошти (14) мо ба даст меорем:

$$\chi = \left[24,29 \left(\frac{T}{T_1} \right)^2 - 55,879 \left(\frac{T}{T_1} \right) + 32,626 \right] (0,19n + 7,2) \cdot 10^{-3}, \text{См} \cdot \text{м}^{-1} \quad (15)$$

Муодилаи (15)-ро барои ҳисобкунии электрогузаронии системаи маҳлули оби этиленгликол-45 + хокаи графитро дар ҳудуди ҳароратҳои аз 283 К то 358 К ва консентратсияи хокаи графит аз 2,5% то 12,5% бо ҳатогии миёнаи 5,4% истифода намудан мумкин аст.

НАТИҶАҲО ВА ХУЛОСАҲОИ АСОСӢ

1. Дастгоҳҳои таҷрибавӣ барои тадқиқи амалии зичӣ, часпакии динамикӣ, электрогузаронӣ ва муқовимати ҳоси электрикии моддаҳои моеъ вобаста ба ҳарорат (283-358 К), инчунин электрогузаронии ҳос вобаста ба индуксияи магнитӣ (0-1 Тл) азнавсозӣ карда шуданд [6-М].

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

3. Муайян карда шудааст, ки дар соҳаи тағйирёбии ҳарорат аз 283 то 358 К, илова кардани хоки ангишти кони Айнӣ ва хокаи графит аз 2 то 12,5% ба маҳлули оби 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, 7-М, 11-М].

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

5. Муайян карда шудааст, ки ҳангоми илова кардани то 12,5% дуда, хокаи графит ва оксиди оҳан ба маҳлули оби этиленгликол-45, ба кам шудани муқовимати ҳоси электрикӣ то 36% оварда мерасонад [4-М, 5-М].

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

7. Бо тарзи таҷрибавӣ муайян карда шудааст, ки сели сусти магнитӣ ба ҳосиятҳои моеъҳои магнитӣ таъсир мерасонад. Баландшавии индуксияи магнитӣ аз 0 то 1 Тл боиси кам шудани муқовимати ҳоси электрикӣ ва мувофиқан афзоиши электрогузаронӣ то 18% мегардад [9-М].

8. Як қатор муодилаҳои эмпирикӣ дар натиҷаи коркард ва ҷамъбасти маълумоти таҷрибавӣ бароварда шуданд, 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 чамъбасти натиҷаҳои тадқиқи маҳлулҳои оби этиленгликол-45 бо консентратсияи хоқаҳои магнитӣ аз рӯи электрогузаронии хос (муқовимати хоси электрики) гузаронид ва муодилаҳои эмпириқӣ бароварда шуданд, ки имкон медиҳанд параметрҳои номбаршуда вобаста ба ҳарорат, индуксияи магнитӣ ва консентратсияи хоқаҳои магнитӣ ҳисоб карда шаванд [6-М, 7-М].

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

Тавсияҳо, дурномаи рушди минбаъдаи мавзӯи тадқиқоти рисола

1. Натиҷаи тадқиқотҳои таҷрибавии зичӣ, часпакӣ, электрогузаронӣ ва муқовимати хоси электрикии (маҳлули оби этиленгликол-45 + хоқаи 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 чадвали маълумот пешниҳод шудааст, ки минбаъд метавонад барои ҳисобкунии равандҳои технологияи истехсоли категорияи муайяни маҳсулот, инчунин ҳангоми ҳисобкунии дастгоҳҳои гармимубодилакунанда истифода шаванд.

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

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

4. Натиҷаи чамбасти параметрҳои таҷрибавию ҳисобкунии маҷмӯи тадқиқоти зичӣ, часпакӣ, электрогузаронӣ ва муқовимати хоси электрики, инчунин пешниҳоди модели математикии тағйирёбии ин хосиятҳо метавонад на танҳо ҳаҷми гузаронидани таҷрибаҳои серхарочот, инчунин маблағгузорию харидорӣ таҷхизотро кам наояд, натиҷаҳои ба даст омада барои сохтани маводи навини дастгоҳҳои гармимубодилакунанда замина гузорад.

5. Муодилаҳои эмпириқии ба даст омадаро барои ҳисобкунӣ ва пешгӯӣ намудани зичӣ, часпакӣ, электрогузаронӣ ва муқовимати хоси электрикии объектҳои тадқиқотӣ дар нуқтаҳои тадқиқонашуда (ҳарорат, консентратсия ва индуксияи майдони магнитӣ) истифода бурдан мумкин аст.

МАЗМУНИ АСОСИИ РИСОЛА ДАР НАШРИЯҶОИ ЗЕРИН ЧОП ГАРДИДААСТ:

Мақолаҳо дар маҷаллаҳои илмие, ки Комиссияи олии аттестатсионии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон тавсия додааст:

[1-М]. Рахимов, С.Т. Влияние графитового порошка на изменение электропроводности водного раствора этиленгликоля-45 (антифриз), под влиянием температуры / М.М. Анакулов, С.Т. Рахимов, М.М. Сафаров // Вестник ТГУ им. акад. М.С. Осими, №1(49), Душанбе, 2020. - С. 14-16.

[2-М]. Рахимов, С.Т. Плотность системы водного раствора этиленгликоля-45 (антифриза) под влиянием температуры и содержания сажи угля Айнинского месторождения / М.М. Анакулов, М.М. Сафаров, С.Т. Рахимов // Вестник ТУТ, №4 (43), Душанбе 2020, - С. 10-16.

[3-М]. Рахимов, С.Т. Исследования плотности систем водного раствора этиленгликоля-45 (антифриза) под влиянием температуры и содержания оксида железа / М.М. Анакулов, М.М. Сафаров, С.Т. Рахимов // Вестник ТУТ, №1 (44) Душанбе 2021, - С. 22-27.

[4-М]. Рахимов, С.Т. Электропроводность водного раствора этиленгликоля с концентрацией графитового порошка под влиянием магнитной индукции / С.Т. Рахимов // Вестник государственного университета имени Н. Хусрава, Серия естественных наук, №2/3(90), Бохтар 2021, - С. 40-43.

[5-М]. Рахимов, С.Т. Электропроводность системы водного раствора этиленгликоля-45 (антифриз) и оксида железа, под влиянием температуры / М.М. Анакулов, М.М. Сафаров, С.Т. Рахимов // Вестник филиала МГУ имени М.В. Ломоносова в г. Душанбе, 3 (2) 2018г. - С.78-83.

Ихтироъ дар мавзун рисола:

[6-М]. Рахимов, С.Т. Малый патент Республики Таджикистан №ТJ 1239, МПК: G 01 N 27/0. Устройство для определения электропроводности магнитных жидкостей под влиянием магнитной индукции / С.Т. Рахимов, М.М. Сафаров, М.М. Анакулов // 2022 - 5с.

Мақолаҳо, ки дар маводҳои конференсияҳои байналмиллалӣ ва ҷумҳуриявӣ ҷоп шудаанд:

[7-М]. Рахимов, С.Т. Электропроводность системы водного раствора этиленгликоля-45+ оксид железа под влиянием магнитной индукции / М.М. Анакулов, М.М. Сафаров, С.Т. Рахимов // РНПК (с между-народным участием) «Теплоэнергетика и теплофизические свойства веществ». ТТУ имени акад. М.С. Осими, Душанбе, 2021г. - С. 80-83.

[8-А]. Рахимов, С.Т. Исследование плотности системы водного раствора этиленгликоля-45 (антифриз), под влиянием температуры и содержания графитового порошка / М.М. Анакулов, М.М. Сафаров, С.Т. Рахимов // МНПК «Развитие энергетики и возможности» Институт энергетики Таджикистана, Бохтар, 22 декабря 2020г. - С. 315-319.

[9-М]. Рахимов, С.Т. Электропроводность водного раствора этиленгликоля под влиянием температуры и содержания сажи / М.М. Анакулов, М.Д. Пирмадов, М.М. Сафаров, С.Т. Рахимов // МК «Фазовые переходы,

критические и нелинейные явления в конденсированных средах» / Институт физики им. Х.И. Амирханова ДФИЦ РАН, Дагестанский гос. университет, 15-20 сентября 2019г., Махачкала. - С. 378-381.

[10-М]. Рахимов, С.Т. Изменение вязкости водного раствора этиленгликоля-45, под влиянием содержания графитового порошка и температуры / М.М. Анакулов, М.М. Сафаров, С.Т. Рахимов // РНПК «Основы развития изучения естественных, точных и математических наук: проблемы и пути их решения», ТАУ им. Ш. Шотемур, 2021г. - С. 137-139.

[11-М]. Рахимов, С.Т. Электропроводность системы водного раствора этиленгликоля-45 + сажи угля Айнинского месторождения, под влиянием температуры / М.М. Анакулов, С.Т. Рахимов, И.Х. Мирзоев // МНПК «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. ТАУ им. Ш. Шотемур. - С. 84-89.

[12-М]. Рахимов, С.Т. Плотность системы водного раствора этиленгликоля-45 (антифриз) и оксида железа под влиянием температуры / М.М. Анакулов., М.М. Сафаров, С.Т. Рахимов // РНПК «Сущность геоинформационной системы в развитии разных отраслей общества», ТАУ имени Ш. Шотемур, Душанбе 2020. - С. 36-41.

[13-М]. Рахимов, С.Т. Исследование электрофизических свойств водного раствора этиленгликоля-45 (антифриз) под влиянием содержания оксида железа и магнитной индукции / М.М. Анакулов, М.М. Сафаров, С.Т. Рахимов, Э.Ш. Тауров // МНПК «Электроэнергетика Таджикистана. Проблемы энергосбережения, энергоэффективности и использования возобновляемых источников энергии», филиал МЭИ в г. Душанбе, Душанбе 2021, - С. 352-358.

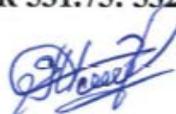
[14-М]. Рахимов, С.Т. Электропроводность водного раствора этиленгликоля-45 (антифриз) под влиянием содержания графитового порошка и магнитной индукции / М.М. Анакулов, С.Т. Рахимов, М.Т. Розикова // МНПК «Энергетика: состояние и перспективы развития» ТТУ им. акад. М.С. Осими, Душанбе – 2021, - С. 149-153.

[15-М]. Рахимов, С.Т. Влияние сажи угля Айнинского месторождения на изменение электропроводности водного раствора этиленгликоля-45 (антифриз) магнитной индукции / Анакулов М.М., Разикова М.Т., Сафаров М.М. // РНПК «Устойчивое управление земель, развитии геодезия и геоинформатики в период государственной независимости» ТАУ им. Ш. Шотемур, Душанбе, 2022. - С. 28-32.

[16-М]. Рахимов, С.Т. Электрофизические свойства системы водного раствора этиленгликоля-45+сажа / М.М. Анакулов, М.М. Сафаров, С.Т. Рахимов // МНПК «Современные методы и средства исследований теплофизических свойств веществ» МАХ, Санкт - Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 27-28 мая 2021г., Санкт - Петербург 2021. - С. 58-59.

Таджикский аграрный университет имени Ш. Шотемура

На правах рукописи
УДК 531.75: 532.13: (537.31)



РАХИМОВ Сухробджон Тошмахматович

**ВЛИЯНИЕ МАГНИТНЫХ ПОРОШКОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ
ПЛОТНОСТИ, ВЯЗКОСТИ И ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ
ЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ-45 В ЗАВИСИМОСТИ ОТ
ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 01.04.14 - теплофизика и теоретическая теплотехника

Душанбе – 2024

Работа выполнена на кафедре физики Таджикского аграрного университета имени Ш. Шотемура

Научный руководитель: Сафаров Махмадали Махмадиевич, Заслуженный деятель науки и техники Таджикистана, академик Международной инженерной академии, академик Инженерной академии РТ, доктор технических наук, профессор.

Официальные оппоненты: Бердиев Асадкул Эгамович, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Химия и биология» Российско-Таджикского (Славянского) университета.

Рашидов Акрам Раджабович, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой автоматизации электропривода Энергетического института Таджикистана.

Ведущая организация: Кулябский государственный университет имени Абуабдуллохи Рудаки.

Защита состоится «27» мая 2024 г. в 14⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета 6D.KOA-041 при Таджикском техническом университете имени академика М.С. Осими по адресу: 734042, г. Душанбе, проспект академиков Раджабовых 10. E-mail: d.s6d.koa.041@yandex.ru

Отзывы на автореферат (в двух экземплярах), заверенные печатью учреждения, просим отправлять по адресу: 734042, г. Душанбе, проспект акад. Раджабовых 10а, Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими, ученому секретарю диссертационного совета 6D.KOA-041 к.т.н., доценту Тагоеву С.А.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими и на сайте <http://ttu.tj>.

Автореферат разослан «___» _____ 2024 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета 6D.KOA-041,
кандидат технических наук, доцент



Тагоев С.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность диссертационной работы. Термодинамические, реологические и электрофизические свойства энергоносителей, рабочих тел и сред являются важными характеристиками, которые влияют на режимы и условия работы теплотехнических установок. Источниками по данным свойствам в основном являются экспериментальные измерения. Связи с этим, работа посвящена экспериментальному измерению плотности, вязкости и электропроводности водного раствора этиленгликоля-45 (антифриз) с различными содержаниями порошков, имеющие магнитные свойства – сажа (угля месторождения Айни), графита и оксида железа.

Эффективное применение энергоносителей, рабочих тел и сред возможно при знании технических характеристик данных веществ. Таковыми являются плотность, вязкость и электропроводность. От плотности зависит расход среды и перенос тепла. Вязкость влияет на расход энергии для прокачки среды. От электропроводности зависит мощность электродных котлов. По электропроводности можно определить расход, а также солесодержание среды. Магнитные свойства влияют на удельную электропроводность и соответственно удельное электрическое сопротивление среды.

Степень разработанности темы исследования. Основой для нашего исследования послужили отечественные и зарубежные научные труды авторов, которые работали по данному направлению, это научные труды учёных Смирновой Л.Г., Смирнова А.К., Кузнецовой О.Н. и др. Из отечественных авторов, которые проводили работы по данному направлению, необходимо назвать учеников профессора Сафарова М.М. - Аминова Ш.А., Зоирова Х.А., Зарипова Дж.А., Анакулова М.М. и др.

Цель работы: исследование изменения вязкости, плотности и электропроводности водного раствора этиленгликоля-45 в зависимости от температуры и содержания магнитных порошков (сажи, графита и оксида железа).

Задачи исследования:

- 1) создание опытной установки для изучения плотности жидких растворов;
- 2) создание опытной установки для изучения вязкости жидких растворов;
- 3) создание опытной установки для изучения удельной электропроводности жидких растворов;
- 4) получение опытных значений по термодинамическим, реологическим и электрофизическим свойствам водного раствора этиленгликоля-45 в зависимости от температуры и содержания порошков с магнитными свойствами (сажи, графита и оксида железа);
- 5) составление расчетных формул по расчету вязкости, плотности и электропроводности водного раствора этиленгликоля-45 в зависимости от температуры и содержания магнитных порошков (сажи, графита и оксида железа).

Объект исследования: этиленгликоль, водные растворы этиленгликоля, магнитные порошки – сажа угля Айнинского месторождения, графитный порошок и оксид железа.

Предмет исследования: поведение вязкости, плотности и удельной электропроводимости этиленгликоля и её водных растворов с добавками магнитных порошков в зависимости от температуры, а также магнитной индукции.

Методы исследования. Для изучения свойств объектов исследования использованы методы: 1) метод гидростатического взвешивания для измерения плотности; 2) метод капиллярного вискозиметра для измерения вязкости; 3) метод плоского конденсатора для измерения удельной электропроводимости; 4) метод наименьших квадратов и программа Microsoft Excel для обработки результатов измерения.

Отрасль исследования: теплофизика, теоретически основы теплотехники, электрофизика.

Этапы исследования; 1) выбор темы исследования, ее актуальность, объект и предмет исследования; 2) постановка цели и задач, выбор методов исследования и опытных установок; 3) создание опытных установок; 4) измерения свойств объектов; 5) обобщение и апробация результатов исследования, формулирование выводов, оценка полученных результатов.

Достоверность результатов исследования: 1) сначала измерения проведены с контрольными материалами, свойства которых известны; 2) наши данные соответствуют полученным данным независимых исследований и других методов измерения.

Научная новизна:

- проектирована и собрана комплексная опытная установка для измерения плотности гидростатическим взвешиванием и вязкости (по методу капиллярного вискозиметра), установка для измерения удельной электропроводимости (по методу плоского конденсатора) с учетом особенностей изучаемых объектов;

- впервые экспериментально получены данные по плотности, вязкости и удельной электропроводимости водного раствора этиленгликоля-45 (антифриз), содержащих порошки с магнитными свойствами - сажи, графита и оксида железа (2,5-12,5% масс.) в зависимости от температуры (283-358 К) при атмосферном давлении;

- представлен анализ процесса изменения плотности, вязкости и удельной электропроводимости системы водного раствора этиленгликоля-45, содержащих порошки с магнитными свойствами - сажи, графита и оксида железа, используемых в качестве теплоносителя;

- предложены эмпирические уравнения, описывающие плотность, вязкость и удельную электропроводимость водного раствора этиленгликоля-45, содержащих порошки с магнитными свойствами - сажи, графита и оксида железа (2,5-12,5% масс.) в зависимости от температуры (283-358 К) при атмосферном давлении.

Теоретическая и практическая значимости результатов исследования:

- полученные эмпирические уравнения по плотности, вязкости и удельной электропроводимости растворов могут быть использованы для теоретических и инженерных расчетов при проектировании теплообменных аппаратов теплотехнического оборудования;

- полученные опытные данные по плотности, вязкости и удельной электропроводимости (удельного электрического сопротивления) системы «вода + этиленгликоль-45+ магнитные порошки (сажа, графит и оксида железа)» в интервале температур 283-358 К при атмосферном давлении могут быть использованы проектными организациями при расчете технологических процессов;

- проектированная комплексная опытная установка для измерения плотности и вязкости, установка по удельной электропроводимости могут использоваться в научных лабораториях соискателями при выполнении научных работ, в учебных лабораториях студентами при выполнении лабораторных работ.

Внедрение результатов работы:

- проектированная комплексная опытная установка для измерения плотности и вязкости, установка по удельной электропроводимости внедрено в лаборатории кафедры физики Таджикского аграрного университета имени Ш. Шотемура для выполнения научных и лабораторных работ (акт внедрения приложено в диссертации),

- результаты исследования системы «вода + этиленгликоль-45+ магнитные порошки (сажа, графит и оксида железа)» внедрено в «Научно – исследовательский институт промышленности» Министерства промышленности и новых технологий Республики Таджикистан (акт внедрения приложено в диссертации).

Соответствие диссертации паспорту научной специальности (формуле и области исследования). Область исследования соответствует паспорту специальности 01.04.14 - теплофизика и теоретическая теплотехника - исследования теплофизических и термодинамических свойств веществ, температурной зависимости физических свойств веществ, влияния внешних факторов на теплофизические и термодинамические свойства веществ по пунктам: 1) экспериментальное исследование термодинамических свойств и переноса чистых веществ и их смесей в широких пределах параметров состояния; 4) экспериментальное и теоретическое исследование процессов взаимодействия интенсивного потока энергии с веществом; 10) экспериментальное и теоретическое исследование зависимости теплофизических и термодинамических свойств веществ от электрических, магнитных, радиационных воздействий и др.

Основные положения, выносимые на защиту:

- проектированная комплексная установка измерения плотности (по методу гидростатического взвешивания) и вязкости (по методу капиллярного вискозиметра) в зависимости от температуры, установка по удельной

электропроводности (по методу плоского конденсатора) в зависимости от индуктивности с учетом особенностей изучаемых объектов;

- результаты экспериментального исследования плотности, вязкости и электропроводности системы «вода + этиленгликоль-45 + магнитные порошки (сажа, графит и оксида железа)» в зависимости от температуры, а также удельной электропроводности в зависимости от магнитной индукции, при атмосферном давлении;

- эмпирические уравнения для расчета плотности, вязкости и удельной электропроводности водного раствора этиленгликоля-45 в зависимости от концентрации магнитных порошков - сажи, графита и оксида железа (2,5-12,5% масс.) в зависимости от температуры (283-358К).

Личный вклад автора состоит в следующем: 1) выбор методов исследования; 2) последовательность решения поставленных задач; 3) определение закономерностей изменения термодинамических, реологических и электрофизических свойства изучаемых веществ, проведения измерений по плотности, вязкости, удельной электропроводности (удельного электрического сопротивления); 4) обобщение результатов и составление расчетных формул; 5) все практические результаты получены автором лично под руководством научного руководителя.

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертации докладывались и обсуждались на следующих конференциях: международная конференция «Фазовые переходы, критические и нелинейные явления в конденсированных средах» (Россия, Махачкала, 2019); международная научно-практическая конференция «Воздействующая роль международного десятилетия действия «Вода для устойчивого развития, 2018 - 2028» и их влияние на обеспечение эффективности использования, охраны водных и земельных ресурсов в РТ», ТАУ имени Ш. Шотемура (Душанбе, 2020); республиканская научно-практическая конференция «Сущность геоинформационной системы в развитии разных отраслей общества», ТАУ имени Ш. Шотемура (Душанбе, 2020); международная научно-практическая конференция «Развитие энергетики и возможности», ИЭТ (Кушониён, 2020); республиканская научно-теоретическая конференция «Основы развития изучения естественных, точных и математических наук: проблемы и пути их решения», ТАУ имени Ш. Шотемура (Душанбе, 2021); международная научно-практическая конференция «Электроэнергетика Таджикистана. Проблемы энергосбережения, энергоэффективности и использования возобновляемых источников энергии», филиал МЭУ имени М.В. Ломоносова (Душанбе, 2021); международная научно-техническая конференция «Современные методы и средства исследований теплофизических свойств веществ» (Санкт-Петербург, 2021); республиканская научно-практическая конференция «Теплоэнергетика и теплофизические свойства веществ», ТТУ им. акад. М.С. Осими (Душанбе, 2021); международная научно-техническая конференция «Энергетика: состояние и перспективы развития», ТТУ им. акад. М.С. Осими (Душанбе, 2021);

Публикации: по данной теме опубликовано 16 статей, из них 5 – в изданиях, рекомендуемых ВАК при президенте Республики Таджикистан, и получено 1 малый патент Республики Таджикистан (ТJ 1239).

Структура и объём работы. Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, основных результатов и выводов, списка литературы (114 наименований). Содержание работы изложено на 151 страницах (приложения 9 страниц), включая 34 таблиц и 50 рисунков.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введение обоснована актуальность работы, цель и задачи работы, раскрыты научная новизна, теоретическая и практическая ценность работы, предложены основные положения, выносимые на защиту.

Глава 1. Литературный обзор по физико-химическим свойствам объектов исследования и методам их измерения

Первая глава посвящена обзору литературы и других источников информации по термодинамическим, реологическим и электрофизическим свойствам водных растворов этиленгликоля и магнитных жидкостей, выполненных как в нашей республике, так в ближнем и дальнем зарубежье.

Глава 2. Методы и измерительные средства вязкости, плотности и электропроводимости растворов в зависимости от температуры

Во второй главе обоснованы выбранные методы измерения плотности, вязкости и удельной электропроводимости исследуемых материалов. Приводится описание комплексной установки для измерения плотности и вязкости в зависимости от температуры, установки по удельной электропроводимости исследуемых материалов в зависимости от слабомагнитной индукции.

2.1. Комплексная установка для измерения плотности и вязкости жидких сред в зависимости от температуры

Выбор метода гидростатического взвешивания обоснован нами тем, что относительно других методов он является более точным и не требует длительного времени проведения опытов. Другой, не менее важной задачей, являлся выбор экспериментального прибора, позволяющего выполнить должное измерение при различных интервалах изменения температуры. В связи со сказанным мы остановили свой выбор на методе гидростатического взвешивания (профессора И.Ф. Голубева).

В экспериментальном устройстве (рис. 1) по измерению плотности опытных образцов мы применяли поплавков (5), который был выполнен из кварца. Также выполнение эксперимента предусматривает применение аналитических весов (6). Поплавок, подвешенный на манганиновой проволоке (7) прямо над камерой (4), заполненной образцом, которая размещается непосредственно в термостат (1), а он в свою очередь заливается термостатирующей жидкостью (водой). Мешалка (2), установленная в термостате

способствует выравниванию температуры во всем объеме термостата. Температура определяется с помощью ртутного термометра (9).

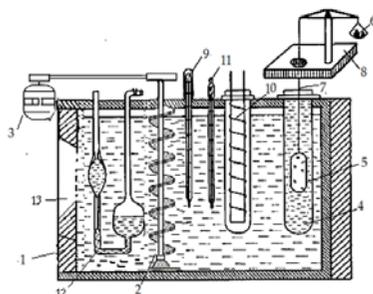


Рисунок 1. Комплексная установка для измерения плотности и вязкости жидких сред: 1 – корпус; 2 – перемешивающее устройство; 3 – электропривод; 4 - сосуд с исследуемой жидкостью; 5 – кварцевый поплавок; 6 - разновесы; 7 - нить манганиновая; 8 - весы аналитические; 9 - термометр, 10 - нагреватель, 11 - термометр контактный, 12 – вискозиметр; 13 - окно

Контрольными жидкостями (вода и толуол) были выполнены контрольные измерения, позволяющие установить точность и достоверность опытов. Данные жидкости в качестве эталонов были выбраны из-за распространенности и изученности параметров. Формула по плотности имеет вид:

$$\rho = \frac{G_1 - (G_1 - G_2)}{V_{\Pi} - V_H}, \text{ кг/м}^3, \quad (1)$$

где: ρ – плотность вещества при температуре опыта, кг/м^3 ; G_1, G_2 – вес кварцевого поплавка соответственно на воздухе и в исследуемой жидкости; V_{Π} – объем кварцевого поплавка; V_H – объем манганиновой проволоки.

Тестовые измерения с целью установления точной работоспособности опытного устройства также проведены с бензолом и н-гексаном, результаты которых удовлетворительно согласовались ($\pm 0,072\%$) с представленными результатами совпали с литературными данными.

2.2. Опытная установка для измерения удельной электропроводимости жидкостей в зависимости от температуры

Опытная установка использована при выполнении диссертационной работы Аминова Ш.А. (объект исследования - вода - герметик) и диссертационной работы Зоирова Х.А. (объект исследования – гидразингидрат). По данной опытной установке получен малый патент Республики Таджикистан №ТJ371 (авторы: Сафаров М.М., Джураев Д.С., Зоиров Х.А. и др.).

Схематическая иллюстрация опытной установки для измерения удельной электропроводимости жидкостей в зависимости от температуры представлены на рис. 2 и 3. Электроизмерительная ячейка (рис. 2) содержит: постоянные манганиновые электросопротивления - R_1, R_2 и R_3 ; переменное компенсирующее электросопротивление (ПКЭС) R_p . Когда происходит перемена концентрации порошка в растворе, соответственно меняется его электросопротивление R_x и на пиках моста аб образуется напряжение, пропорционально изменению величины концентрации. Электросигнал усиливается электроусилителем (ЭУ), направляется на двигатель с реверсом

(РД), в результате чего движок ПКЭС перемещаются, сигнал подается на компьютер для построения графика. В плечо *b*, последовательно с R_x соединен емкость C параллельно с электросопротивлением $R1$ постоянного типа (рис. 3).

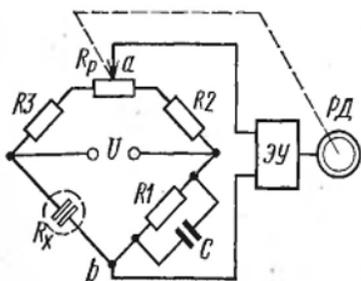


Рисунок 2. Схема двухэлектродной измерительной ячейки

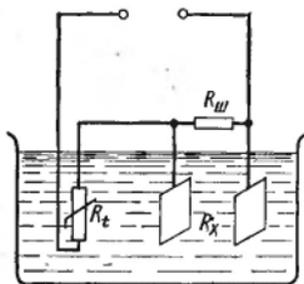


Рисунок 3. Кондуктометрическая ячейка с термометром сопротивления

При параллельном соединении цепи $R_x - R_{ш}$ температурный коэффициент сопротивления существенно уменьшается относительно температурного коэффициента раствора и приближается к температурному коэффициенту термометра сопротивления R_t с противоположным знаком. Общее сопротивление цепи под влиянием температурных изменений контролируемого раствора практически не изменяется, поскольку изменение сопротивления цепи $R_x - R_{ш}$ компенсируется за счет равного по величине и обратного по знаку изменения сопротивления R_t .

Температурная компенсация обеспечивается созданием соответствия температурных коэффициентов электрического сопротивления измеряемого вещества в ячейке R_x и термометра сопротивления R_t . Для этого параллельно R_x включают шунтирующий резистор $R_{ш}$, имеющего низкий температурный коэффициент (манганиновый проволочный резистор).

Схема кондуктометра, оснащенный четырехэлектродным измерительным ячейкой показано на рисунке 4. Электрический ток течет между электродами 1 и 4, имеющих соединение с источником тока U_1 . Благодаря значительному ограничительному электрическому сопротивлению переменного резистора R , сила тока I в цепи ячейки удерживается постоянной, невзирая на сопротивление исследуемого раствора. Два внутренних электрода 2 и 3 выполняют потенциометрические обязанности и применяются в целях установления падения напряжения в растворе:

$$\Delta U_{2,3} = I \rho_k, \quad (2)$$

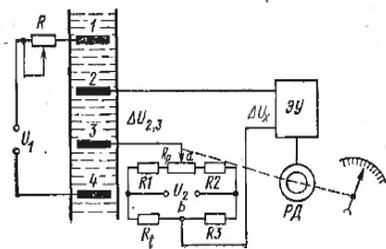


Рисунок 4. Схема кондуктометра с четырехэлектродной измерительной ячейкой

сопоставляется с разностью потенциалов U_{ab} на вершинах ab уравновешивающего моста. Если $U_{ab} \neq \bar{\Delta}U_{2,3}$, то на вход электронного усилителя (ЭУ) поступает сигнал разбаланса $\Delta U_x = \Delta U_{ab} - U_{2,3}$. При установившемся равновесии $U_{ab} = \Delta U_{2,3}$, ток в цепи этих электродов отсутствует.

Для автоматической компенсации температурных погрешностей опытов, применяют металлический термометр сопротивления R_t , установленного в плечо мостика уравновешивания. При изменении температуры, также изменяется и сопротивление R_t и соответственно разность потенциалов U_{ab} . Приращение $\Delta U_{ab}(\Delta t)$ при замерах R_t должно соответствовать величине и иметь противоположный знак приращения $\Delta U_{2,3}(\Delta t)$, возникающего в результате изменения R_t температуры контролируемого раствора. Равенство достигают путем подбора необходимых параметров компенсационного моста (сопротивление резисторов R_1, R_2, R_3) и напряжения U .

2.3. Устройства для измерения электропроводности магнитных жидкостей в зависимости от магнитной индукции

Устройство относится к области измерений электрической проводимости жидкостей и предназначено для применения в экспериментальных исследованиях электрофизических свойств магнитных жидкостей, в зависимости от магнитной индукции, которые будут влиять на физические свойства магнитных жидкостей в процессе эксплуатации. Устройство для измерения электрической проводимости магнитных жидкостей содержит (рисунок 5): электромагнит 1, работающий от постоянного тока; первичную обмотку электромагнита 2; источник постоянного тока, регулирующий 3; амперметр постоянного тока 4; вольтметр постоянного тока 5; двухэлектродный первичный измерительный преобразователь 6 с двумя электродами 7 и 8; ячейка для заливания объекта 9; генератор переменного напряжения 10;

где $\rho_k = k/\chi_0$ - сопротивление раствора, размещенного между электродами 2 и 3; k - константа измерительной ячейки, зависящий от расстояние между электродами и их площади.

Таким образом,

$$\Delta U_{2,3} = kI/\chi_0 = k/\chi,$$

где $\chi = kI = const$.

Исходя из этого, разность межэлектродного напряжения устанавливается исходя из концентрации контролируемого раствора. Искомая величина $\Delta U_{2,3}$

миллиамперметр переменного тока (11); вольтметр переменного тока (12); источник переменного тока (рисунок 5).

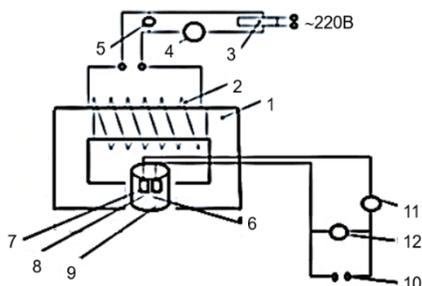


Рисунок 5. Устройство для определения электропроводности магнитных жидкостей в зависимости от магнитной индукции

Данное устройство оснащено электромагнитом, с помощью которого можно регулировать магнитный поток посредством автотрансформатора источника постоянного тока 3. Между пластинами электромагнита вставляется ячейка для заливания магнитной жидкости, в которую погружаются электроды первичного преобразователя. Электроды первичного преобразователя соединяются с миллиамперметром и вольтметром переменного тока. Переменный ток на электродах первичного преобразователя подается от источника переменного тока. Технический результат достигается тем, что устройство оснащено электромагнитом, создающим магнитный поток, который будет влиять на межмолекулярные связи магнитной жидкости. Индукция магнитной поля вычисляется в зависимости от тока, подающегося в электромагнит.

Для измерения электрической проводимости магнитных жидкостей, в зависимости от магнитной индукции, источник постоянного тока 3 включается на питание 220 В, сила тока регулируется с помощью автотрансформатора. Постоянный ток подается через измерительные приборы 4 и 5 на электромагнит, который создает магнитный поток в зависимости от силы тока.

Зная величину силы тока (I , А), с помощью формулы вычисляем индукцию магнитной индукции:

$$B = \frac{\mu_0 \mu I N}{2L} (\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1), \text{ [Тл]} \quad (3)$$

где, $\frac{N}{L}$ – число витков на единицу длины соленоида, I -сила тока, μ_0 - магнитная постоянная, μ – магнитная проницаемость среды.

Электрическая проводимость вычисляется согласно закону Ома, зная силу переменного тока, проходящего через магнитную жидкость.

Общую концентрацию соли можно установить с применением осмотического давления, однако данную величину сложно исследовать на практике. В связи с этим установление содержания солей значительно проще, если воспользоваться электропроводным свойством водных растворов.

Глава 3. Экспериментальное определение плотности, вязкости и электропроводимости водного раствора этиленгликоля-45 + магнитные порошки

В третьей главе представлены и рассмотрены результаты исследования плотности, вязкости, электропроводимости и удельного электрического сопротивления водного раствора этиленгликоля-45 с различными концентрациями магнитных порошков в интервале температуры от 273К до 358К, при атмосферном давлении.

3.1. Плотность и вязкость теплоносителей

Водный раствор этиленгликоля-45, как теплоноситель, широко применяется в теплообменных оборудованьях. Физико-химические свойства теплоносителей сильно зависят от температуры и концентрации примесей, в том числе оксида железа, появляющейся при эксплуатации в теплообменных аппаратах в результате коррозии стальных конструкций. А изменение плотности и вязкости теплоносителя приводит к изменению режима эксплуатации теплообменных оборудованьях.

Для этого, нами поставлена цель - изучение изменений плотности и вязкости одних из широко используемых теплоносителей - водного раствора этиленгликоля-45 с добавлением графитового порошка, сажи угля Айнинского месторождения и оксида железа появляющегося в процессе коррозии систем теплообменных аппаратов являющийся одним из важных оборудованьях в теплоэнергетике.

Для теплоносителей характерен большой интервал изменения свойств. Для промышленных целей и для котельных агрегатов малых и средних мощностей применяются в качестве теплоносителя вода и водные растворы с хорошими теплофизическими характеристиками. Примеси, которые появляются при долгосрочной эксплуатации этих теплоносителей, влияет на теплофизические свойства этих теплоносителей. Долгосрочная работа котла зависит от качества теплоносителя.

Представленные на рисунке 6 и в таблице 1 значения являются результатами исследований по плотности, выборочно для теплоносителя систем водного раствора этиленгликоля-45 + магнитные порошки, а на рисунке 7 и в таблице 2 - по вязкости.

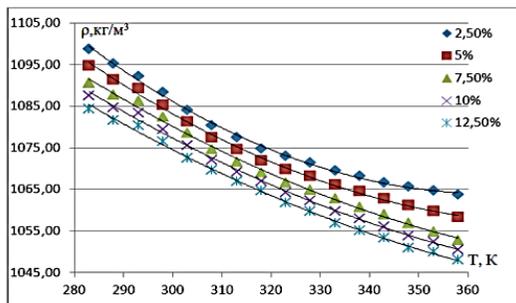


Рисунок 6. Зависимость плотности систем водного раствора этиленгликоля-45 + сажи угля Айнинского месторождения от концентрации сажи угля Айнинского месторождения и температуры

Таблица 1. - Плотность (ρ , кг/м³) водного раствора этиленгликоля-45+графит

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

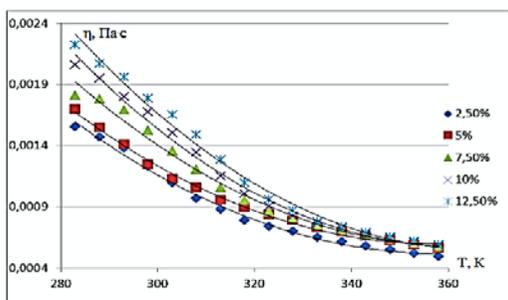


Рисунок 7. Зависимость вязкости систем водного раствора этиленгликоля-45 + оксида железа от концентрации оксида железа и температуры

Таблица 2. - Вязкость (η , 10⁻³, Па·с) водного раствора этиленгликоля-45 + графита в зависимости температуры и концентрации графитового порошка

Т, К	n, %				
	2,5	5	7,5	10	12,5
283	1,52147	1,64607	1,7379	1,94184	2,06749
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

3.2. Удельные электропроводимость и электрическое сопротивление водного раствора этиленгликоля-45 + графит, сажа, оксид железа

В данном разделе работы приведены экспериментальные результаты по удельной электропроводимости и удельному сопротивлению образцов системы водный раствор этиленгликоля-45 + графит, водный раствор этиленгликоля-45 + сажа, водный раствор этиленгликоля-45 + оксид железа. Методом измерения удельной электропроводимости и удельного электрического сопротивления является метод плоского конденсатора. Данный метод описан во второй главе работы. Удельные электропроводимость и электрическое сопротивление также, являются важными параметрами для выбора теплоносителя для отдельных видов теплопроизводящих аппаратов (электродные котлы).

Экспериментальные результаты по удельной электропроводимости и удельному электрическому сопротивлению приведены в таблицах 3, 4 и рисунках 8, 9.

Таблица 3. - Удельная электропроводимость (χ , См·м⁻¹) водного раствора этиленгликоля-45 + графит в зависимости от температуры и концентрации графитового порошка

Т, К	n, %				
	2,5	5	7,5	10	12,5
283	0,0302	0,0350	0,040	0,045	0,048
288	0,0331	0,0385	0,041	0,048	0,050
293	0,0360	0,0417	0,046	0,050	0,056
298	0,0389	0,0453	0,051	0,056	0,060
303	0,0416	0,0485	0,056	0,060	0,062
308	0,0447	0,0520	0,060	0,064	0,066
313	0,0474	0,0553	0,064	0,066	0,070
318	0,0505	0,0587	0,066	0,070	0,076
323	0,0534	0,0623	0,070	0,076	0,080
328	0,0563	0,0657	0,075	0,080	0,084
333	0,0590	0,0690	0,080	0,084	0,088
338	0,0620	0,0725	0,084	0,088	0,090
343	0,0650	0,0757	0,088	0,090	0,096
348	0,0677	0,0793	0,090	0,096	0,100
353	0,0708	0,0827	0,096	0,100	0,102
358	0,0736	0,086	0,099	0,103	0,107

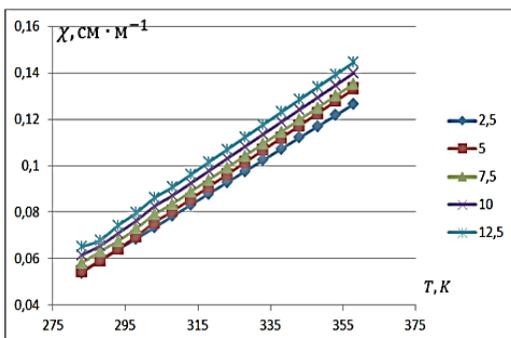


Рисунок 8. Зависимость удельной электропроводимости (χ , $\text{См}\cdot\text{м}^{-1}$) систем водного раствора этиленгликоля-45 + сажи угля Айнинского месторождения от концентрации сажи угля Айнинского месторождения и температуры

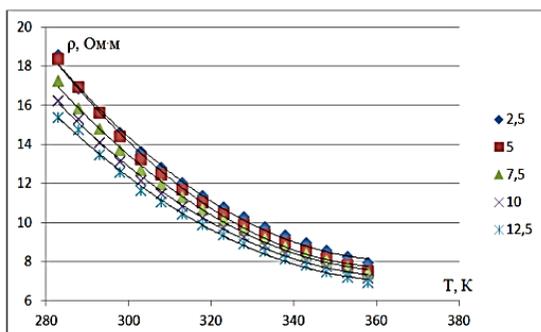


Рисунок 9. Зависимость удельного электрического сопротивления (ρ , Ом·м) систем водного раствора этиленгликоля-45 + сажи угля Айнинского месторождения от концентрации сажи и температуры

Таблица 4. - Удельное сопротивление (ρ , Ом·м) водного раствора этиленгликоля 45 + графит в зависимости от температуры и концентрации графита

T, 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

3.3. Основные результаты по удельной электропроводимости и удельному электрическому сопротивлению исследуемых объектов в зависимости от слабомангнитной индукции

Исследуемые объекты являются магнитными жидкостями. Физические параметры как электропроводность, плотность, вязкость и др. таких жидкостей сильно зависят от влияния магнитной индукции. Для выяснения этой задачи сотрудниками кафедры физики Таджикского аграрного университета имени Ш. Шотемура под руководством к.т.н. Анакулова М.М. собрано устройство позволяющее измерит удельное сопротивление и удельную электропроводность магнитных жидкостей.

В данном разделе работы, приведены результаты эксперимента по удельной электропроводимости и удельному сопротивлению на собранном экспериментальном устройстве. Результаты экспериментов по удельной электропроводимости и удельному сопротивлению приведены в таблицах 5-6. и на рисунках 10-11.

Таблица 5. - Удельная электропроводность (χ , См·м⁻¹) водного раствора этиленгликоля-45 + графит в зависимости магнитной индукции (В, Тл) и концентрации графитового порошка.

В, 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

Таблица 6. - Удельное электрическое сопротивление (ρ , Ом·м) водного раствора этиленгликоля-45 + графит в зависимости от магнитной индукции (В, Тл) и концентрации графитового порошка

В, Тл	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

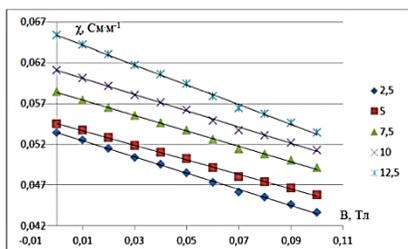


Рисунок 10. Зависимость удельной электропроводности (χ , См·м⁻¹) водного раствора этиленгликоля 45 + сажи угля Айнинского месторождения от концентрации сажи и магнитной индукции (В, Тл)

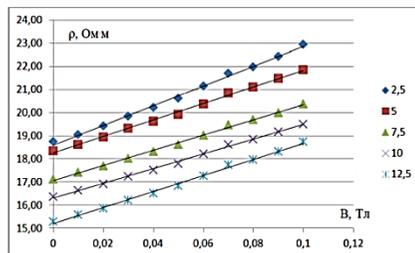


Рисунок 11. Зависимость удельного сопротивления (ρ , Ом·м) систем водного раствора этиленгликоля 45 + сажи угля Айнинского месторождения от концентрации сажи и магнитной индукции (В, Тл)

Глава 4. Анализ и обработка экспериментальных данных по плотности, вязкости и удельной электропроводности исследуемых растворов

4.1. Обработка экспериментальных данных по плотности растворов

Результаты по плотности, полученных в зависимости от температуры при атмосферном давлении, обрабатывались методом соответственных состояний:

$$\frac{\rho}{\rho_1} = f\left(\frac{T}{T_1}\right), \quad (4)$$

где: ρ и ρ_1 - плотность исследуемых образцов соответственно при различных температурах T , K и $T_1=318K$.

4.2. Обработка данных по результатам экспериментального исследования плотности водного раствора этиленгликоля-45 + графитовый порошок

Графическая зависимость выражения 4 для системы водного раствора этиленгликоля-45 (антифриз) + графитовый порошок, представлена на рисунке 12 и уравнение этой кривой описывается выражением (5).

Установлено, что ρ_1 представляют собой значения, зависящие от концентрации графитового порошка в растворе (рисунок 13).

Линия, изображенная на графике 12, описывается выражением:

$$\frac{\rho}{\rho_1} = \left[0,5017 \left(\frac{T}{T_1} \right)^2 - 1,2026 \left(\frac{T}{T_1} \right) + 1,7007 \right], \quad (5)$$

Уравнение прямой, которой изображено на рисунке 13, имеет вид:

$$\rho_1 = (-1,0612n + 1073,8), \text{ кг/м}^3 \quad (6)$$

Из уравнения (6) с учетом (5) получим:

$$\rho = \left[0,5017 \left(\frac{T}{T_1} \right)^2 - 1,2026 \left(\frac{T}{T_1} \right) + 1,7007 \right] (-1,0612n + 1073,8), \text{ кг/м}^3 \quad (7)$$

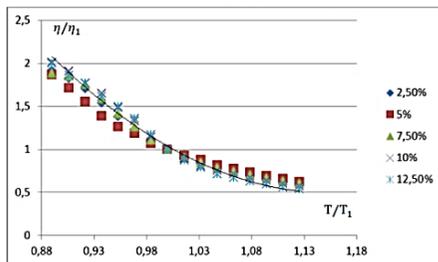


Рисунок 12. Относительная плотность (ρ/ρ_1) водного раствора этиленгликоля-45 + графитовый порошок в зависимости от относительной температуры (T/T_1)

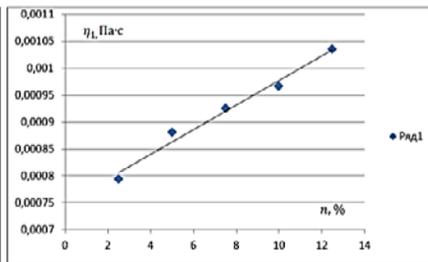


Рисунок 13. Зависимость ρ_1 от концентрации графитового порошка n

С помощью уравнения (7) можно вычислить плотность системы водного раствора этиленгликоля-45 (антифриз) + графитовый порошок в интервале температуры от 283К до 358К и в интервале концентрации графитового порошка от 2,5% до 12,5% со средней погрешностью 0,37%.

4.3. Обработка данных по результатам экспериментального исследования вязкости водного раствора этиленгликоля-45 + графитовый порошок, сажи угля Айнинского месторождения и оксида железа

Результаты по вязкости, полученных в зависимости от температуры и при атмосферном давлении, обрабатывались методом соответственных состояний:

$$\frac{\eta}{\eta_1} = f \left(\frac{T}{T_1} \right), \quad (8)$$

где: η и η_1 - вязкость исследуемых образцов соответственно при различных температурах T , K и $T_1=318$ К.

4.4. Обработка данных по результатам экспериментального исследования вязкости объекта системы водный раствор этиленгликоля-45 с различными концентрациями графитового порошка

Результаты по вязкости систем объекта водного раствора этиленгликоля-45 с концентрациями графитового порошка обобщены с использованием зависимости (8). Графическая зависимость выражения (8) для систем водного раствора этиленгликоля-45 с концентрациями графитового порошка представлена на рис. 14 и уравнение этой кривой имеет вид (9). Анализ результатов показал, что η_1 являются значениями, которые представляют собой концентрацию графитового порошка в растворе (рисунок 15).

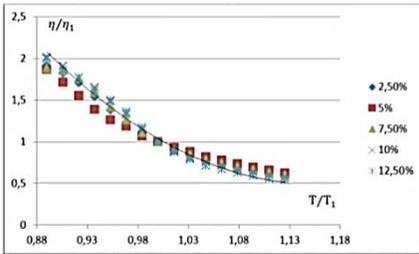


Рисунок 14. Относительная вязкость (η/η_1) водного раствора этиленгликоля-45 + графитовый порошок в зависимости от относительной температуры (T/T_1)

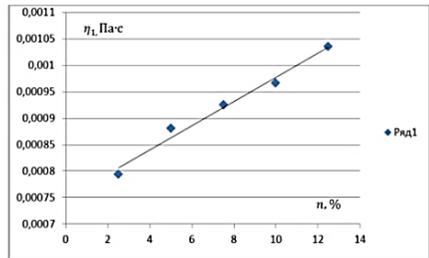


Рисунок 15. Зависимость η_1 от концентрации графитового порошка n

Для образцов раствора системы этиленгликоля-45 + графитовый порошок, линия, изображенная на графике 14, описывается выражением:

$$\frac{\eta}{\eta_1} = \left[22,331 \left(\frac{T}{T_1} \right)^2 - 51,64 \left(\frac{T}{T_1} \right) + 30,346 \right], \quad (9)$$

Уравнение прямой, рисунка 15, описывается как:

$$\eta_1 = (0,02125 \cdot n + 0,7575) \cdot 10^{-3}, \text{ Па}\cdot\text{с} \quad (10)$$

Из уравнения (10) с учетом (9) получим.

$$\eta = \left[22,331 \left(\frac{T}{T_1} \right)^2 - 51,64 \left(\frac{T}{T_1} \right) + 30,346 \right] (0,02125 \cdot n + 0,7575) \cdot 10^{-3}, \text{ Па}\cdot\text{с} \quad (11)$$

Уравнение (11) дает возможность рассчитать вязкость системы водного раствора этиленгликоля-45 (антифриз) + графитовый порошок в интервале температур от 283К до 358К и концентрации графитового порошка от 2,5% до 12,5% со средней погрешностью 2,54%.

4.5. Обработка результатов экспериментального исследования удельной электропроводимости водного раствора этиленгликоля-45 + графитовый порошок, сажи угля Айнинского месторождения и оксида железа в зависимости от температуры

Результаты по удельной электропроводимости, полученных в зависимости от температуры при атмосферном давлении обобщены с использованием метода соответственных состояний:

$$\frac{\chi}{\chi_1} = f\left(\frac{T}{T_1}\right), \quad (12)$$

где: χ и χ_1 - удельная электропроводимость исследуемых образцов при различных температурах T , K и $T_1=318K$.

4.6. Обработка данных по результатам экспериментального исследования удельной электропроводимости объекта системы водного раствора этиленгликоля-45 с различными концентрациями графитового порошка

Результаты по удельной электропроводимости объекта системы водного раствора этиленгликоля-45 с разными концентрациями графитового порошка обобщались с использованием зависимости (12).

Выражение (12) для систем объекта водного раствора этиленгликоля-45 с разными концентрациями графитового порошка графически представлена на рисунке 16, которая описывается выражением (13).

В результате анализа было выявлено, что значения χ_1 представляют собой зависимость от концентрации графитового порошка (рисунок 17).

Для объекта водного раствора этиленгликоль 45 + графитовый порошок, линия, приведенная на рисунке 17, описывается выражением:

$$\frac{\chi}{\chi_1} = \left[3,392 \left(\frac{T}{T_1} \right) - 2,392 \right], \quad (13)$$

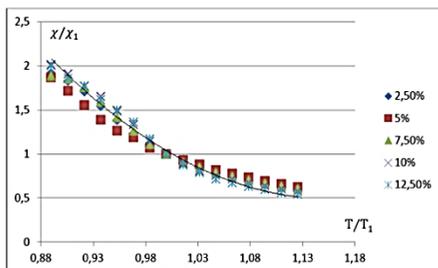


Рисунок 16. Зависимость относительной удельной электропроводимости (χ/χ_1) водного раствора этиленгликоля-45 + графитовый порошок от относительной температуры (T/T_1)

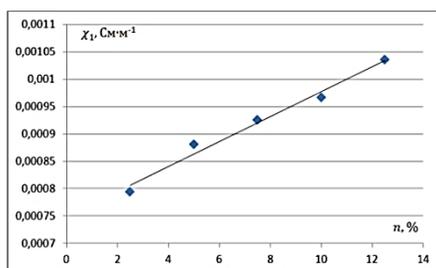


Рисунок 17. Зависимость χ_1 от концентрации графитового порошка n

Прямая, изображенная на рисунке 17, имеет вид:

$$\chi_1 = (0,19n + 7,2) \cdot 10^{-3}, \text{См} \cdot \text{м}^{-1}. \quad (14)$$

Из уравнения (13) с учетом (14) получим:

$$\chi = \left[24,29 \left(\frac{T}{T_1} \right)^2 - 55,879 \left(\frac{T}{T_1} \right) + 32,626 \right] (0,19n + 7,2) \cdot 10^{-3}, \text{См} \cdot \text{м}^{-1} \quad (15)$$

Уравнения (15) можно применять для теоретического расчета удельной электропроводимости системы водного раствора этиленгликоля-45 + графитовый порошок в интервале температур от 283К до 358К и концентрации графитового порошка от 2,5% до 12,5% со средней погрешностью до 0,54%.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Модернизированы экспериментальные установки для практического исследования плотности, динамической вязкости, электропроводимости и удельного электрического сопротивления жидких веществ в зависимости от температуры (283-358 К), а также удельной электропроводимости в зависимости от магнитной индукции (0-1 Тл) [6-А].

2. Получены экспериментальные данные по плотности, динамической вязкости, электропроводимости и удельного электрического сопротивления водных растворов этиленгликоля-45 при различных температурах (293-358 К), концентрации сажи, порошка графита и оксида железа (2,5-12,5% масс.), а также электропроводимости в зависимости от магнитной индукции (0-1 Тл). [2-А, 3-А, 7-А, 11-А].

3. Установлено, что в области изменения температуры от 283 до 358К, добавление сажи угля Айнинского месторождения и графитового порошка от 2,5 до 12,5% в водный раствор этиленгликоля-45, приводит к уменьшению плотности раствора в среднем до 3,8%, а добавление оксида железа приводит к увеличению плотности системы, в среднем на 4,4% [2-А, 7-А, 11-А].

4. Результаты опытов показали, что концентрация магнитных порошков приводит к значительному изменению вязкости и удельной электропроводимости, т.е. концентрация от 2,5 до 12,5% магнитных порошков в водном растворе этиленгликоля приводит к 25% увеличению динамической вязкости и до 36% увеличению удельной электропроводимости [4-А, 6-А].

5. Установлено, что при добавлении до 12,5% сажи, графитового порошка и оксида железа в водный раствор этиленгликоля-45 приводит к уменьшению удельного электрического сопротивления до 36% [4-А, 5-А].

6. Увеличение температуры от 283 до 358 К приводит к уменьшению вязкости и электрического сопротивления водного раствора этиленгликоля-45 и соответственно к увеличению его электропроводимости до 60% [9-А].

7. Экспериментально установлено, что слабомагнитный поток влияет на свойства магнитных жидкостей. Повышение магнитной индукции от 0 до 1Тл приводит к уменьшению удельного электрического сопротивления и соответственно увеличению электропроводимости до 18% [9-А]

8. Выведены ряд эмпирических уравнений, в результате обработки и обобщения опытных данных, с помощью которых представляется возможность рассчитать плотность и динамическую вязкость водного раствора

этиленгликоля-45 в зависимости от концентрации магнитных порошков и температуры [2-А, 3-А].

9. Проведена обработка и обобщение по удельной электропроводимости (удельному электрическому сопротивлению) водных растворов этиленгликоля-45 с концентрациями магнитных порошков и выведены эмпирические уравнения, позволяющие рассчитать эти параметры в зависимости от температуры, магнитной индукции и концентрации магнитных порошков [6-А, 7-А].

10. Результаты исследований - теоретические и экспериментальные - приняты к использованию и внедрены в учебный процесс Таджикского аграрного университета им. Ш. Шотемура (г. Душанбе) и ГНУ «Научно – исследовательский институт промышленности» Министерства промышленности и новых технологий Республики Таджикистан (акты внедрения приложены в диссертации).

Рекомендации и перспективы дальнейшего исследования по теме диссертационной работы

1. Результаты опытных исследований плотности, вязкости и удельной электропроводимости изученных объектов (водный раствор этиленгликоля-45 + графитовый порошок; водный раствор этиленгликоля-45 + сажа; водный раствор этиленгликоля-45 + оксид железа) при температурах от 283 до 358 К при атмосферной давлении, представлены в виде информативных таблиц и графиков, которыми можно воспользоваться при теоретических и практических расчетах технологических процессов производства определенной категории продукции, а также в расчете теплообменных аппаратов.

2. Выведенные эмпирические зависимости и опытная аппаратура могут использоваться студентами, магистрами, докторантами и аспирантами кафедры физика Таджикского аграрного университета им. Ш. Шотемура.

3. Представленные экспериментальные данные исследования плотности, вязкости, удельной электропроводимости могут служить для расчёта коэффициента активности каждого из входящих в состав раствора компонентов.

4. Полученные итоги опытно-расчетных параметров комплекса исследованных плотности, вязкости, удельной электропроводимости, а также представленная математическая модель изменения этих свойств могут способствовать снижению не только объема дорогостоящих экспериментов, но и капиталовложения на приобретения соответствующего оборудования, а полученные результаты могут позволить заложить основу для конструирования новых материалов, теплообменных аппаратов.

5. Выведенные эмпирические зависимости можно использовать для расчётов плотности, вязкости, удельной электропроводимости и удельного электрического сопротивления объектов исследования в экспериментально неисследованных точках (температура, концентрация и магнитный поток).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ ИЗЛОЖЕНО В СЛЕДУЮЩИХ ПУБЛИКАЦИЯХ:

Статьи, опубликованные в научных журналах, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан

[1-А]. Рахимов, С.Т. Влияние графитового порошка на изменение электропроводности водного раствора этиленгликоля-45 в зависимости от температуры / М.М. Анакулов, С.Т. Рахимов, М.М. Сафаров // Вестник ТТУ им. акад. М.С. Осими, №1(49), Душанбе 2020, - С. 14-16.

[2-А]. Рахимов, С.Т. Плотность системы водного раствора этиленгликоля-45 в зависимости от температуры и концентрации сажи угля Айнинского месторождения / М.М. Анакулов, М.М. Сафаров, С.Т. Рахимов // Вестник ТУТ, №4 (43), Душанбе 2020, - С. 10-16.

[3-А]. Рахимов, С.Т. Исследования плотности систем водного раствора этиленгликоля-45 в зависимости от температуры и концентрации оксида железа (статья) / М.М. Анакулов, М.М. Сафаров, С.Т. Рахимов // Вестник ТУТ, №1 (44) Душанбе 2021, - С. 22-27.

[4-А]. Рахимов, С.Т. Электропроводность водного раствора этиленгликоля с концентрацией графитового порошка в зависимости от магнитной индукции / С.Т. Рахимов // Вестник БГУ имени Н. Хусрава, Серия естественных наук, №2/3(90), Бохтар 2021, - С. 40-43.

[5-А]. Рахимов, С.Т. Электропроводность системы водного раствора этиленгликоля-45 и оксида железа, в зависимости от температуры / М.М. Анакулов, М.М. Сафаров, С.Т. Рахимов // Вестник филиала МГУ им. М.В. Ломоносова в г. Душанбе, 3 (2) 2018г. - С.78-83.

Изобретение по теме диссертации:

[6-А]. Рахимов, С.Т. Устройство для определения электропроводности магнитных жидкостей в зависимости от магнитной индукции / С.Т. Рахимов, М.М. Сафаров, М.М. Анакулов // Малый патент Республики Таджикистан №ТJ 1239, МПК: G 01 N 27/0. 2022 - 5с.

Статьи, опубликованные в материалах международных и республиканских конференций:

[7-А]. 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 // РНПК (с международным участием) «Теплоэнергетика и теплофизические свойства веществ». ТТУ имени акад. М.С. Осими, Душанбе, 2021г. - С. 80-83.

[8-А]. 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 // МНПК «Развитие энергетики и возможности», Институт энергетики Таджикистана, Бохтар, 22 декабря 2020г. - С. 315-319.

[9-А]. 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 // МК «Фазовые переходы,

критические и нелинейные явления в конденсированных средах» / Институт физики им. Х.И. Амирханова ДФИЦ РАН, Дагестанский гос. университет, 15-20 сентября 2019г., Махачкала. -С. 378-381.

[10-А]. 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 // РНПК «Основы развития изучения естественных, точных и математических наук: проблемы и пути их решения», ТАУ им. Ш. Шотемур, 2021г. - С. 137-139.

[11-А]. 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 // МНПК «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. ТАУ им. Ш. Шотемур. - С. 84-89.

[12-А]. 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 // РНПК «Сущность геоинформационной системы в развитии разных отраслей общества», ТАУ имени Ш. Шотемур, Душанбе 2020. - С. 36-41.

[13-А]. Рахимов, С.Т. Исследование электрофизических свойств водного раствора этиленгликол-45 (антифриз) в зависимости от концентрации оксида железа и магнитной индукции / М.М. Анакулов, М.М. Сафаров, С.Т. Рахимов // МНПК на тему: «Электроэнергетика Таджикистана. Проблемы энергосбережения, энергоэффективности и использования возобновляемых источников энергии», филиал МЭИ в г. Душанбе, Душанбе 2021, - С. 352-358.

[14-А]. Рахимов, С.Т. Электропроводность водного раствора этиленгликол-45 (антифриз) в зависимости от концентрации графитового порошка и магнитной индукции / М.М. Анакулов, С.Т. Рахимов, М.Т. Розикова // МНПК на тему: «Энергетика: состояние и перспективы развития» ТТУ имени ак. М.С. Осими, Душанбе – 2021, - С. 149-153.

[15-А]. Рахимов, С.Т. Влияние сажи угля Айнинского месторождения на изменение электропроводности водного раствора этиленгликоля-45 / Анакулов М.М., Разикова М.Т., Сафаров М.М. // РНПК “Устойчивое управление земель, развитии геодезия и геоинформатики в период государственной независимости” ТАУ им. Ш. Шотемур, Душанбе, 2022. - С. 28-32.

[16-А]. Рахимов, С.Т. Электрофизические свойства системы водного раствора этиленгликоля-45+сажа/ М.М. Анакулов, М.М. Сафаров, С.Т. Рахимов // МНПК «Современные методы и средства исследований теплофизических свойств веществ» МАХ, Санкт - Петербургский НИУ информационных технологий, механики и оптики. 27-28 мая 2021г., Санкт - Петербург 2021. - С. 58-59.

ШАРҲИ МУХТАСАРИ

рисолаи номзадии **Раҳимов Сӯҳробҷон Тошмаҳматович** дар мавзуи **“Таъсири хоқаҳои магнитӣ ба тағйирёбии зичӣ, часпакӣ ва электрогузаронии этиленгликол-45 вобаста ба ҳарорат дар фишори атмосферӣ”** барои дарёфти дараҷаи илмӣ номзади илмҳои техникӣ аз рӯи ихтисоси 01.04.14 – **“Физикаи ҳарорат ва назарияи техникаи гармо”**

Мақсади кор: тадқиқи таъсири хоқаҳои магнитӣ - дуда, хокаи графит ва оксиди оҳан ба тағйирёбии зичӣ, часпакӣ ва электрогузаронии маҳлули обии этиленгликол-45 вобаста ба ҳарорат мебошад.

Ба сифати объекти тадқиқот маҳлули обии этиленгликоли-45, дудаи ангишти кони Айнӣ, хокаи графит ва оксиди оҳан интихоб карда шудааст.

Дар асоси тадқиқотҳо муодилаи эмпирикии вобастагии зичӣ, часпакӣ, электрогузаронӣ ва муқовимати хоси электрикӣ маҳлули обии этиленгликол-45 бо концентратсияҳои муайяни дудаи ангишти кони Айнӣ, хокаи графит ва оксиди оҳан аз ҳарорат дар фишори атмосферӣ пешниҳод карда шудааст. Ҳамчунин дар асоси тадқиқотҳо муодилаи эмпирикии вобастагии электрогузаронии маҳлули обии этиленгликол-45 бо концентратсияҳои муайяни дудаи ангишти кони Айнӣ, хокаи графит ва оксиди оҳан пешниҳод карда шудааст.

Соҳтор 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.

Интишорот. Аз рӯи натиҷаҳои кор 16 мақола аз ҷумла 5-то дар маҷаллаҳои аз ҷониби КОА-и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон нашр шудаанд ва инчунин, як нахустпатенти Ҷумҳурии Тоҷикистон гирифта шудааст.

Вожакалимаҳо: маҳлули обии этиленгликол, хокаи графит, оксиди оҳан, дуда, хокаи ангишт, зичӣ, часпакӣ, электрогузаронӣ, муқовимати хоси электрикӣ, ҳарорат, индуксияи майдони магнитӣ, фишори атмосферӣ, дастгоҳи гармимубодилакунанда, гармиинтиқолдиҳанда.

АННОТАЦИЯ

на кандидатскую диссертацию 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».

Цель работы: исследование влияния магнитных порошков - сажи, порошка графита и оксида железа на изменение вязкости, плотности и электропроводности водного раствора этиленгликоля-45 в зависимости от температуры.

В качестве объекта исследования использовались водный раствор этиленгликоля-45, сажа угля Айнинского месторождения, графитовый порошок и оксид железа.

На основе экспериментальных исследований получены температурные зависимости плотности, вязкости, электропроводности и удельного электрического сопротивления водного раствора этиленгликоля-45 с концентрацией сажи угля Айнинского месторождения, графитового порошка и оксида железа при атмосферном давлении. Так же, на основе экспериментальных исследований получены эмпирические уравнения зависимости электропроводности и удельного электрического сопротивления водного раствора этиленгликоля-45 с концентрацией сажи угля Айнинского месторождения, графитового порошка и оксида железа от магнитной индукции.

Структура и объём работы. Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, основных результатов и выводов, списка литературы (114 наименований). Содержание работы изложено на 150 страницах (приложения 9 страница), включая 34 таблиц и 50 рисунков.

По результатам работы опубликовано, 16 статей (из них 5 рекомендуемых ВАК РФ), и получено 1 малый патент Республики Таджикистан.

Ключевые слова: водный раствор этиленгликоля, графитовый порошок, оксид железа, сажа, плотность, вязкость, электропроводность, удельное электрическое сопротивление, температура, магнитная индукция, атмосферное давление, теплообменный аппарат, теплоноситель.

ABSTRACT

for the dissertation of Rahimov Suhrobjon Toshmahmatovich on the theme of: “Influence of magnetic powders on the change in density, viscosity and electrical conductivity of ethylene glycol -45 depending on temperature at atmospheric pressure” presented for the degree of candidate of technical sciences in the specialty of 01.04.14 – “Thermal physics and theoretical heat engineering”

Objective: to study the effect of magnetic powders - carbon black, graphite powder and iron oxide on the change in viscosity, density and electrical conductivity of an aqueous solution of ethylene glycol 45 depending on temperature.

An aqueous solution of ethylene glycol-45, carbon black from the Aininsky deposit, graphite powder and iron oxide were used as the object of the study.

Based on experimental studies, temperature dependences of density, viscosity, electrical conductivity and electrical resistivity of an aqueous solution of ethylene glycol-45 with a concentration of carbon black from the Aininsky deposit, graphite powder and iron oxide at atmospheric pressure were obtained. Also, on the basis of experimental studies, empirical equations of the dependence of the electrical conductivity and electrical resistivity of an aqueous solution of ethylene glycol 45 (antifreeze) with the concentration of carbon black from the Aininsky deposit, graphite powder and iron oxide on magnetic induction were obtained.

Structure and scope of work. The dissertation work consists of an introduction, 4 chapters, main results and conclusions and a list of references (114 titles). The content of the work is presented on 150 pages (applications 9 pages), including 34 tables and 50 figures.

Based on the results of the work, 16 articles were published (5 of them were published in journals included in the list of Russian peer-reviewed scientific periodicals recommended by the Higher Attestation Commission of the Russian Federation), and 1 patent of the Republic of Tajikistan was received.

Keywords: aqueous solution of ethylene glycol, graphite powder, iron oxide, soot, coal, density, viscosity, electrical conductivity, resistance, temperature, magnetic flux, atmospheric pressure, heat exchanger, coolant.

Подписано в печать . . . 2024 г. Формат 60x80.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура Times New Roman.
Усл. печ. л. 3,125. Тираж 100 экз.
ООО АРШАМ