

ВАЗОРАТИ МАОРИФ ВА ИЛМИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи С.Айнӣ

Ҳамчун дастнавис



РУД 536.24 (575.3)

РАҶАБОВА Дилафрӯз Шухзодовна

**ТАЪСИРИ НАНОНАЙЧАҲОИ КАРБОНӢ БА ТАҒЙИРӢБИИ
ГАРМИГУЗАРОНӢ ВА ҲАРОРАТГУЗАРОНИИ ЭФИРИ ДИЭТИЛИ
МОЕЪ БО НАЗАРДОШГИ СОҲАҲОИ БУҲРОНӢ ВА БАӢДИ
БУҲРОНӢ**

01.04.14 - Физикаи гармо ва назарияи техникаи гармо

Рисола барои дарёфти дараҷаи илмии номзади илмҳои техникӣ

Рохбари илмӣ:

**Арбоби илм ва техникаи Тоҷикистон, академики байналмиллалӣ
муҳандиси (АБМ), академики Академияи муҳандисӣ (АМ) ҚТ, доктори
илмҳои техники, профессор
Сафаров Мухмадалӣ Мухмадиевич**

Душанбе – 2024

МУНДАРИҶА

	сах
Шартҳои умумӣ, ишораҳо ва мафҳумҳои мухтасар.....	6
Муқаддима.....	7
БОБИ 1. МАЪЛУМОТҲОИ АДАБИЁТ. ХОСИЯТҲОИ АСОСИИ МАВОДҲОИ ОМУХТА ШУДА.....	19
1.1 Баррасии маълумотҳои адабиёт оид ба хосиятҳои гармофизикии маҳлулҳои оксигендор	19
Хулоса дар боби якум мақсад ва вазифаҳои тадқиқот	25
БОБИ 2. ТАДҚИҚОТҲОИ ТАҶРИБАВИ БАРОИ ОМУХТАНИ ГАРМИГУЗАРОНӢ, ҲАРОРАТГУЗАРОНИИ МАҲЛУЛҲОИ КОЛЛОИДИ ВОБАСТА БА ҲАРОРАТ ВА ФИШОР, АЗ ҚУМЛАИ ҲОЛАТҲОИ БӢҲРОНӢ ВА БАӢДИ БӢҲРОНӢ	26
2.1 Дастгоҳи таҷрибавӣ барои чен кардани гармигузаронии моеъҳо маҳлулҳо дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун	26
2.2 Методикаи ченкунии гармигузаронии маҳлулҳо дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун.....	33
2.3 Муодила барои ҳисоб кардани коэффитсиенти гармигузарони дар асоси маълумоти таҷрибавӣ	33
2.3.1 Ислоҳот барои интиқоли гармӣ тавассути радиатсия	36
2.3.2 Оиди риояи шартҳои канории назарияи речаи муқаррарӣ ҳангоми гузаронидани таҷриба	37
2.3.3 Санчиши дастгоҳ барои набудани конвексия	38
2.4 Ҳисоб кардани хатои ченкунии гармигузаронӣ бо усули бикало-риметри силиндрии речаи гармии мунтазам.	42
2.5 Дастгоҳи таҷрибавӣ барои ченкунии коэффисиенти ҳароратгузаронии моеъҳо дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун (Патенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, муаллифон М М Сафаров ва дигарон, №292, 2010. - 7 с).	48

2.6	Методи ченкунии ҳароратгузарони маҳлуло ва моеъҳо дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун	50
2.7	Таҷҳизот таҷрибавӣ барои чен кардани гармигузарони вобаста ба ҳарорат ва фишор бо усули ноқили тафсон (Патенти Ҷумҳурии Тоҷикистон №ТҶ 923, 2017. - 5 с).....	52
2.7.1	Таҷҳизот барои муайян кардани коэффитсиенти гармигузаронии наномоеъҳо	52
2.7.2	Дастгоҳи ҳамгирошудаи офтоби барои ҳосил намудани ва энергияи электрикӣ	53
	Хулосаҳо ба боби дуюм	54
НАТИҶАҲОИ ТАҶРИБАВИ ДАР БОРАИ ГАРМИГУЗАРОНИ, ҲАРОРАТГУЗАРОНИИ СИСТЕМАИ БОБИ 3 ЭФИРИ ДИЭТИЛ ВА НАНО-НАЙЧАҲОИ КАРБОНИ ДАР ҲАРОРАТУ ФИШОРИ ГУНОГУҶ ҲАМЧУН ҲОЛАТҲОИ БУҲРОНИ ВА ГАЙРИ БУҲРОНИ.....		
3.1	Хусусиятҳои гармофизикӣ (коэффитсиенти гармигузарони) система ҳароратгузаронии (эфирӣ диэтил - НЯК ва НБК) дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун... ..	55
3.1.1	Гармигузарони ва ҳароратгузарони дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун.....	55
3.1.2	Ҳароратгузарони ва зичии эфирӣ диэтил ва системаи НЯК дар ҳолати критикӣ.	68
3.1.3	Истифодаи характеристикаҳои гармофизикӣ барои ҳисобкуниҳои муҳандисии маводҳои омӯхташудаи эфирӣ диэтил + системаи нанонайчаи карбони (НЯК ва НБК) вобаста ба ҳарорат	77
3.2	Таъсири нанонайчаҳои карбони (НЯК ва НБК) ба тағирёбии ҳароратгузаронии ва гармигузаронии эфирӣ диэтил моеъ, аз ҷумла ҳудуди критики параметрҳои ҳолат.....	78

3.3	Коэффисиентҳои гармигузаронии нисбии эфири диэтили моеъ бо нанонайчаҳои (НЯКва НБК).....	83
3.4	Истифодаи критерияи МА Михеев барои ҳисобкунии коэффитсиенти гармигузарониро дар набудани ҷӯшидани моеъ бо роҳи хунуккунӣ дар сопло Ловал аз рӯи хосиятҳои гармофизикӣ.....	90
	Хулоса дар боби сеюм.....	95
БОБИ 4	Боби 4. КОРКАРД ВА ҶАМЪБАСТИ МАЪЛУМОТҲОИ ТАҶРИБАВИ ОИДИ ГАРМИГУЗАРОНИ ВА ҲАРОРАТГУЗАРИ МАҲЛУЛҲОИ КОЛЛОИДИИ ОМУХТАШУДА.....	96
4.1	Ҷамъбаст кардани маълумотҳои таҷрибавӣ оид ба ҳароратгузарони ва гармигузаронии маҳлулҳо вобаста ба ҳарорат ва фишр.....	96
4.2	Ҷамъбасти маълумотҳои таҷрибавӣ оид ба коэффитсиенти гармигузаронии маҳлулҳои системаи эфири диэтил ва нанонайчаҳои карбони дар ҳудуди критикии параметрҳои ҳолат.....	101
4.3	Ҷамъбасти маълумоти таҷрибавӣ оид ба зичии маҳлулҳои системаи эфири диэтил ва нанонайчаҳои карбони дар ҳудудҳои интервалҳои критикӣ ..	106
4.4	Вобастагии байни ҳароратгузаронӣ, гармигузаронӣ ва зичии эфири диэтил ва системаи нанонайчаҳои карбони.....	109
4.5	Ҳароратгузарони эфири диэтил моеъ + системаи нанонайчаҳои карбони вобаста ба ҳарорат ва фишр.....	117
4.6	Вобастагии байни ҳароратгузаронӣ ва зичии наномоеъ, дар фишори атмосфера омӯхта шаванда.....	118
	Хулоса ба боби чорум..	121
	Натиҷаҳо ва хулосаҳои асосӣ натиҷаҳо ва хулосаҳои асосӣ.....	123

Тавсияҳо барои истифодаи амалии натиҷаҳо	124
Руйхати манбаи маълумотҳои истифодашуда	126
ЗАМИМА	144
Замимаи №1	145
Замимаи №2	149

ШАРТҲОИ УМУМИИ ИШОРАҲО ВА МАФҲУМУҲОИ МУХТАСАРА

λ - коэффисиенти гармигузаронӣ, Вт/(мК);

a - коэффисиенти хароратгузарони, м²/с;

τ - вақт, с;

T – харорат, К;

Q - миқдори гармӣ, Ҷ;

F_0 - критерияи Фурье;

P – фишор, Па;

ΔT - фарқи харорат, К;

Pr - критерияи Prandtl;

G - критерияи Gasgof;

ρ - зичӣ, кг/м³;

$t_{\alpha}, n - 1$ - коэффитсиенти Стъдент;

α - ҳудуди эътимоднок;

σ - коэффисиенти васеъшавии хароратӣ, 1/К;

ρ_T - фишурдашавии изотермӣ, 1/Па;

P_i - фишори дохилӣ, Па;

S_V - гармиғунҷоиши изохорӣ, Ҷ(м³·К);

M - массаи молярӣ, кг/мол;

m - темпи хунуккунии мунтазам, 1/с;

U - нишондодҳои потентсиометр, мВ;

α - коэффитсиенти гармидиҳии радиатсионӣ аз рӯи радиатсия;

ε - дараҷаи эмиссия;

ν - коэффисиенти часпакии кинематикӣ, м²/с;

r - диаметри ядрои бикалориметр, мм;

G_A - массаи ядро, кг;

ХГФ - хосиятҳои гармофизикӣ;

ДА - дастгоҳи адсорбтсионӣ;

МУҚАДДИМА

Тадқиқоти хосиятҳои гармофизики (ҳароратгузарони ва гармигузаронӣ) моддаҳо таърихи дуру дароз доранд. Аммо дар солҳои охир ин тадқиқотҳо характери сифатан нав пайдо карданд.

Афзоиш ва маҳсулнокии равандҳо технологӣ на танҳо ба дуруст таъкил на мудани таъсири мутақобилаи химиявӣ, балки ба мақсаднок будани чараҳои нодурусти гармӣ ва масса низ вобаста аст. Барои такмил додан ва оптимал гардондани равандҳои технологӣ ҳисобкунӣҳо аз ҷиҳати илмӣ асосноки муҳандиси гузарондан лозим аст, ки онҳо дар бораи қобилияти гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронии моддаи коркунанда маълумотро дар ҳудудҳои васеъ, аз ҷумла сарҳадҳои муҳим ва суперкритикии параметрҳои талаб мекунанд. Дар ҳисобкунӣҳои муҳандиси истифода бурдани маълумотҳои тахминӣ ва ҳатто наздиктарин оид ба қобилияти гармигузаронӣ ва ҳароратгузарони моддаҳои таҳқиқшаванда боиси хеле зиёд будани сарфи метали дастгоҳҳо ва паст шудани нишондиҳандаҳои техникӣ-иқтисодии онҳо мегардад.

Ба ин муносибат минбаъд такмил додани маълумотҳо дар бораи гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронии моддаҳои корӣ захираи калони такмил додани равандҳои технологӣ мебошад.

Кор карда баромадани технологияи нави хеле самарабахш материалҳое, ки хосиятҳои пешакӣ муайян карда шудаанд, барои соҳаҳои гуногуни ҳочагии халқ, инчунин тезондани прогресси илму техникӣ бе дониستاني хосиятҳои моддаҳо ва материалҳо имконнопазир аст.

Этимоднокии маълумот дар бораи хосиятҳои моддаҳо ва маводҳо ба сифати маҳсулот таъсир мерасонад. «Дараҷа ва самарани тадқиқоти фундаменталию амалӣ, сифати маҳсулот дар ҳамаи соҳаҳои ҳочагии халқ торафт бе штар бо этимоднокии маълумотҳое, ки хосиятҳои муҳимтарин ашъи хом материал ва моддаҳои илм ва саноатро тавсиф мекунанд, муайян карда мешаванд». [99, 131].

Мушкилоти таҷрибавӣ, ки ҳангоми омӯзиши модда дар наздикии ҳудудҳои критикӣ ва суперкритикии параметрҳои ҳолати ба миён меоянд, боиси зарурати таҳияи усулҳои гуногуни баҳодиҳии хосиятҳои он дар минтақаи параметрҳои ҳолат чен кардан душвор мегардад. Дар ин ҳолат, дар эътимоднокии натиҷаҳои бадастомада номуайянии назаррас ба миён меояд. Дар фазаҳои моеъ ва буғ, инчунин дар ҳудудҳои критикӣ ба шумораи микдорҳои гармофизикӣ, ки эътимоднокии он муҳим аст, инҳо дохил мешаванд: гармигузарони, ҳароратгузарони моддаи таҷқиқшаванда.

Маҳлӯлҳо дар технологияи муосир ҳамчун моеъҳои корӣ, хунуккунӣ ва реагентҳои химӣвӣ васеъ истифода мешаванд. Онҳо дар саноати химия ва коркарди нефт, дар кор карда баромадани равандҳои сепаративӣ ва интиҳобӣ тозакунӣ, дар технологияи гармкунӣ ва хунуккунӣ, равандҳои синтези химиявӣ, дар истеҳсоли сузишвори бақандоктандор ва ғайра истифода мешаванд. Инкишофи самтҳои нави илму техника, монанди физикаи ядрӣ, техникаи кайҳонӣ, физикаи қисмҳои сахт ва техникаи ҳисоббарор, электроникаи квантӣ ва энергетикаи атомӣ боиси пешрафти босуръати илмию техникаи гардид. Як қатор равандҳои нави технологие пайдо шудаанд, ки дар ҳарорат ва фишори бақанд, аз ҷумла дар минтақаҳои муҳим ба амал меоянд.

Яке аз хосиятҳои муҳими гармофизикии моеъҳо ва газҳо гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронӣ мешавад, ки барои ҳисоб кардани раванд ва дастгоҳ зарур аст, ба муодилаҳои критикии гармӣ дохил карда шудааст (критерияҳои Грасгоф, Прандтл, М.А. Михеев ва ғ.) ва хусусиятҳои моделсозии равандҳои технологиро инъикос менамояд.

Маънаи асосии маълумот дар бораи хосиятҳои гармофизикӣ (гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронӣ) моеъҳои органикии дорои оксиген ҳам дар шакли тоза ва ҳам дар таркибашон миқдори гуногуни нанозарраҳо (НЯК ва НБК) маълумотҳои таҷрибавӣ мешаванд. Таҷқиқоти таҷрибавии ҳароратгузаронӣ ва гармигузаронӣ ба ғайр аз арзиши амалӣ аҳамияти ба ғоят муҳими илмӣ дорад, зеро кор карда баромадан ва тақмил додани усулҳои ҳисоббарорӣ ва

назариявии омуктани хосиятҳои термодинамикӣ ва критерияҳои шабоҳат ҳаме шабо маълумотҳои аниқи таҷрибавӣ мушҳида карда мешавад.

Омӯзиши гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронии моеъҳои органикӣ, ки дар шакли ҳолис ва дорои консентратсияи гуногуни нанозарраҳо дар ҳудудҳои критикӣ ва сарҳади параметрҳо мешавад, ба инкишоф ва такмили назарияи муосири ҳолати моеъ мусоидат мекунад, фаҳмидани механизми таъсири мутақобилаи байнимолекулаҳо дар моеъҳо чи дар шакли ҳолис ва чи бо иловаи нанозаррачаҳо имкон медиҳад, ки як қатор ҳодисаҳои физикию химияви ва гармидиҳӣ, ки бо интиқоли молекулаҳо алоқаманданд, шарҳ дода шавад.

Барои ба даст овардани маълумоти аниқ қобилияти гармигузаронӣ ва ҳароратгазарони моддаҳои аз ҷиҳати техникӣ муҳим ба таври таҷрибавӣ муайян карда мешавад. Масалан, бо усули таҷрибӣ ва назариявӣ маводҳои тадқиқоти эфири диэтили моеъ бо иловаи НЯК ва НБК

Эфири диэтил

Он ҳамчун ҳалкунанда барои нитратҳои селлюлоза дар истеҳсоли хокаи бедуд, алкалоидҳои қатрони табиӣ ва синтетикӣ истифода мешавад.

Он ҳамчун экстрагент барои ҷудо кардани плутоний ва маҳсулоти тақсимшавии он ҳангоми истеҳсол ва коркарди сӯзишвории атомӣ, коркарди сӯзишвории атомӣ ва ҷудо кардани уран аз маъдан истифода мешавад.

Он ҳамчун ҷузъи сӯзишворӣ дар муҳарриқҳои фишурдани ҳавопаймоҳои моделӣ истифода мешавад.

Ҳангоми ба кор даровардани муҳарриқҳои дарунсӯзии бензин дар шароити саҳти зимистон истифода мешавад.

Дар СССР моеъи аввалин барои «Арктика» истеҳсол карда шуд, ба воситаи карбюратор бо филтри ҳаво миқдори ками он ба коллекторҳои обгиранда рехта мешавад. Дар ҳориҷа дар зарфи аэрозол «моеъи ибтидоӣ дар рузҳои хунук» истеҳсол карда мешавад. Компонентҳо: эфир диэтил, рағани саноатӣ, пропеллант. Механизми ба кор андохтани муҳарриқи дарунсӯз дар ин ҳолат асосан дизелӣ мешавад: омехтаи эфир ва ҳаво аз тариқи фишурда-

кунӣ аллакай дар таносуби фишурдани тақрибан 5-6 оташ мегирад; Дар натиҷа, муҳарриқҳое, ки бо сабабҳои гуногун фишурдашавии худро гум кардаанд, метавонанд дар эфир якчанд инқилоб кунанд, аммо бо вучуди ин дар бензин кор намекунанд.

Қиматҳои хосиятҳои гармофизикии моеъҳои органикӣ, аз ҷумла, гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронӣ, барои анҷом додани ҳисобкуниҳои муҳандисӣ хангоми тарҳрезии дастгоҳҳо, равандҳои нави технологӣ ва дастгоҳҳои кимиёвӣ, нафту кимиё ва ҳавопаймоҳо заруранд.

Сарфи назар аз доираи васеи истифодабарии эфири диэтил, чи дар шакли холис ва чи дар таркибаш микдори муайяни нанонайчаҳои карбони, гузаронии гарми, ҳароратгузарони ва зичи, махсусан дар ҳудудҳои муҳими параметрҳои ҳолат ба қадри қофӣ омукта на шудааст.

Дарачаи инкишофи илмии проблема. Қобилияти гармигузаронии эфири моеъ ва газро дар фишору ҳароратҳои гуногун, аз ҷумла ҳудудҳои критикӣ, бе иловаи нанозарраҳо Арбоби илм ва техникаи Тоҷикистон, профессор М.М. Сафаров.

Яке аз роҳҳои таъкикул додани равандҳои гармигузаронӣ баланд бардоштани қобилияти гармигузаронӣ ва ҳароратгузарони моеъи хунуккунанда (моё) бо роҳи ба он илова кардани ҳиссаҳои сахти гармигузаронии баланд мебошад. Тадқиқотҳои сершумор нишон доданд, ки истифодаи зарраҳои микронӣ ва наноандоза метавонад на ба самаранокии, балки баръакс, ба камшудани гармигузарони аз ҳисоби чоришавии турболенти ба фазаи дисперсия оварда расонад (Пахомов, 2007).

Дар айни замон, гурӯҳҳои сершумори тадқиқотӣ дар кишварҳо, аз қабили ИМА, Корея, Чин, Ҷопон, Англия ва ғайра хосиятҳои наномоеъро ҷаҳолана меомӯзанд, шумораи настриҳо ба моеъҳои наносохт, махсусан дар даҳсолаи охир, ба таври экспоненсиалӣ меафзояд (Чой, 2009). Аз ҷумла, монографияҳо (Das, 2007) ва як қатор баррасиҳо ба таъри расидаанд, ки дар онҳо доираи васеи масъалаҳо – аз хосиятҳои асосии моеъҳо, наномоеъҳо то имкониятҳои татбиқи амалии онҳо баррасӣ мешаванд (Das, 2007, Wang,

Міҗ ундар, 2007, Чио, 2008, 2009, Ванг, Вей, 2009, Чанд Касекар, 2009, Рудяк, 2000 ва ғайра) савол ба миён меояд: Муҳаққикон кадом хосиятҳои наномоеъхоро ба пурзӯр кардани интиқоли гармӣ умед мебанданд? Аён аст, ки ин пеш аз ҳама бо гармигузаронии баланди нанозарраҳо вобаста аст.

Мо гуфтаҳои болоро ба назар гирифта, гармигузарони ва ҳароратгузаронӣ ва зичии эфири диэтилро чи дар шакли тоза ва чи дар таркибаи микдори муайяни нанонайчаҳои карбони доранд, омӯхтем.

Рисола ба омӯзиши гармигузаронии ҳароратгузаронӣ ва зичии эфири диэтил ҳам дар шакли тоза ва ҳам микдори муайяни нанонайчаҳои карбон (НЯК ва НБК) аз (0,1 - 0,5) % дар ҳудуди ҳарорат (293-673) К бахшида шудааст, аз ҷумла ҳудудҳои бӯҳронӣ ва баъди бӯҳронӣ бахшида шудааст.

Омухтани хосиятҳои гармофизики маводҳои тадқиқоти ба нақшаи координатсияи қори муҳимгарини илмӣ оид ба проблемаи комплекси «Гармофизика»-и Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон дохил карда шудааст.

Маводи тадқиқотӣ: Эфири диэтил ва нанонайчаҳои карбони (НЯК ва НБК).

Нанонайчаҳо дар Русия ш Тамбов истехсолшуда дорои хусусиятҳои зерини геометрӣ мебошанд: диаметри миёнаи нанонайча (50-60) нм, ғафсӣ 160 нм, диаметри дохилӣ (10-20) нм, дарозӣ (3-8) микроң, масоҳати сатҳи (90-130) м²/г.

Мақсади қори рисола: таҳия ва сохтани дастгоҳи таҷрибавӣ барои ченкунии ҳароратгузаронии системаи эфири диэтил ва нанонайчаҳои карбонӣ НЯК ва НБК (то 0,5%), дар ҳудудии ҳарорат (293 - 673) К аз ҷумла ҳудуди бӯҳронӣ ва баъди бӯҳронӣ ҳолати параметрҳо.

Барои ноил шудан ба ин ҳадаф вазифаҳои зерин ҳал карда шуданд:

Дастгоҳи таҷрибавӣ барои чен кардани гармигузарони ва ҳароратгузарони маҳлулҳо дар ҳудудҳои гуногуни параметрҳои ҳолат, аз ҷумла ҳудудҳои бӯҳронӣ ва баъди бӯҳронӣ тақмил дода шудааст;

Натиҷаҳои таҷрибавии гармигузаронӣ, ҳароратгузарони маҳлулҳои коллоидии системаи эфири диэтил, дар ҳудуди ҳарорат (293 - 673) К ва фишори критикӣ (3,68) МПа;

Муқаррар намудани вобастагии коэффитсиенти гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронии эфири диэтили тоза ва маҳлулҳои коллоидии онҳо дар ҳарорат, фишор ва консентратсияи массаи нанонайчаҳои карбони (то 0,5% НЯК ва НБК);

Ба даст овардани натиҷаҳои таҷрибавӣ, ки робитаи байни гармигузарони ва ҳароратгузаронии намунаҳои тадқиқшавандаро бо ҳарорат, фишор ва хусусиятҳои сохтории маҳлулҳои коллоидии тадқиқшаванда муқаррар менамояд; (Патент ЧТ № Т 274/ 10.2010 ва № Т 275/ 10.2010).

Омӯзиши раванди интиқоли гармӣ дар маҳлулҳои коллоидӣ (эфири диэтил ва нанонайчаҳои карбони НЯК ва НБК).

Навоариҳои илмӣ қор чунин аст:

Дастгоҳҳои таҷрибавӣ барои омӯзиши гармигузаронӣ (бо усули гармии мунтазами (таҳиякардаи профессор М. М. Сафаров ва дигарон. Патенти Ҷумҳурии Тоҷикистон № Т 923, 2017. – 5с)) ва бикалориметри цилиндрий – автомати кардашуда, зарфи фишороваранда) ва ҳароратгузаронӣ (усули акалориметрий) тақмил дода шудааст. Дар вақти васли дастгоҳ хусусиятҳои хоси маҳлулҳо ба назар гирифта шуданд, ки барои онҳо коркардҳои нави конструкторӣ ва методиро талаб мекард;

Маълумоти таҷрибавӣ оид ба гармигузаронӣ ва ҳароратгузарони маҳлулҳои тозаи эфири диэтил бо илова кардани карбон гирифта шуд

1. Нанонайчаҳои карбони (то 0,5% НЯК ва НБК) дар ҳудудҳои ҳарорат (293 - 673) К ва фишор (3,68) МПа, аз ҷумла ҳудудҳои бӯҳронӣ ва баъди бӯҳронӣ параметрҳои ҳолат.

2. Барои ҳисоб кардани гармигузаронӣ ва ҳароратгузарони маҳлулҳои коллоидӣ вобастагии апроксиматсионӣ ба даст оварда шуданд. Дар асоси натиҷаҳои маълумоти таҷрибавӣ ва вобастагии апроксиматсионӣ ҳисобкунии гармидиҳӣ иҷро карда шудааст;

3. Чадвали маълумотҳои таҷрибавӣ оид ба гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронии маҳлулҳои коллоидӣ дар ҳудудҳои бӯҳронӣ ва баъди бӯҳронӣ тартиб дода шудаанд;

4. Усулҳои ҳисоб кардани қобилияти гармигузаронӣ ва ҳароратгузарониро барои маҳлулҳои тадқиқшаванда кор карда баромада шудаанд.

Тадбиқи натиҷаҳои таҷрибавӣ

1. Вариантҳои нави дастгоҳҳои таҷрибавӣ ва асосноккунии имконияти истифодаи онҳо барои омехтани коэффитсиенти гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронии маҳлулҳои коллоидии тадқиқшаванда дар ҳудудҳои бӯҳронӣ ва баъди бӯҳронӣ параметрҳои ҳолат.

2. Комплекси автоматии гармофизикӣ, ки бо ёрии он гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронии маҳлулҳо дар доираи васеи параметрҳои ҳолат чен карда мешавад.

3. Маълумоти таҷрибавӣ оид ба гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронии маҳлулҳо (эфири диэтил ва наноайчаҳои карбонӣ) дар ҳудуди ҳарорат (293 - 673) К ва фишори критикӣ (3,68) МПа.

4. Усулҳои ҳисоб кардани гармигузаронии маҳлулҳои коллоидӣ дар асоси эфири диэтилии моеъ ва таҳлили раванди гармигузаронӣ дар маводҳои тадқиқшаванда.

5. Вобастагии апроксиматсионӣ барои ҳисоб кардани коэффитсиенти гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронии маҳлулҳои коллоидӣ тадқиқшаванда дар доираи васеи ҳарорати критикӣ ва фишори критикӣ.

Методология ва усулҳои тадқиқотӣ - барои иҷрои рисола, усули бикалориметри силиндрӣ (гармигузаронӣ) ва акалориметри (ҳароратгузаронӣ) речаи гармии мунтазами навъи якум, усули квадратҳои хурдтарин (микромалькулятор МК - 61 ва барномаи компютери Excel) истифода шудаанд.

Арзиши амалии рисола:

1. Чадвалҳои муфассали хоситҳои гармофизикии моддаҳои аз ҷиҳати техникӣ муҳим (дар асоси эфири диэтил) дар доираи васеи ҳарорат (293 – 673) К ва фишор (3,68) МПа тартиб дода шудаанд, ки онҳоро

та шкилотҳои лоиҳаҳои дар равандҳои гуногуни технологӣ метавонанд истифода баранд

2. Натиҷаҳои тадқиқоти гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронӣ маҳлулҳои коллоидии эфири диэтил дар Институти саноатии Вазорати илм ва техникаи нави Ҷумҳурии Тоҷикистон дар ҳисобҳои реакторҳои модели химиявӣ ва равандҳои технологи чорӣ карда шудаанд, ва маълумоти таҷрибавӣ гирифта ҳамчун маълумотнома истифода бурда мешавад
3. Дастгоҳҳои таҷрибавии таҳияшударо барои бо суръати баланд муайян кардани қобилияти гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронии маводи технологӣ дар озмоишгоҳҳои гуногун истифода бурдан мумкин аст.
4. Таҷҳизоти сохташуда барои ченкунии гармигузаронӣ, ҳароратгузаронии маҳлулҳои коллоидӣ дар асоси эфири диэтил дар озмоишгоҳҳои илмӣ ва таълимии кафедраи «Техника ва энергетикаи гармӣ». Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, кафедраи физикаи умумии Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи С.Айнӣ, аспирантҳо, магистрантҳо ва омӯзгорон барои иҷрои рисолаҳо ва донишҷӯён барои иҷрои корҳои дипломӣ, курсӣ ва озмоишӣ.

Аз Ҷағҳишиши илмӣ-тадқиқотии саноат ва Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи Садриддин Айнӣ, шавдатномаи амалӣ гирифта шудааст (санадҳои иҷро замима карда шудааст).

Натиҷаҳои тадқиқот амалӣ карда мешаванд:

- Таҷҳизоти сохташуда барои ченкунии хосиятҳои гармофизикии моеъҳо дар озмоишгоҳҳои илмӣю таълимии кафедраи гармидиҳӣ ва энергетикаи гармии Донишгоҳи техникийи Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ ба истифода дода шуд. Ҳам омӯзгорон ҳангоми иҷрои корҳои диссертатсия ва ҳам донишҷӯён ҳангоми иҷрои кори дипломӣ, курсӣ ва озмоишӣ истифода мешаванд

- Ҷадвалҳои муфассали хосиятҳои гармофизикии моеъҳо дар доираи васеи ҳароратҳо (293 - 673) К ва фишорӣ критики (3,68) МПа тартиб дода

шудаанд, ки онҳоро та шкилотҳои лоиҳакаи шӣ дар равандҳои гуногуни технологи истифода бурда менавонанд;

- Вобастагии апримаксиматсия ба дастомада барои ҳисобкунӣҳои муҳандисӣ донишҷӯён, аспирантҳо ва магистрантҳои кафедраи «Физикаи умумӣ»-и Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи С. Айни, «Техникаи гармӣ ва энергетикаи гармӣ»-и Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик МС Осими истифода мешаванд.

Рисола тибқи нақшаи ҳамроҳсозии корҳои илмӣ-тадқиқотӣ дар соҳаи илмҳои табиатшиносӣ ва ҷамъиятшиносии АИ Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2001-2015 дар мавзӯи: “Ҳосиятҳои гармофизикии модда” (таҳти рақами 81081175 ба қайдгирии давлатӣ) анҷом дода шудааст (1.01.86.0103274) оид ба масъалаи 1.9.7 – Гармофизика.

Эътимоднокии натиҷаҳои ба дастомада. Эътимоднокии натиҷаҳои ҷенкунии таҷрибавӣ бо истифодаи асбобҳои ҷенкунии тасдиқшуда ва санҷида шуда, тақроршавандагии баланди натиҷаҳои ҷенкунӣ, инчунин мувофиқати қаноатбахши маълумоти таҷрибавӣ бо маълумоти ҳисобшуда таъмин карда мешавад;

- эътимоднокии натиҷаҳои ба дастомада бо мутобиқати онҳо бо миқдори зиёди маълумоти маълум, ки дар натиҷаи таҳқиқоти мустақилона бо истифода аз усулҳои дигари физикӣ ва химиявӣ таҳлил гирифта шудаанд, тасдиқ карда мешавад;

- бо истифодаи муносиби назарияи андозагирӣ, назарияи ҳатогиҳо, истифодаи асбобҳо ва дастгоҳҳои стандартӣ собит шуда, тақроршавандагии натиҷаҳои ба дастомада, мувофиқати қаноатбахши натиҷаҳои ҳисобшуда бо маълумоти таҷрибавӣ, натиҷаҳои қаноатбахши арзёбии ҳатогии андозагирӣ ва санҷиши усулҳои интихобшудаи ададӣ таъмин карда мешаванд;

- натиҷаҳои дар рисола ба дастомада бо истифода аз модели дурусти математикии равандҳои физикӣ ва дастгоҳи математикии собит шуда барои ҳалли ададии муодилаҳои дифференсиалии гармӣ ва массагузаронӣ таъмин карда мешаванд;

- ҳисобкунии ададӣ, ки дар рисола ба даст оварда шудаанд, бо таҷрибаҳои муқоисавии ҳисоббарорӣ, ки дар асоси барномаҳои махсуси компютерӣ (Excel) гузаронида шудаанд, инчунин бо натиҷаи муқоисаи ҳисобҳои назариявӣ бо натиҷаҳои тадқиқотҳои таҷрибавии модели физикии муҳаррикҳои ҳавопаймо тасдиқ карда мешаванд;

- истифодаи усулу равишҳои ба таври васеъ маълумро, ки дар тадқиқоти илмӣ ва техникаи соҳаи гармофизика истифода мешаванд, таъмин менамояд.

Саҳми шахсии муаллиф аз таҳияи масъалаҳо, интихоби усулҳо ва таҳияи алгоритмҳои ҳалли масъалаҳо, ки дар рафти кор ба миён меоянд, муқаррар кардани қонунҳои асосии равандҳои гармофизикии ҳангоми ба даст овардани маҳлулҳои коллоидҳои мавриди омӯзиш гузаронидани тадқиқотҳои таҷрибавӣ иборат аст. Дар ҷарами муайяни истеҳсолот, ба даст овардани маълумот дар бораи гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронӣ, усулҳои коркард ва таҳлили натиҷаҳои бадастомада, таҳияи хулосаҳои асосии кори диссертатсия ва интихоби роҳу воситаҳои ноил шудан ба мақсади кор, таҳлили натиҷаҳои тадқиқот, ҷамъбаст ва таҳияи хулосаҳо, навиштан ва наҷр кардани мақолаҳо ва рисола.

Ҳамаи натиҷаҳои кори диссертатсионӣ аз ҷониби муаллиф шахсан бо иштироки роҳбари илмӣ ба даст оварда шудааст.

Интишрот: Муқаррарот ва натиҷаҳои асосии рисола дар конференсияҳои зерин гузориш ва муҳокима карда шудаанд:

1. 4 Моделсозии байналмилалии компютерӣ, Чин, (2017);
2. Конфронтисияи 1-уми байналмилалии илмӣ-амалии «Технологияҳои иттилоотӣ дар назорат ва моделсозии системаҳои мехатроника» (ITUMMS - 2017);
3. Конфэрентсияи байналмилалии илмӣ ва амалии «Истиқлолият асоси рушди энергетикаи кишвар» Вилояти Хатлон, ноҳияи Бохтар, Ҷумҳурии Тоҷикистон бахшида ба таҷлили Рӯзи энергетикҳо (22-23 декабри соли 2017);

4. Конференсияи байналмилалӣ «Мушкилоти актуалии физикаи муосир» бахшида ба 80-солагии хотираи Ходими шистаи илм ва техникаи Тоҷикистон, д.и.ф.м., профессор Б.Н. Нарзиев, ш. Душанбе, (2018);
5. Конференсияи ҷумҳуриявӣ илмию амалии «Техникӣ ва технология: мушкилоти асосӣ, дастовардҳо ва навоарӣ», Душанбе, 16 май (2018);
6. 20-умин симпозиуми хосиятҳои гармофизикӣ дар Боулдер, Колорадо, 24-29 июн (2018);
7. Конференсияи XV якҷояи термодинамикии Европа. Барселона 21-24 май (2019);
8. Конференсияи ҷумҳуриявӣ илмию назариявӣ дар мавзӯи «Асосҳои рушд ва дурнамои илми химия дар Ҷумҳурии Тоҷикистон», бахшида ба 60-солагии факултети химия ва хотираи доктори илмҳои химия, профессор, академики Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон Ишонкул Усмонович Нӯъмонов (12 - 14 сентябри 2020);
9. Конференсияи байналмилалӣ илмию амалии «Энергетикаи Тоҷикистон. Проблемаҳои сарфаи энергия, сарфаи энергия ва истифодаи манбаҳои барқароршавандаи энергия» бахшида ба 30-солагии истиқлолияти Ҷумҳурии Тоҷикистон, 90-солагии Институти энергетикӣ Мӯсква ва 100-солагии плани ГОЭЛРО Филиали ИЭМ дар Душанбе – (2021);

Аз рӯи натиҷаҳои тадқиқот 23 асари илмӣ, аз ҷумла 9 мақола (5-тои он аз ҷониби Комиссияи олии аттестатсионӣ назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон тавсия шудааст), 9 тезисҳои маъруза ва 5 патенти хурди Ҷумҳурии Тоҷикистон ба таъби расидаанд.

Сохтор ва ҳаҷми кор. Рисола аз муқаддима, чор боб, хулоса, рӯйхати адабиёт ва замимаҳо иборат аст. Кор дар 165 саҳифаи матни компютерӣ оварда шудааст. Дар он 46 расм, 28 ҷадвал, 143 номгӯи манбаҳои иттилооти истифодашуда ва замимаи 12 саҳифа иборат аст.

Мувофиқати рисола ба шиносномаи ихтисос.

Дар мавзӯ, усулҳои тадқиқоти аз тарафи муқаррароти илмӣ пешниҳодшудаи рисола ба шиносномаи ихтисоси кормандони илмӣ 01.04.14-“физикӣ»

каи харорат ва назарияи техникаи гармо” мувофиқ мебошад, дар қисми банди 5 “Тадқиқи таҷрибавӣ ва назариявии конвексияи якфаза, озод ва маҷбури дар ҳудудҳои васеи гармибарандаҳо, параметрҳои речави ва геометрии сатҳҳои гармиинтиқолдиҳандаҳо” дар пункти 7 “тадқиқи таҷрибавӣ ва назариявии равандҳои интиқоли якҷояи гармӣ ва масса дар маҳлулҳои бинари ва бисеркампонента бо иловаи нанозараҷаҳои саҳт аз ҷумла наномоеъҳои аз ҷиҳати химиявӣ таъсиркунанда”, дар қисми банди 9 “Таҳияи асосии илми ва ташкили усулҳои таҷкулебии равандҳои гармӣ ва масса ивазкунӣ дар маҳлулҳо”

Боби 1. МАЪЛУМОТҲОИ АДАБИЁТ. ХОСИЯТҲОИ АСОСИИ МАВОДҲОИ ОМУХТА ШУДА

1.1. Баррасии маълумотҳои адабиёт оид ба хосиятҳои гармофизикии маҳлулҳои оксигендор

Миқдори мукамалтарин маълумоти муфид дар бораи хосиятҳои эфирҳо, аз ҷумла эфири диэтил, дар маълумотномаҳо ва мақолаҳо [1 - 4] оварда шудааст. Он маълумотро дар бораи гармигузаронӣ, зичӣ, ҳароратгузаронӣ, часпакӣ барои параметрҳои гуногуни ҳарорат ва фишр, аз ҷумла хати сершавӣ ва ғайра меҷад.

Коэффитсиенти гармигузаронии эфири диэтили моеъи дар наздикии ҳатти сершави дар ҷадвал оварда шудааст, ҷадвали 1.1, ки бо истифода аз маълумоти [2] ва тадқиқоти навтарин [6, 7] тартиб дода шудааст.

Ҷадвали 1.1 - Коэффитсиенти гармигузаронӣ ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м К)) эфири диэтили моеъ дар наздикии хати сершавӣ [2]

T, K	$\lambda \cdot 10^3$	T, K	$\lambda \cdot 10^3$	T, K	$\lambda \cdot 10^3$	T, K	$\lambda \cdot 10^3$
200	168	240	153	270	141	300	130
210	164	250	149	280	138	310	125
220	160	260	146	290	134	320	119
230	157						
Ҳатогии маълумот 3% аст							

Ҷадвали 1.2 - Коэффитсиенти гармигузаронӣ ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м К)) эфири диэтили моеъ дар ҳарорат ва фишрҳои гуногун [2, 6, 7]

T, K	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м К), при P, МПа						
	0,1	5	10	20	30	40	50
280	143	145	148	152	156	159	162

Давоми ҷадвали 1.2

300	133	136	139	144	148	152	155
320	123	127	130	135	140	144	148
340	18,6	118	122	128	133	138	141
360	20,9	110	114	120	126	131	135
380	23,2	103	107	114	120	125	130
400	25,5	96,4	101	108	114	120	124
420	27,9	90,6	94,9	103	109	115	119
440	30,2	85,5	90,0	97,9	105	110	115
460	32,7	81,2	85,7	93,8	101	106	111
480	35,1	77,6	82,1	90,2	97,1	103	107
500	37,6	74,7	79,2	87,2	94,0	99,6	104
520	-	72,5	76,9	84,8	91,5	96,9	101
540	-	71,1	75,4	83,0	89,4	94,7	98,8
560	-	70,4	74,4	81,8	87,9	92,9	96,8

Ҷадвали 1.3 - Коэффициенти гармигузаронӣ ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м К)) эфери диэтил дар фишори муқаррарӣ вобаста ба ҳарорат [7]

T, K	193	213	233	253	273	293	313
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м К)	170	163	156	149	142	135	128

Ҷадвали 1.4 - Коэффициенти гармигузаронӣ ($\lambda \cdot 10^4$, Вт/(м К)) эфери газ диэтил дар ҳолати газ дар фишори атмосферӣ вобаста ба ҳарорат [6, 7]

T, K	273	373	473	573	673	573
$\lambda \cdot 10^4$, Вт/(м К)	130	228	352	500	657	760

Коэффициенти гармигузаронии эфери диэтели аз ҷиҳати химиявии тоза дар ҳудуди критикӣ бори аввал профессор ММ Сафаров омухтааст. Натиҷаҳо дар ҷадвал оварда шудаанд ҷадвали 1.5 [6].

Ҷадвали 1.5 - Натиҷаҳои таҷрибавии коэффитсиенти гармигузаронӣ ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м К)) эфири диэтил дар ҳудуди ҳароратҳои гуногун ва фишори атмосфери [6]

T, К	293,9	306,9	342,3	378,6	421,8	457,5	462,9	463,2	463,9
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м К)	135,5	127,9	114,2	100,5	87,5	76,4	76,9	79,4	78,3
T, К	464,6	465,4	466,6	466,9	471,65	471,9	473,7	474,9	476,5
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м К)	78,5	81,2	83,2	81,7	87,2	82,4	78,1	76,5	73,5
T, К	478,7	483,3	492,9	493,8	500,5	515,2	527,6	544,0	-
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м К)	62,2	43,6	37,1	36,1	37,5	39,4	39,0	42,3	-

Чунон, ки аз ҷадвали 1.5 дида мешавад, дар ҳудуди критикӣ гармигузаронии эфири диэтили моеъ аз максимум мегузарад. Бояд гуфт, ки кушишҳои ба вучуд овардани чунин муносибатҳо маълуманд. Масалан, дар [2] як қатор муодилаҳои оварда шудаанд, ки барои ҳисоб кардани коэффитсиенти гармигузаронии эфири диэтил моеъ тавсия карда мешаванд. Коэффитсиенти гармигузаронии эфири диэтили моеъ вобаста ба ҳарорат ва фишор (Ҷадвали 1.2) бо формулаҳои зерин тавсиф карда мешавад:

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 p + A_2 p \quad (1.1)$$

дар ин ҷо

$$A_0 = 369,8 - 1,075 T + 9,499 \cdot 10^{-4} T^2;$$

$$A_1 = -1,909 + 1,200 \cdot 10^{-4} T - 1,24 \cdot 10^{-5} T^2;$$

$$A_2 = 1,35 \cdot 10^{-2} - 7,66 \cdot 10^{-5} T + 7,458 \cdot 10^{-8} T^2; \quad p - \text{бо МПа.}$$

Формулаи ҳисоб кардани эфири диэтили дар ҳолати буғи

$$\lambda \cdot 10^3 = -15,7 + 8,9 \cdot 10^{-2} T + 3,5 \cdot 10^{-5} T^2 \quad (1.2)$$

Ҳатогии ҳисобкунии гармигузаронии моеъ зери фишор (формула (1.1)) то 4% гармигузаронии буғ дар фишори 0,1 МПа (формула (1.2)) тақрибан 3% - ро ташкил медиҳад.

Муаллифони маводҳои [8-10, 11, 18] арзишҳои дорои маълумоти бозтавонро барои як қатор дигар хосиятҳои гармофизикии моддаҳо истифода кардаанд. Адабиёти илмӣ барои суръати садо арзишҳо медиҳад [8, 11, 18]. Ин ба имкони ченкунии дақиқи мушаким то ҳарорати наздик ба критикӣ вобаста аст. Ин ҳолат имкон медиҳад, ки натиҷаҳои суръати садо барои арзишҳои бозтавонии дигар хосиятҳои гармофизикӣ истифода шаванд.

Муаллифон маълумоти илмиро дар бораи хосиятҳои гармофизикии миқдори зиёди карбогидридҳои серғизо, аз ҷумла онҳое, ки дар сайти интернетии NST пешниҳод шудаанд [11, 12, 17] барои ҳудудҳои ҳамсоя ба нуқтаи муҳим таҳлил карданд. Муаллифони [9] бо ин мақсад аз хосиятҳои маълуми термодинамикии мувозинати истифода бурда, коэффитсиенти гармидиҳиро γ ҳисоб кардаанд. Аз нуқтаи критикӣ, натиҷаҳои ҳисобкунии γ , ки бевосита бо таносуби C_p ва C_v муайян карда шудаанд, дар адабиётҳои [11, 12] оварда шудаанд. Аммо, дар наздикии нуқтаи критикӣ, арзишҳои γ аз ҳамдигар хеле фарқ мекунанд, ки ин боиси номуайянии назаррас дар дигар миқдорҳои гармофизикие мегардад, ки хосиятҳои моддаҳо дар ҳудудҳои критикӣ тавсиф мекунанд. Хоҳиши табиӣ муҳаққиқон барои тавсиф кардани вобастагии ҳарорат аз хосиятҳои гармофизикии моеъ дар тамоми ҳудуди мавҷудияти он, аз нуқтаи сегона то нуқтаи критикӣ, танҳо бо як муодила бо шумораи ҳадди ақали доимии эмпирикӣ метавонад боиси талафоти назарраси маълумот дар бораи хусусиятҳои тағйироти онҳо дар наздикии ин нуқтаҳо гарданд. Маҳз ҳамин чиз фарқияти назарраси байни зичии n-гептанро, ки дар китоби маълумотномаи Варгафлик Н Б [13] ва дар вебсайти NST [17] оварда шудааст, дидан мумкин аст. Дар ҳудуди маълумот дар бораи зичии n-гептан аз ҳамдигар 3 фоиз ё бештар аз он фарқ мекунанд. Коэффитсиентҳои васеъшавии гармӣ, ки аз ин маълумотҳо ҳисоб карда шудаанд, боз ҳам бештар фарқ мекунанд.

Эфири диэтил аз дегидрататсияи этанол ба даст меояд. Маҳсулоти иловагӣ дар синтези этанол тавассути гидратсияи этилен ба вуҷуд меояд.

Эфири диэтилро ҳамчун ҳалкунанда барои нитратҳои селлюлоза (аз ҷумла дар истеҳсоли хокаи бедуд), ҳалкунанда барои рағанҳои наботот ва ҳайвонот, катронҳои табиӣ ва синтетикӣ, алкалоидҳо ва ғайра истифода мебаранд; ҳамчун экстрагент (масалан, барои ҷудо кардани плутоний ва маҳсулоти тақсимшавии он ҳангоми истеҳсол ва коркарди сузишвории атомӣ, ҳангоми аз маъдан ҷудо кардани уран). Эфири диэтил инчунин бо сифати антисептик истифода мешавад.

Ҷадвали 1.6 - Хусиятҳои асосии эфири диэтил дар $T=293K$

Формулаи химиявӣ	$C_4H_{10}O$
Массаи молярии μ , кг/мол	0,074
Зичии $\rho_{4^{20}}$, кг/м ³	714
Нишондиҳандаи шикасти рӯшноӣ n_D	1,3526
Ҳарорати ҷӯшиши муқаррарӣ T_b , К	307,8
Ҳарорати критикӣ T_c , К	466,9
Ҳарорати ғудохтшавӣ T_g , К	156,8
Зичии критикӣ ρ_{cr} , кг/м ³	264
Фишори критикӣ P_{cr} , атм	36,8
Ҳарорати бухоршавӣ $T_{буқ}$, К	316
Ҳарорати худсӯзоншавӣ $T_{хг}$, К	453

Хусусиятҳои асосии нанонайчаҳои карбони (НЯК), ки олимони Тамбов (ДГП) ба даст овардаанд, дар ҷадвали 1.7 оварда шудаанд.

Ҷадвали 1.7 - Хусусиятҳои асосии нанонайчаҳои карбони (НЯК)

	Ҳаҷми хусусӣ

Эҳтимол дорад, ки эфири диэтилно бори аввал дар асри I X алхимик Чобир ибни Хайём [8] ё алхимик Раймонд Лул дар соли 1275 ба даст оварда бошад [8, 17].

Ба таври эътимодбахш маълум аст, ки онро соли 1540 Валерий Кордус синтез карда буд, ки онро «равғани ширини витриол» (лотинӣ: oleum dulce vitrioli) номидааст, зеро вай онро бо роҳи тоза кардани омехтаи спирти этилӣ ва кислотаи сулфат ба даст овардааст, ки он вақт онро равғани «Витриол» номида мешуд [8]. Кордус инчунин хосиятҳои антисептикаи онро қайд кард. Номи «эфир»-ро ба ин модда соли 1729 Фробениус додааст [31].

Эфири диэтил бо таъсири катализаторҳои кислота ба спирти этилӣ ҳангоми гарм кардан, масалан, бо роҳи дистиллятсияи омехтаи спирти этилӣ ва H_2SO_4 дар ҳарорати тақрибан $140 - 150^\circ C$ ба даст меояд. Онро ҳамчун маҳсулоти иловагии ҳангоми истеҳсоли спирти этилӣ бо роҳи гидратсияи этилен дар мавҷудияти кислотаи фосфор ё кислотаи сулфати 96 - 98 % дар $65 - 75^\circ C$ ва фишори 2,5 МПа ба даст меояд. Қисми асосии эфири диэтил дар марҳилаи гидролизи сулфатҳои этилӣ ($95 - 100^\circ C$, 0,2 МПа) ҳосил мешавад.

Аз ҷиҳати хосиятҳои химиявӣ эфири диэтил дорои тамоми хосиятҳои ба эфирҳо хос аст, масалан, намакҳои ноустувори оксониро бо кислотаҳои қавӣ таъшиқ мекунад.

Эфири диэтил инчунин бо кислотаҳои Люис пайвастиҳои мураккаби нисбатан устувор ба вучуд меорад: $(C_2H_5)_2O \cdot BF_3$.

Хулоса дар боби якум, мақсад ва вазифаҳои тадқиқот

Натиҷаҳои тадқиқоти таҷрибавӣ ва назариявӣ хосиятҳои гармофизикии маводҳои тадқиқшаванда ва хarakterистикаҳои асосии онҳо нишон дода шудаанд. Таърихи таълиқи эфири диэтил ва истифодаи он дар технология низ оварда шудааст.

Боби 2 ТАДҚИҚОТҲОИ ТАҶРИБАВИ БАРОИ ОМУХТАНИ ГАРМИГУЗАРОНӢ ҲАРОРАТГУЗАРОНИИ МАҲЛУЛҲОИ КОЛЛОИДИ ВОБАСТА БА ҲАРОРАТ ВА ФИШОР, АЗ ҶУМЛАИ ҲОЛАТҲОИ БӢҲРОНӢ ВА БАӢДИ БӢҲРОНӢ

2.1. Дастгоҳи таҷрибавӣ барои чен кардани гармигузаронии моеъҳо маҳлулҳо дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун

Усулҳои ченкунии гармигузаронӣ ба ду гурӯҳ тақсим мешаванд. Ба гуруҳи якум усулҳои дохил мешаванд, ки ба қонунҳои гармии статсионар асос ёфтаанд. Ин усулҳо ба фарзияи Фурье дар бораи мутаносиб будани ҷараёни гармӣ ба градиенти ҳарорат асос ёфтаанд. Гуруҳи дуюми усулҳо ба қонунҳои шароити гармии ғайрестатсионари асос ёфтааст, ки дар онҳо ҳарорат на танҳо ба координатҳо, балки ба вақт ҳам вобаста аст. Назарияи ин усулҳо асосан дар [12, 15, 16, 17, 18, 19, 20-23, 24, 25-29, 30-37, 38-45] таҳия ва оварда шудааст.

Барои чен кардани гармии маҳлулҳо ҳам усулҳои статсионарӣ ва ҳам ғайрестатсионарӣ истифода мешаванд [15, 17, 18, 19, 31-33, 36, 41, 43, 44, 46, 47].

Усулҳои статсионарӣ камбудихои муайян доранд. Муддати тӯлоии таҷриба ва мураккабии насби таҷрибавӣ аз ҷама муҳим аст. Ҳангоми омӯхтани миқдори зиёди моддаҳо дар доираи васеи ҳарорат дар шароитҳои гуногун истифода бурдани усулҳои статсионарӣ номувофиқ аст. Усулҳои қулайтарин ва зудтарин усулҳои мубошанд, ки ба қонунҳои майдони гармидихии ғайрестатсионӣ асос ёфтаанд. Усулҳои ғайрестатсионариро А В Лыков [30], Г. М Кондратьев [25, 26], А Ф Чудновский [44], И Ф Голубев [15] ва дигарон кашф намудаанд.

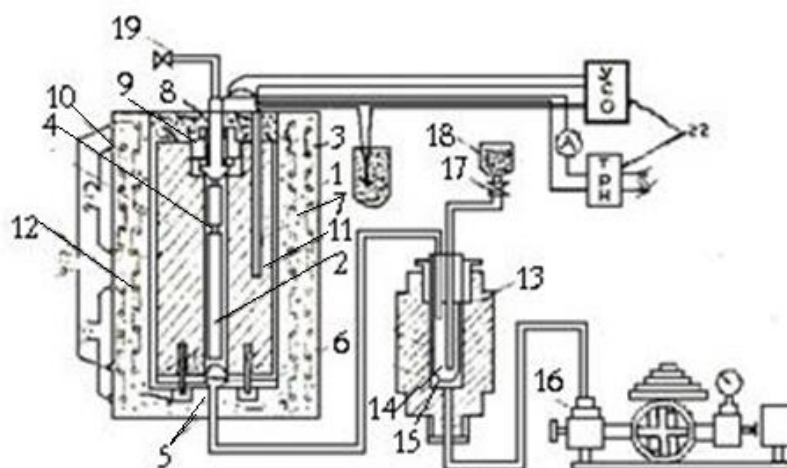
Дар байни усулҳои ғайрестатсионарӣ махсусан усулҳои речаи гармии мунтазами навъи якум паҳн шудаанд. Ин усулҳоро Г. М Кондратьев [25, 26] буда, барои омузиши гармигузаронии моддаҳои гуногун васеъ истифода мешаванд.

Барои ба амал баровардани усулҳои речаи гармидиҳии мунтазами навъи якум дастгоҳҳои мураккаби таҷрибавӣ лозим нест. Онҳо тез буда, имкон медиханд, ки қобилияти гармигузаронии маводҳоро бо дақиқи кофӣ чен карда шаванд. Барои омӯзиши гармигузаронии маҳлулҳо бо усули речаи гармии мунтазам мо дастгоҳҳои таҷрибавиро чамъ кардем, ки тавсифи онҳо дар поён оварда шудааст.

Таҷҳизоти таҷрибавӣ, ки мо бо усули бикалориметри силиндрӣ речаи мунтазами навъи якум барои омӯзиши гармигузаронии маҳлулҳо вобаста ба ҳарорат ва фишр таҳия кардаем [86] дар расми 2.1 нишон дода шудааст.

Асбоб асосан аз бикалориметри силиндрӣ, зарфи фишри баланд (13), фишурдаи поршени навъи МП-2500 (16), асбобҳои ченкунии электрики ва комплекси автомати гармофизикии АТК (22) иборат аст.

Бикалориметр аз ду силиндраи мисии дарунӣ (2) ва берунӣ (1) ҷойгиршуда иборат аст. Ҷосилаи байни онҳо бо моеъи санҷишӣ пур карда мешавад. Силиндри дарунӣ (ядрои бикалориметр) аз силиндрҳои ченкунанда (2) ва компенсатсионӣ (3) иборатанд, ки онҳо имкон медиханд, ки интиқоли гармӣ тавассути охири силиндри ченкунанда бартараф карда шавад.



Расми 2.1. Дастгоҳи таҷрибавӣ барои чен кардани коэффитсиенти гармигузаронии маҳлулҳо вобаста ба ҳарорат ва фишр

Аз мис тайёр кардани силиндрҳои дохилӣ бо коэффитсиенти гармигузаронии он, ки нобаробар тақсим шудани ҳароратро дар ядро бартараф ме-

кунад, инчунин аз он иборат аст, ки хосиятҳои гармофизикии он нағз омӯхта шудаанд. Андозаҳои асосии геометрии бикалориметр чунинанд: диаметри берунӣ ва дарунии силиндри берунӣ мутаносибан 110 ва 18,1 мм, диаметри берунии силиндри дарунӣ (ченкунӣ ва компенсационӣ) 17,0 мм ва дарозии силиндри ченкунанда мебошад 170,0 мм, буда силиндри чуброн 17,0 мм 50 мм. Ҷафсии қабати тадқиқшаванда 0,55 мм аст.

Дар байни силиндрҳои дохилии ченкунанда ва компенсационӣ ғилофаки аз пӯлоди холис (4) ба нақшгузошта шуда, онҳоро пайваст мекунад. Силиндри чубронкунанда низ аз боло ришта дорад ва ба конуси марказгузор (8) пайваст карда мешавад, ки аз пӯлоди холис сохта шудааст ва дар корпуси берунии цилиндр бо истифода аз гайка фишор (9) пайваст карда шудааст. Таваассути конуси поёнии аз пӯлоди холис (5), ки бо фланетс (6) ба корпуси цилиндр пахш карда мешавад, дастгоҳ бо моеъи озмоишӣ пур карда мешавад.

Силиндри берунӣ (1) дар боло сӯроҳҳо дорад, ки нугҳои термометрҳо (7, 11) ҷойгир мекунад. Мурвати конусии болоӣ (8), ки дар он силиндрҳои дарунӣ нигоҳ дошта мешаванд, имкон дод, ки силиндрҳои ченкунии дарунӣ ва компенсационӣ дар цилиндраи берунӣ (1) мутамарказ карда шаванд. Конус барои баромадани симҳо сӯроҳи дорад.

Гармжунак ва гиреҳи термометри ченкунанда (11) дар бикалориметр дар фишори атмосферӣ ҷойгир шуда, аз муҳити тадқиқшаванда комилан ҷудо карда шудаанд.

Барои ба вучуд овардани фарқи ҳарорат дар сарҳади қабати тадқиқшаванда гармжунаки дохилии аз сими нихромӣ сохта шуда, ки диаметраш 0,15 мм аст, истифода бурда шуд, ки дар силиндри ченкунанда васл карда шудааст, ки аз пабака ба воситаи трансформатори пасткунанда қувваи электрики гирифта мешавад. Сӯроҳиҳое, ки дар силиндри ченкунанда барои ҷойгир кардани гармжунак ва гиреҳи гарми термометри ченкунанда парма карда шудаанд, диаметрҳои минималӣ доштанд, то мавҷудияти онҳо ба якрангии майдони ҳарорати ядро таъсир нарасонад. Барои истисно кардани алоқаи электрикӣ термометра ва гармжунаки дохилиро аз корпуси бикалориметрӣ бо

истифода аз нахи ши шагини бо ширеши БФ 2 по шиди-шуда чун карданд. Фарқи ҳарорат дар сарҳади қабати санҷиш ба (1,31-0,65) К баробар аст. Гафсии қабати тадқиқшаванда ва бузургии фарқи ҳарорат дар сарҳади қабати тадқиқшаванда тавре интиҳоб карда шуд, ки дар таҷрибаҳо конвексия вучуд надошта бошад.

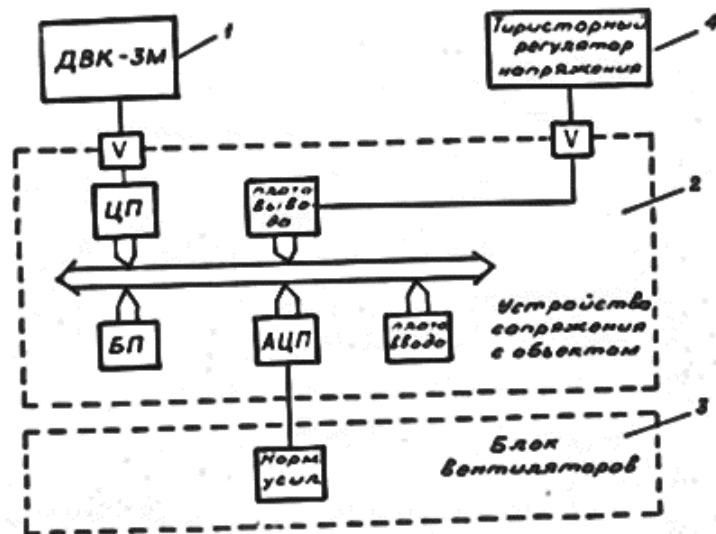
Якҷоя кардани силиндҳо ба воситаи микроскопи «МИР-2» гузаронда шуд. Масофаи байни силиндҳои берунӣ ва дарунӣ бо ду усул бевосита чен кардани диаметри силиндҳо ва микроскоп муайян карда мешавад. Бо ёрии микрометр, ки қимати тақсими он 0,01 мм аст, диаметри силиндри дарунӣ дар се ҷои симметрии гуногун чи аз руи доираи силиндр ва чи аз руи дарозии он муайян карда шудааст.

Диаметри дохилии силиндри берунӣ бо индикатор чен карда шуд, қимати шкалаи асосӣ ба 0,01 мм баробар аст. Барои кам кардани талафоти гармӣ аз руи радиатсия сатҳи силиндҳо сайқал дода, хромпуш карда шуд. Дар рафғи таҷрибаҳо аппарат ба таври амудӣ ҷойгир карда мешавад.

Барои чен кардани коэффитсиенти гармигузаронӣ дар ҳарорати баланд дастгоҳ бо печи электрикӣ таъмин карда шудааст, ки аз се қисм (10, 13, 14) иборат аст. Печи электрикӣ шакли силиндрий дорад, диаметри беруниаш 180 мм ва дарунаш 110 мм аст. Дар сатҳи дарунии ин печ гармкунаки электрикӣ ба шакли спирали сими нихромии диаметраш 1 мм асбест ҳамчун изолятсия истифода мешуд. Печи электрикӣ, ки бо ин роҳ сохта шудааст, ба зуд баланд шудани ҳарорати бикалориметр мусоидат мекунад. Печи электрикӣ аз берун ва аз канораш изолятсия карда шудааст. Печи электрикӣ ба воситаи стабилизатори шиддати қисмҳои алоҳида ба кор андохта шуд. Шиддат бо ёрии вольтметр чен карда мешавад. Набудани градиенти ҳарорат қад-қад ба баландии бикалориметр ба воситаи термопараҳои дифференциалӣ бо галванометри типии ГСП-47 назорат карда мешавад.

Комплекси автомати гармофизикие, ки мо кор карда баромадам, ба бикалориметри силиндрий пайваस्त карда шуда [55, 60] дар расми 2.2 нишон

дода шудааст ва барои гузаронидани тадқиқоти интиқоли гармӣ дар муҳити якхела дар ҳудудии ҳарорат (293 - 773) пешбинӣ шудааст.



Расми 2.2. Схемаи блоки комплекси автомати гармофизикӣ [6],

Комплекс аз компютери интерактивӣ иборат аст (1); дастгоҳҳо барои интерфейс бо объекти USO (2); ба эътидол овардани қувватдиҳандаҳо бо блоки BV (3); блоки тиристорҳо барои танзимгари барқ; дастгоҳҳо барои омӯхтани хосиятҳои гармофизикӣ ва параметрҳои самарабахши гармигузаронӣ

Воситаҳои техникӣ комплекс иҷрои вазифаҳои зеринро таъмин мекунанд:

- қамъоварӣ ва коркарди маълумот дар бораи рафти таҷрибаи гармофизикӣ;
- таҷаккул ва ба терминал баровардани иттилоот ва рақамӣ дар бораи рафти таҷриба ва пешниҳоди он дар шакли графикӣ;
- назорати автомати иҷрокунандаҳо ва нигоҳ доштани шароити муқарраршудаи ҳарорат;
- мубодилаи иттилоот байни насб ва компютер тавассути интерфейси I RPS.

Конфигуратсияи ҳадди ақали комплекс ба имкон медеҳад, ки ворид кунед

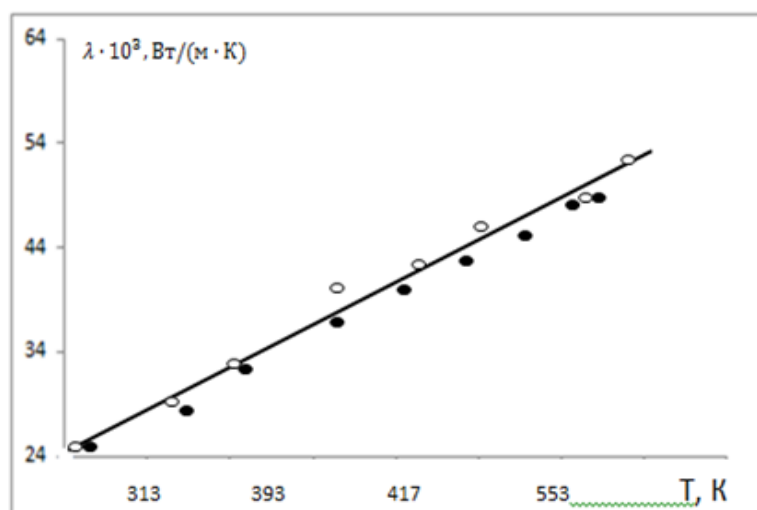
- чор сигнали термпарҳо;

- чаҳор сигнали потенциалии 0 - 5 бо хатогии табдили на бештар аз 0,1 % ва вақти табдили 150 мкс;
- таъкикули ва баровардани сигналҳои зерин;
- 12 сигнали дискретии навъи «коллектори кушод»;
- идоракунии танзимгари барқ то 2 кВг;
- назорати танзимкунандаи барқ то 400 Вт.

Барои санҷидани дурустии таҷрибаҳо бо ҳавои атмосфера ва толуол ченкунии контролӣ гузаронда шудааст.

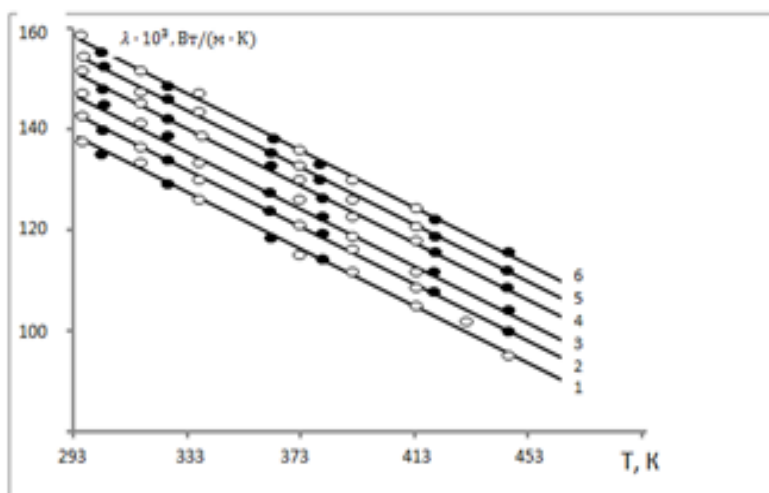
Коэффитсиенти гармигузаронии ҳаво дар фишори атмосферӣ дар ҳудуди ҳарорат аз 293 то 673 К чен карда шудааст. Дастгоҳ инчунин барои такрориченкунии маълумотҳои барои ҳаво гирифта шуда санҷида шудааст. Бо ин мақсад қобилияти гармигузаронии ҳаво дар вақтҳои гуногун ва ғафсии қабати тадқиқ шуда чен карда мешавад.

Қиматҳои таҷрибавии гармигузаронии ҳаво барои як силсила ченакунӣ дар расми 2.3. графикӣ нишон дода шудаанд. Дар ҳамин график маълумот аз [39] низ нишон дода шудааст. Чунон ки аз расми 2.3. дида мешавад, маълумоти таҷрибавӣ оид ба гармигузаронии ҳаво бо маълумоти [39] дар тамоми ҳудуди ҳарорат мувофиқат мекунад.



Расми 2.3. Муқоисаи наҷисаҳои таҷрибавии гармигузаронии ҳаво бо маълумоти адабиёти [39]: о – маълумот аз [39]; ● – наҷисаҳои муаллиф

Дар расми 2.4 қиматҳои бадастомада барои гармигузаронии толуоли моеъ дар доираи ҳарорат (290-544,8) К ва фишр (0,098 - 49,05) МПа бо маълумоти [39] муқоиса карда шуданд



Расми 2.4 Муқоисаи натиҷаҳои таҷрибавии гармигузаронӣ толуол дар ҳарорат ва фишрҳои гуногун бо маълумоти адабиётҳои [2, 39]; ○ – маълумот [2, 39]; ● – натиҷаҳои муаллиф

Чунон ки аз расми 2.3 ва 2.4 дида мешавад, маълумоте, ки дар бораи гармигузаронии ҳаво ва толуол ба даст оварда шудааст, дар доираи ҳатой таҷрибавӣ ба маълумоти дар [40] оварда шуда мувофиқат мекунад.

Ҳисобкунӣҳо нишон доданд, ки ҳатой максималии нисбии маълумоти таҷрибавӣ оид ба гармигузаронии дар сатҳи эътимоди $\alpha = 0,95$ аз 4,2 % зиёд нест.

Боварӣ ҳосил кунед, ки насб натиҷаҳои гармигузаронии ҳаво ва толуолро вобаста ба ҳарорат ва фишр ба таври сифатӣ ва миқдорӣ такрор мекунад, мо ба чен кардани гармии объектҳои мавриди омӯзиш шурӯъ кардем.

Бо истифода аз ин дастгоҳ қобилияти гармигузаронии маҳлулҳои обии эфири диэтил ва баъзе моеъҳои органикии оксиген ва нитрогендор бо иловаи нанозаррача дар доираи ҳарорат (293-573) К ва фишр (0,101-49,01) чен карда шуд. Натиҷаҳои ченкунии гармигузаронӣ адабиётҳои дар [53-78] оварда шудаанд.

2.2 Методикаи ченкунии гармигузаронии маҳлулҳо дар ҳарорат ва фишори гуногун.

Бо клапанҳо (17) ва (19) дар ҳолати пушида маҳлули озмоишаванда ба шиша (18) рехта мешавад. Пас аз он клапанҳо (17) ва (19) кушода мешаванд ва баъди пур кардани бикалориметр бо моеъи санчишӣ клапанҳо баста мешаванд. Пеш аз таҷриба, моеъи дар дастгоҳ бударо то нуқтаи ҷӯшгарм кардан ва клапани фишори баланд (19) кушода газро тоза кардаанд. Пас аз гармкунӣ ҳолати гармии статсионарии моддаи санчишӣ дар ҳарорати таҷрибавӣ муқаррар карда мешавад.

Фишори зарурӣ дар дастгоҳ бо истифодаи манометри навъи МП-2500 тавассути зарфи фишороваранда ба вучуд оварда мешавад. Пас аз он контури гармкунаки дохилии электрикӣ ба қор андохта мешавад ва цилиндҳои даруниро дар давоми 1,5 - 2 дақиқа то ба ҳарорати муайяни зиёдагии ($\sim 2,5^\circ\text{C}$) нисбат ба цилиндри берунӣ гарм мекунанд. Сипас гармкунак хомӯш карда мешавад ва хунуккунии табиӣ цилиндҳои дарунӣ тавассути қабати санчишӣ ба ҳолати мувозинат бо ҳолати беруна ба амал меояд. Дар ин ҳолат вақти сардшавии ядро байни ҳароратҳои муайян чен карда мешавад.

2.3 Мӯдила барои ҳисоб кардани коэффитсиенти гармигузарони дар асоси маълумоти таҷрибавӣ

Формулаи ҳисобкунӣ барои ба даст овардани гармигузаронӣ аз маълумоти ҳолати нав бо ҳолати беруна. Дар ин ҳолат вақти сардшавии ядро байни натиҷаҳои муайяни ҳарорати таҷрибавӣ чен карда мешавад ва шакли зерин дорад [10, 15]:

$$\lambda = \frac{R_1^2 C^1 m \gamma \ln R_2 / R_1}{2B_{\text{ц}}}, \quad \text{Вт/(м К)} \quad (2.1)$$

ки дар он C_m , C , R , γ - гармиғунҷоиш умумӣ ва хос, радиус, зичии маводи цилиндри ченкунанда; R - радиуси дохилии цилиндри берунӣ; C - гармиғун-

ҷоиши қабати моддаи тадқиқшаванда; m - темпи хунуқшавии мунтазам, ки бо формулаи [10, 15] муайян карда мешавад

ки дар он Θ ва Θ фарқи ҳарорат дар сарҳади қабати тадқиқшаванда дар аввали t_1 ва охири t_2 мешаванд; N ва N инчунин фарқияти ҳарорат мешаванд, ки бо шумораи тақсимоат дар ҷадвали галванометр ифода карда мешаванд. Ин натиҷаҳо ба воситаи компютер дар ҳолати корӣ аз ҷадвал сабт карда мешаванд.

Барои қабати омӯхташуда бо ғафсии 0,55 мм миқдорҳои ба муодилаи (2.1) дохилшуда дорой чунин натиҷаҳо мешаванд:

$$K_{\text{т}} = 0,971; \quad Ж = 4,4992; \quad B_{\text{т}} = 0,933.$$

Барои ғафсии қабати тадқиқшаванда $\delta = 0,356$ мм формулаи ҳисобкуни (2.2) чунин шакл дорад:

$$\lambda = 0,0182 \cdot C_{\text{т}} \quad (2.3)$$

Барои ғафсии қабати тадқиқшаванда $\delta = 0,556$ мм формулаи ҳисобкуни (2.1) чунин шаклро мегирад:

$$\lambda = 0,0344 \cdot C_{\text{т}} \quad (2.4)$$

Ҳангоми ҳисоб кардани коэффитсиенти гармигузаронӣ бо истифода аз муодилаи (2.1) як қатор ислоҳҳо ворид карда мешаванд, ки онҳо алоҳида баррасӣ карда шудаанд.

Ҳангоми чен кардани коэффитсиенти гармигузаронӣ ва зичии маҳлулҳои омӯхташуда ислоҳоти гуногун ҳисоб карда шуданд, аз ҷумла

- Ислоҳоти ҷойгиршавии гиреҳҳои термopараҳои дифференсиали;
- Ислоҳо барои гарм кардани силиндри берунӣ [1];
- Ислоҳо тағйироти андозаҳои геометрии бикалориметр бо тағйир ёфтани ҳарорат;
- Ислоҳо тағйироти андозаҳои геометрии бикалориметр бо тағйирёбии фишр [79, 81];
- Ислоҳоти гармигузаронии тавассути радиатсионӣ [19, 81, 83, 98];

- Дар бораи риояи шартҳои сарҳадии назарияи речаи гармии мунтазам хангоми гузаронидани таҷриба;
- Ислоҳоти дастгоҳ барои набудани конвексия [19].

Аз ин бармеояд, ки ба муодилаи ҳисобкуни ислоҳ кардан лозим аст, то ки тағйирёбии андозаҳои геометрии дастгоҳ бо тағйири ҳарорат характеристика карда шавад. Ин ислоҳ чунин аст:

ки α – коэффитсиенти васеъшавии ҳаттии металлҳо, цилиндрҳои берунӣ ва дохилӣ; $t_{ген}$ ҳарорати таҷриба; $20^\circ C$ ҳароратест, ки дар он андозаҳои бикалориметр чен карда мешаванд

Тағйирёбии андозаҳои геометрии бикалориметри цилиндрии моро бо тағйирёбии ҳарорат ҳисоб кунем

Дар ҳарорати $293 K$ ($R_2 - R_1$) / $F = 0,0601$. Мувофиқи ин маълумотҳо ислоҳ $0,62$ фоизро ташкил медиҳад. Азбаски бикалориметри цилиндрий хангоми ченкунӣ то $49,01 MPa$ фишор қарор дошт, барои тағйир додани андозаҳои геометрии бикалориметр бо фишор бояд ислоҳот ворид карда шавад

Ҷойивазкунии радиалии сатҳи дарунии цилиндр муайян карда мешавад [90]:

$$\text{ки } P = 490 \cdot 10^5 \text{ Па; } k = r_1 / r_2 = 9,05 / 55 = 0,165;$$

Мувофиқи ин маълумотҳо, ҷойивазкунии радиалӣ дар сатҳи дохилии цилиндрҳо чунин хоҳад буд

Ҳа мин тавр, агар дар сатҳи дарунии силиндраи ковок фишори 49,01 МПа ба вучуд ояд, радиуси дохилии он ҳамагӣ 0,054 фоиз тағйир меёбад. Дар фишори камтар аз 49,01 МПа, тағирот ночиз аст.

2.3.1. Ислоҳот барои интиқоли гармӣ тавассути радиатсия

Ҳангоми ҳисоб кардани коэффисиенти гармигузарони бояд қисми гармие, ки тавассути радиатсия интиқол дода мешавад, ба назар гирифта шавад. Ислоҳ барои гармигузаронии $\lambda_{\text{рад}}$ байни ду сатҳи цилиндри бо радиусҳои R_1 ва R_2 , аз ҳисоби гармигузаронии радиатсионӣ, бо ифодаи зерин муайян карда мешавад:

$$\lambda_{\text{луч}} = \alpha_{\text{луч}} (R_2 - R_1), \quad (2.7)$$

ки $\alpha_{\text{рад}}$ коэффисиенти гармигузаронии радиатсионӣ мешавад, ки бо чунин муодила муайян карда мешавад:

$$(2.8)$$

Дар ин ҷо

Дар ин ифода, F_1 ва F_2 сатҳи майдони гармидиҳанда буда, қабати моддаи тадқиқ шавандаро маҳдуд мекунад ва мутаносибан ба $90,8 \cdot 10^{-4}$ ва $1,33 \cdot 10^{-4}$ м² баробаранд; ϵ_1 ва ϵ_2 – дараҷаи нурафкани.

Барои дастгоҳи мо дар ҳарорати $T = 500 \text{ K}$, $\epsilon_1 = \epsilon_2 \approx 0,07$.

Акнун биед $\alpha_{\text{рад}}$ -ро дар ҳарорати 500 K ҳисоб кунем

Аз формулаи (2.7) қимати $\lambda_{\text{рад}}$ -ро меёбем

Қимати λ эфери диэтилии газӣ дар $T=500 \text{ K}$ ба $\lambda=37,6 \cdot 10^{-3}$, Вт/(м К) баробар сиенти гармигузаронии эфери диэтилий, мо ислоҳи $\lambda_{\text{рад}}$ -ро ба назар

гирифтем сиенти гармигузаронии эфири диэтилӣ, мо ислоҳи $\lambda_{\text{рад}}$ -ро ба назар гирифтем

Спектрҳои ИК - спекторҳои ба даст оварда шудаи эфирҳои моеъ (атсетатҳо ва пропионатҳо) дар [83, 84] нишон доданд, ки интенсивнокии аксари бандҳо аз 60% зиёд аст, бинобар ин моеъҳои мавриди назарро метавон ҳамчун интенсивнокиаш баланд тасниф кард. Минбаъд, чӯзӣ радиатсионӣ дар гармигузаронии $\lambda_{\text{рад}}$ -и эфири диэтилӣ дар ҳудуди ҳарорат (300 - 500) К ҳисоб карда шуд. Қимати $\lambda_{\text{рад}}$ барои эфири диэтили газӣ дар ҳарорати додашуда аз 0,00064 то 0,0027 Вт/(м²К) тағйир ёфт. Дар ҳадди ишғилоҳ дар муайянкунии таҷрибавии арзиши гармигузаронӣ мебошад. Барои дигар арзишҳои гармидиҳии самараноки эфири диэтил, арзиши $\lambda_{\text{рад}}$ тақрибан якхела аст.

Тадқиқоти Х Пьлц, Л П Филиппова ва О А Сергеев [41, 82, 85, 86, 87] нишон доданд, ки бузургии таъсири радиатсионӣ дар қабати геометрияи цилиндри нисбат ба қабати ҳамвор хеле паст аст. Азбаски маҳлулҳои тадқиқкардаи мо нурҳои инфрасурхро хеле ҷалб мекунанд, ҳангоми чен кардани гармигузаронии эфири диэтил λ таъсири ҷуоъҳои ба назар гирифта на шудааст.

2.3.2. Оиди риояи шартҳои канонии назарияи речай муқаррарӣ ҳангоми гузаронидани таҷриба

Ҳангоми ба даст овардани муодилаи асосии конструкцияи бикалориметр барои ҳисоб кардани коэффитсиенти гармигузаронии моеъҳо ва газҳо тахмин карда шуд, ки ҳарорати муҳити атроф дар давоми таҷриба доимӣ боқӣ ме монад. Аммо вақте, ки ченкунӣ дар ҳарорати баланд ва фишори баланд гузаронида мешавад, дар вақти таҷриба баъзе тағйироти он мушоҳида мешавад. Тағйир додани ҳарорати муҳит речай хунукшавии ядроӣ бикалориметрро, ки бевосита ба суръати хунукшавӣ таъсир мерасонад, ё метезонад ё суст мекунад, аввалин бор профессор М Ф Казанский дар адабиёти [90] дида баромадааст. Вай асбоби дақиқии назорати ҳароратро истифода бурда, суръати

хунуккуниро қариб доимӣ нигоҳ доштааст. Минбаъдан ман ҳарорати термостатро тағир додам ва дар давоми таҷриба ҳарорати маводро тағир додам. Вай робитаи байни мушҳида ва арзиши ҳақиқии суръатро муқаррар кард, формулаи эмпирикии зеринро истифода мебарад:

ки дар он, $\Delta\theta_t$, $\Delta\theta_v$ - тағйирёбии ҳарорати термостат ва бикалориметр ҳангоми бақайдгирии суръат; K - қимати доимӣ ба $6,1 \text{ соат}^{-1}$ баробар аст.

М. Ф. Казанский нишон дод, ки тағйирёбии ҳарорати термостат ба $0,01^\circ \text{C}$ боиси хатогии суръати 1% мегардад.

И. Ф. Голубев [15] мутаносиби соддатарин байни арзиши аслии суръати хунукшавиро дар шакли зерин ба даст овард:

Адабиётҳо [22, 79] ифодаи ислоҳи суръати хунукшавии бикалориметрро пешниҳод мекунанд:

ки дар он, Δ тағйирёбии ҳарорати муҳит ҳангоми таҷриба.

Ҳангоми ченкунии мо дар бикалориметри цилиндрий ислоҳоти зеринро истифода бурдем (2.13).

2.3.3 Санҷиши дастгоҳ барои набудани конвексия

Ҳангоми муайян кардани гармигузаронии моеъ ва маҳлул масъалаи барҳам додани гармии конвективӣ аҳамияти калон дорад.

Таъсири конвексия бо қимати ҳосили критерияҳои Грасгоф ва Прандтл ($G \cdot Pr$) муайян карда мешавад [22]. Омӯзиши муфассали таъсири конвексия ба гармигузаронии моеъҳо Н. Крауссолзро [82] ба чунин хулоса омад, ки ҳангоми $G \cdot Pr \geq 1000$ будан конвексия интиқоли гармро ба амал меояд.

Набудани конвексия дар ченакҳои мо тавассути ҳисоб кардани критерияҳои Grashof ва Prandtl тасдиқ карда шудааст:

ки δ , β – ғафсӣ ва коэффисиенти васеъшавии ҳаҷмии қабати моеъ, маҳлул ё гази тадқиқшаванда; g – шитоби озодгарини ҷисм; ΔT – фарқияти ҳарорати байни сатҳи гарм ва хунук; ν – коэффитсиенти часпакии кинематикӣ; ρ – зичӣ; C_p – гармиғунҷоиши хос дар фишори доимӣ; λ – коэффитсиенти гармигузарони (Параметрҳои часпакӣ ва хосиятҳои тегармофизикӣ аз маълумотномаҳо ва мақолаҳо гирифта шудаанд) [2, 7, 10, 13, 14, 52].

Р. В. Шингарев ҳангоми муайян кардани коэффитсиенти гармигузаронии газҳои табиӣ бо усули гармии мунтазам муайян намуд, ки барои холигии силиндрӣ беруна ($\delta = 0,4$ мм) гармии конвективи дар $Gr \cdot Pr \geq 2500$ ба амал меояд. Ӯ критерия ($Gr \cdot Pr$) барои маводи тадқиқоти ҳисоб кардем) барои толуол ва бензол, алалхусус толуоли моеъ, дар зер оварда шудаанд.

Барои ҳисоб кардани критерияи ($Gr \cdot Pr$), маълумоти ибтидоӣ барои толуол ва эфири диэтил аз адабиёҳои [9-11] гирифта шудааст:

Барои толуоли моеъ

$$T = 463 \text{ К}; P = 0,101 \text{ МПа}; \delta = 0,55 \text{ мм}; \Delta T = 1,31 \text{ К}; \beta = 1,38 \cdot 10^{-5} \text{ 1/К}$$

$$g = 9,81 \text{ м/с}^2; C_p = 4580 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$$

$$\lambda = 81,7 \cdot 10^3 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)} = 0,0817 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)};$$

Ба гуфтаи Р. В. Шингарев [92], агар натиҷаҳои ҳисобкунии критерияҳои Грасгоф ва Прандтл ($Gr \cdot Pr$) ба шарт $Gr \cdot Pr \geq 2500$ мувофиқат кунанд, гармӣ дар ин ҳолат тавассути конвексия мегузарад. Ҳамин тавр, дар шароити мо ҳангоми чен кардани коэффитсиенти гармигузаронии моддаҳо дар бикалори-

метри силиндрии зарурати муайян кардани гармигузаронии конвективи ба миён омад. Минбаъд, мо интиқоли гармии конвективиро дар нуқтаи муҳим барои эфири диэтили моеъ ҳисоб кардем

Барои ин критерияҳои Грасгоф ва Прандтл ($Gr \cdot Pr = 21636,63$), аз ин рӯ, ҳангоми муайян кардани коэффитсиенти гармигузаронии эфири диэтили моеъ ҳам дар шакли тоза ва ҳам бо илова кардани нанозаррачаҳои карбони, мо интиқоли гармии конвективиро ба назар гирифтаем

Барои ҳисоб кардани интиқоли гармии конвективӣ дар ҳудуди ҳароратҳои гуногун барои эфири диэтил, натиҷаҳои зеринро дар ифода ($Gr \cdot Pr$) дохилшуда истифода шудаанд. Арзишҳо барои хосиятҳои гармофизикӣ аз маълумотномаҳои Н.Б. Варгафтик, Кей Лэби ва дигарон гирифта шудаанд.

Маълумоти ибтидоӣ барои ҳисоб кардани гармии конвективӣ ҳангоми чен кардани гармии эфири диэтил дар нуқтаи критикӣ дар шакли чадвал оварда шудааст.

Чадвали 2.1 - Маълумотҳо барои ҳисобкунии критерия Грасгоф ва Прандтл

№	Номи гуӣ	Қимати хосиятҳои физикӣ-химиевӣи эфири диэтил	Ишораҳо
1	Фишори критикӣ, МПа	3,86	$P_{кр}$
2	Ҳарорати критикӣ, К	466,6	$T_{кр}$
3	Зичӣ, кг/м ³	392	ρ
4	Часпакии динамикӣ, Пас.	$58,8 \cdot 10^{-6}$	η
5	Коэффисиенти гармигузаронӣ, Вт/(м·К)	0,0817	λ
6	Коэффисиенти часпакии кинематикӣ, м ² /с	$0,1522 \cdot 10^{-6}$	ν
7	Коэффисиенти васеъшавии ҳатӣ, 1/К	$18 \cdot 10^{-3}$	α

Давоми ҷадвали 2.1			
8	Коэффисиенти васеъшавии ҳаҷмӣ, $1/K$	$54 \cdot 10^{-3}$	β
9	Гармиғунҷоиши хос, C_p (кг·К)	4580	C_p
10	Фосилаи байни цилиндраи беруна ва ядрои бикалориметр, мм	0,56	δ
Қимати ададии критерияи Грасгоф			5361,24
Қимати ададии критерияи Прандтля			$5,091 \cdot 10^{-7}$
Қимати ададии критерияи Грасгоф ва Прандтл, натиҷаҳои интиқоли гармии конвективӣ дар нуктаи критикӣ			0,00273

Барои эфери диэтил дар нуктаи критикӣ қимати ададии критерияи Грасгоф

Қимати адади критерияи Прандтл барои эфери диэтил дар нуктаи критикӣ

Натиҷаҳои ҳисоб кардани маҳсули критерияҳои Грасгоф ва Прандтл барои муайян кардани тағйирёбии коэффитсиенти гармигузаронии эфери диэтил дар нуктаи критикӣ нишон дод, ки таъсири гармигузаронии конвективи чандон зиёд нест. Азбаски интиқоли гармии конвективӣ арзиши нозирдорад [$(Gr \cdot Pr) = 0,00273$], бинобар ин, ҳангоми ҳисоб кардани гармии самараноки эфери диэтил дар нуктаи критикӣ, мо таъсири конвексияро ба назар нагирифтаем

Барои ҳаво бо ғафсии қабати мавриди омӯзиш $\delta = 0,36$ маҳсулот ($G \cdot Pr = 7,23$) аст. Набудани интиқоли гармии конвективӣ дар таҷрибаҳо тавассути ченакҳо дар натиҷаҳои гуногуни фарқияти ҳарорат байни сатҳҳои гармидиҳӣ, назорат карда шуд. Дар баробари ин, таҷрибаҳо, ки дар як шароит гузаронида шудаанд, яхела қиматҳои гармигузарониро ба даст овардаанд.

2.4 Ҳисоб кардани хатои ченкунии гармигузаронӣ бо усули бикалориметри силиндрӣи речаи гармии мунтазам

Ҳангоми ҳисоб кардани хатогии коэффитсиенти гармигузаранда, мо аз сарчашмаҳо истифода бурдем [6, 9, 10, 15, 16, 19, 24, 25, 29, 30, 35, 36, 38, 39, 41, 52, 78, 84, 95, 106 - 108, 113, 114].

Миёнаи арифметикий (миёнаи намунавӣ) натиҷаҳои мушоҳида бо формулаи зерин муайян карда мешавад:

ки n – шумораи мушоҳидаҳо; X_i – натиҷаи i – ӯн андозагирӣ.

Қиматҳои мутлақи S ва нисбии $S_{\text{нисби}}$ аз хатоги бо квадрати намунаи натиҷаи як мушоҳида бо формулаҳои зерин муайян карда шудаанд:

Қимати мутлақ ва нисбии хатогии ченкунӣ стандартӣ натиҷаи як қатор мушоҳидаҳо бо формулаҳои зерин ҳисоб карда мешавад:

$$S_{\bar{X}} = \frac{S}{\sqrt{n}}, \quad (2.18)$$

$$S_{\bar{X}_{\text{омн.}}} = \frac{S_{\bar{y}}}{\bar{y}} \cdot 100\% \quad (2.19)$$

Ҳудуди бовариноки хатогии тасодуфӣ натиҷаи андозагирӣ $\Delta X_{\text{л}}$ бо формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$\Delta X_{\text{л}} = S_{\bar{X}} \cdot t_{n-1, 1-\alpha/2}, \quad (2.20)$$

ки $\varepsilon = 1 - \alpha$ α эҳтимолияти эътимоднок аст, ки ба 0,95 баробар аст.

Барои ҳисоб кардани ҳудуди эътимодноки хатогии систематикӣ истиснона шудаи натиҷаи андозагирӣ Θ формула истифода шудааст:

$$\Theta = K \sqrt{\sum_{j=1}^m \theta_j^2}, \quad (2.21)$$

ки θ_j сарҳади j – он чузъе, ки хатогии систематикиро истисно намекунад;

Коэффитсиентест, ки аз r ӯи сатҳи боварии қабулшуда муайян карда мешавад ва дар $\alpha = 0,95$ арзиши 1,1-ро мегирад.

Маҳдудияти боварии хатогии натиҷаи андозагирӣ бо формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$\Delta = t_{\Sigma} S_{\Sigma}. \quad (2.22)$$

Коэффисенти вобаста ба таносуби хатогихои тасодуфӣ ва истиснонашуда t_{Σ} бо формулаи зерин муайян карда мешавад:

Коэффитсиенти Студент ки он, вобастагии ба эҳтимолияти боварии интихобшуда α ва шумораи мушоҳидаҳо n – вобастаги дорад:

Сумма хатогии систематикӣ ва тасодуфӣ истиснонашуда S_{Σ} бо формулаи (2.24) ҳисоб карда мешавад:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_x^2 + S_v^2}, \quad (2.24)$$

Дар ин $S_v^2 = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^m \Theta_j^2$ хатогии стандартӣ, хатогихои систематанок истисно карда намешавад.

Ҳудуди бовариноки хатогии натиҷаи ченкунии ғайримустақими миқдор, ки функсияи $y = F(y_1, y_2, \dots, y_n)$ дар $\alpha = 0,95$ аст, бо истифода аз формула ҳисоб карда мешавад:

ки $\Delta y_1, \Delta y_2, \dots, \Delta y_n$ – ҳудуди боварии хатогии натиҷаҳои андозагирии миқдорҳои y_1, y_2, \dots, y_n .

Худуди эътимоди хатогии андозагирӣ дар шакли нисбӣ бо формулаи зерин муайян карда ме шавад:

$$\sigma = \frac{\Delta X}{X} \cdot 100\% \quad (2.26)$$

Мувофиқи муодилаи (2.28) ҳадди боварии хатогии натиҷаҳои ченкунии гармигузарони аз ифодаи зерин ҳисоб менамоянд:

$$\Delta\lambda = \sqrt{\left(\frac{\partial\lambda}{\partial C^1}\right)^2 (\Delta C^1)^2 + \left(\frac{\partial\lambda}{\partial \gamma}\right)^2 (\Delta\gamma)^2 + \left(\frac{\partial\lambda}{\partial m}\right)^2 (\Delta m)^2 + \left(\frac{\partial\lambda}{\partial C}\right)^2 (\Delta C)^2 + \left(\frac{\partial\lambda}{\partial C_m}\right)^2 (\Delta C_m)^2 + \left(\frac{\partial\lambda}{\partial R_1}\right)^2 (\Delta R_1)^2 + \left(\frac{\partial\lambda}{\partial R_2}\right)^2 (\Delta R_2)^2} \quad (2.27)$$

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

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

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

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

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

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

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

Хатогии методи ченкунии ҳарорат мувофиқи [1, 6, 15, 25, 38, 52, 78-82, 95-108] ҳисоб карда шуд ва мо инчунин ҳангоми чен кардани қувваи электроҳаракатдиҳандаи (ҚЭХ) термопара бо потенсиометр.

Ҳисоб кардани хатогҳои методи ва асбобиро дида бароем

Хатогии методи $\Delta t(x)$ аз ду қисм иборат аст:

$$\Delta t(x) = t_e(x) - t_a(x) = \Delta L(x) + \Delta B(x), \quad (2.28)$$

ки дар он $t_0(x)$, $t_e(x)$ ҳарорати воқеӣ ва ченшудаи ҷисм дар масофаи x мебошанд.

Аз муодилаи (2.28) ҷузъи якум $\Delta L(x)$ ба чуқурии гудохтани термпари L ва фарқияти ҳарорати t_{II} ва t_{B} сатҳи ҷисм ва муҳит вобаста буда, дуҷумӣ бо ҳарорат муайян карда мешавад. Градиент дар ҷисми мавриди омӯзиш қароргирифта.

Барои бикалориметри силиндрики мо метавонем $\Delta B(x) = 0$ -ро фарз кунем

Барои тахмин кардани ҷузъи аввал, шумо метавонед муодилаи зеринро истифода баред:

$$\Delta_L(x) = -\frac{t_{II} - t_B}{1 + F} \cdot \frac{\theta ch\theta(1 - \beta) + \xi Sh\theta(1 - \rho)}{\theta ch\theta + \xi_3 Sh\theta}, \quad (2.29)$$

Аз ин ҷо

$$\theta = \beta L; \beta = \sqrt{\frac{K}{\vartheta^S}}; K \approx \left(\frac{1}{\alpha_0} + \frac{h_3}{\lambda_3} + \frac{R}{4\lambda_{\text{ЭП}}} \right)^{-1}; \xi_3 = \frac{K_3 L}{\lambda_3}; \rho = \frac{\theta}{L}; \alpha = \frac{\lambda_0}{R};$$

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

Дар ин ҷо λ_0 , λ_e , λ_{ep} , λ_z мутаносибан гармигузаронии маводи калориметрӣ, маводи термпара дар самғи амудӣ ва кундалангӣ ва (ҳаво) мебошанд; L - қисми барҷастаи термпара, ки дар муодилаи гармии радиатсионӣ, конвективӣ бо муҳити атроф ҷойгир аст; h_3 ғафсии самарабахши фосилаи байни нӯғҳои термпара ва девори канали силиндри; R , ρ , S - радиус, периметр ва масоҳати буриши нӯғҳои термпара.

Қиматҳои ададии ин нишондиҳандаҳо чунинанд:

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

$$\lambda_z = 0,049 \text{ Вт / (м К)}; \lambda_{ep} = \lambda_e = 23 \text{ Вт / (м К)}; P = 1,88 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

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

Ин маълумотҳоро ба муодилаҳои (2.28) ва (2.29) гузошта, мо ҳосил менамоем

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

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

Хатогии нисбии ченкунии хароратро дар 400°C муайян кунем

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

Ҳангоми чен кардани ҚЭҲ и термопара бо потенциометр хатои инструменталӣ, яъне ҳудуди хатои асосии иҷозатдода шуда аз рӯи ифода муайян карда мешавад:

$$\Delta U = \pm (50 U + 0,04) \cdot 10^6 \text{ В}$$

ки дар он U нишондодҳои потенциометр мешавад.

Барои потенциометре, ки мо истифода бурдем, $\sigma_{иср} = \pm 0,01\%$

Ҳадди хатогии асосӣ дар вақти ченкунии шиддат аз тарафи автокомпенсатори потенциометр $\sigma_{ак} = 1\%$ мешавад.

Ҳа мин тариқ, ҳадди умумии хатогии асосии иҷозатдода шудаи потенциометр (σ_u) ба:

$$\sigma_u = \sigma_{иср} + \sigma_{ак} = 0,01\% + 1,0\% = 1,01\%$$

Маълумоти зарурӣ барои баҳодиҳии миқдории хатогии гармигузаронӣ бо усули бикалориметри силиндрии речаи гармидиҳии мунтазам дар ҷадвали 2.1 оварда шудааст.

Ҷадвали 2.1 - Маълумотҳо барои арзёбии миқдории хатогии боварии дар ченкунии гармигузаронӣ

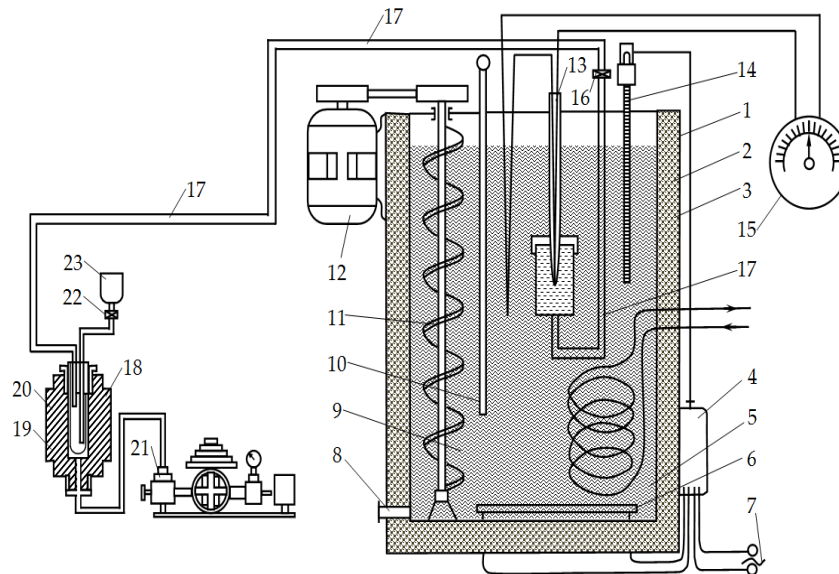
№	Қимати	Ном
1	Диаметри ядрои бикалориметри d , м	$1,72 \cdot 10^2$
2	Хатогии дар муайян кардани радиуси ядро (микрометр) Δd , м	$5 \cdot 10^5$
3	Диаметри дохилии бикалориметр d_2 , м	$1,81 \cdot 10^2$
4	Хатоги ҳангоми муайян кардани диаметри бикалориметр Δd_2 , м (индикатори ченаки НИ-50 А)	$5 \cdot 10^5$
5	Дарозии ядрои бикалориметр L , м	$17 \cdot 10^2$
6	Хатоги дар муайян кардани дарозии ядро ΔL , м	$1 \cdot 10^3$

Давоми ҷадвали 2.1		
7	Гармиғунҷоиши хоси маводи ченкунӣ силиндраи G_p, Ψ (кг·К)	391
8	Хатоғӣ дар муайян кардани гармиғунҷоиши хоси силиндри ченкунанда $\Delta G_{\text{ядро}}, \Psi$ (кг·К)	4,5
9	Гармиғунҷоиши ядро (силиндри ченкунанда) G, Ψ (кг·К)	172,0
10	Хатоғӣ ҳангоми муайян кардани гармиғунҷоиши (силиндри ченкунӣ) $\Delta G, \Psi$ К	4,2
11	Гармиғунҷоиши умуми қабати тадқиқшуда $G_{\text{эл}}, \Psi$ К	0,34
12	Хатоғӣ дар муайян кардани гармиғунҷоиши қабати тадқиқшаванда $\Delta G_k, \Psi$ К	0,03
13	Вақти хунукшавӣ $\tau, \text{с}$	35
14	Хатоғӣ дар муайян кардани вақти хунуккунӣ $\Delta \tau, \text{С}$	0,2
15	Массаи ядро G кг	0,44
16	Хатоги дар ченкунии массаи ядра $\Delta G, \text{кг}$	$1 \cdot 10^{-4}$
17	Массаи маводи тадқиқшаванда G кг	0,004
18	Хатоғӣ ҳангоми муайян кардани массаи маводи тадқиқоти ΔG кг	$1 \cdot 10^{-4}$
19	Коэффитсиенти K	0,974
20	Хатоги дар муайян кардани коэффисиенти ΔK	0,03
21	Критерияи J	15,2
22	Хатоги дар муайян кардани критерияи ΔJ	0,05
23	Зичии маводи силиндраи ченкунанда $\gamma, \text{кг/м}^3$	8590
24	Хатоғӣ ҳангоми муайян кардани зичии маводи силиндраи ченкунанда $\Delta \gamma, \text{кг/м}^3$	25
25	Темпи хунукшави мунтазам $\dot{m} \text{ л/с}$	$14,7 \cdot 10^{-3}$
26	Хатоғӣ дар муайян кардани теми хунукшавии мунтазам $\Delta \dot{m} \text{ л/с}$	$0,6 \cdot 10^{-3}$
27	Фишори таҷриба $P, \text{МПа}$ (манометри фишори поршенӣ, навъи MP - 2500)	49,05

Давоми ҷадвали 2.1		
28	Хатогии ченкунии фишор ΔP , МПа	0,005
29	Коэффитсиенти гармигузаронии толуол λ , Вт / (м К)	0,132
30	Худуди эътимоднокии хатоги дар шакли нисбӣ дар $\alpha = 0,95$, %	1,2
31	Хатогии методӣ, %	1,2
32	Хатогии инструменталӣ, %	1,8
33	Хатогии умумии нисбии ченкунии гармигузаронӣ бо ин усул, %	4,2

2.5. Дастгоҳи таҷрибавӣ барои ченкунии коэффисиенти ҳароратгузаронии моеъҳо дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун (Патенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, муаллифон М.М. Сафаров ва дигарон, №292, 2010. - 7 с.)

Барои чен кардани ҳароратгузаронии маҳлулҳо ва баъзе моеъҳои органикии дорои нитроген эфири диэтил бо иловаи нанозаррачаҳо (НЯК) дар худуди ҳарорат (293-573) К ва фишор (0,101-49,01) МПа дастгоҳи таҷрибавӣ истифода шуд, бо истифода аз усули речаи гармидиҳии мунтазам [6, 10, 24, 35, 39, 40, 52, 53, 74-77]. (ниг. расми 2.5) асосан аз зарфи цилиндрий (1) иборат аст, ки дар дохили зарфи берунӣ (3) ҷойгир карда шуда, бо моеъи термостатикӣ (9) пур карда шудааст, ки дар муҳити он акалориметр (13) гузошта шудааст. Зарфҳо бо изолятор (2) ҷудо карда мешаванд. Дар дастгоҳ инчунин як система (5) барои хунуккунӣ мавҷуд аст; гармжунак (6) барои гарм кардан ва ченкунии ҳарорати озмоиш релеи гармидиҳӣ (7) барои муҳофизат аз гармшавии аз ҳад зиёд; клапан (8) барои холӣ кардани моеъи термостатикӣ; термометр (10) барои ченкунии ҳарорат; миксер (11) барои омехта кардани моеъ ва баробар кардани градиенти ҳарорат; муҳарриқи электрикӣ (12) барои ҷарх задани шнек; ҳароратсанҷи тамос (14) барои муқаррар кардани ҳарорати таҷриба; галванометр (15); манбаи ҷараён (4).



Расми 2.5 *Диagramмаи васлкунӣ барои муайян кардани коэффисиенти ҳарорагузаронӣ дар парамеҷҳои ҳолати баланд: 1 – зарфи цилиндрий; 2 – изолятсия; 3 – зарфи беруна; 4 – шабакаи барқ; 5 – система барои хунуккунӣ; 6 – гармунак; 7 – релеи гармидиҳӣ; 9 – моеъи термостагӣ; 10 – ҳарорасанҷ; 11 – миксер винт; 12 – муҳарриқи барқӣ; 13 – акалоримеҷ; 14 – ҳароратсанҷи тмосӣ; 15 – галваномеҷ; 8, 16, 22 – клапанҳо; 17 – найчаи металлӣ зангногир; 18, зарфи 19 – зарфи фишуроваранда; 20 – ҳалти полиэтиленӣ; 21 – фишורי пориени ченкунандаи бардор МП-2500; 23 – зарфи металлӣ барои пур кардани моеъҳо ё маҳлулҳои озмудашиванда*

Барои ба вуҷуд овардани фишורי моеъ, дастгоҳ бо зарфи фишуроваранда (18) ва манометри фишурдаи МП - 2500 (21) мучаҳҳаз аст. Зарфи фишуроваранда (18) ва акалоримеҷ (13) бо найчаҳои аз пулоди зангногир (17) бо ҳам пайваست карда шудаанд. Барои гузарондани таҷриба инчунин сониясанҷ лозим аст.

Барои чен кардани ҳарорати акалоримеҷ термопарии дифференциалии хромел-алюмели диаметраш 0,15 мм, ки нугҳои он ба галваномеҷ (15) пайваست карда шудаанд, истифода бурдем. Нуқтаи сарди термопарии дифферен-

сиалӣ дар моеъи термостатикӣ ва нӯги гарми он дар маркази акалориметр [13, 74, 75] (Патенти Ҷумҳурии Тоҷикистон №292, 2010. - 7 с.).

2.6 Методи ченкунии ҳароратгузарони маҳлуло ва моеъҳо дар ҳарорат ва фишрҳои гуногун

Бо клапанҳо (15) ва (22) дар ҳолати пушида моеъи тадқиқотиро ба ёрии зарфи (23) рехта мешавад, баъд клапанҳо (22) ва (16) хангоми пур кардани акалориметр бо моеъи тадқиқоти кушода ва баста мешаванд.

Пеш аз таҷриба, моеъҳои дар дастгоҳ бударо бо роҳи гарм кардани дастгоҳи пур аз моеъи санҷишӣ то нуктаи ҷӯшидани клапани фишורי баланд (23) аз газ тоза карданд. Пас аз гармкунӣ, дар ҳарорати таҷриба ҳолати гармии статсионарӣ муқаррар карда мешавад. Санҷиши фишורי поршени бо манометри термопарӣ МП-2500 ба воситаи зарфи фишурда заруриро дар дастгоҳ ба вуҷуд овард. Баъд акалориметрро бо материали тадқиқшаванда ва термопарӣ дар он гузошта шуда то ҳарорати муайян гарм карда, ба термостат меандозанд ва тағйирёбии ҳарорат дар давраи муқаррар намудани речаи муқаррарӣ мушоҳида карда мешавад. Агар қисм дар муҳити ҳарорати доимӣ хунук карда шавад, ба қарте ки коэффитсиенти гармидиҳӣ аз рӯи қимати кофӣ калон бошад, он гоҳ дар давраи речаи муқаррарӣ графיקи хунукшавии қисм (дар координатҳои нимлогарифмӣ: $\ln(\Delta T) - f(\Delta t)$) пайдо мешавад) ҳамчун хатти рост тасвир шудааст. Бо истифода аз ин графיק, шумо метавонед меъёри хунуккуниро m мувофиқи таносуби [15, 19, 29, 49, 50, 54, 85, 89-91, 107] пайдо кунед.

ки дар ин ҷо, ΔT фарқи байни ҳарорат дар ягон нуктаи маводи озмоиши ва ҳарорати доимии муҳити (моеъи термостатикӣ) мешавад; Δt – вақти хунукшавӣ.

Схемаи дастгоҳ дар расми 2.5. нишон дода шудааст. К. М. Калоров [107, 108] барои муайян кардани коэффитсиенти ҳароратгузаронии маҳсулоти

ширї ва хамираи помидор истифода шудааст [107, 108]. Дастгоҳи Калоров К М Онро мо модернизатсия кардем, яъне дастгоҳи пешниҳодкардаи мо имкон медиҳад, ки ҳароратгузаронии наномоеъҳо, маҳлулҳо дар ҳарорату фишорҳои гуногун чен карда шаванд.

Ҳароратгузарони бо усули ду нуқта бо формулаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$a = \Phi m, \text{ м}^2/\text{с} \quad (2.31)$$

ки дар он m - темпи хунукшавӣ, $1/\text{с}$ аз рӯи формулаи гармигузаронӣ муайян карда мешавад; Φ - қиматест, ки шакл ва андозаи акалиметрро ба назар мегирад [12, 107]:

$$\Phi = \frac{1}{\left(\frac{2,405}{R}\right)^2 + \left(\frac{\pi}{l}\right)^2} = 0,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2, \quad (2.32)$$

ки дар ин ҷо R ва L - радиуси цилиндр ва баландии он мутаносибан мебошанд. Барои санҷидани дурустии таҷрибаи ҳароратгузаронӣ дар дастгоҳи таҷрибавӣ (ниг. расми 2.5) ченкунии санҷишӣ бо об, толуол, бензол, ҳаво ва равшан гузаронида шудааст.

Ҷадвали 2.2 - Натиҷаҳои таҷрибавии муайян кардани ҳароратгузаронии об (ченакҳои санҷишӣ) вобаста ба ҳарорат дар фишори атмосфера [2, 13, 14, 24, 35]

T, K	293	303	313	323	333	343	353
$a_{ад} 10^8, \text{ м}^2/\text{с}$	14,3	14,9	15,3	15,7	16,0	16,3	16,6
$a_{санҷ} 10^8, \text{ м}^2/\text{с}$	14,6	14,7	15,4	15,9	16,5	16,6	16,9
$\alpha, \%$	2,1	1,34	0,65	1,27	3,1	1,84	1,81

Қиматҳои таҷрибавии ҳароратгузаронии намунаи об дар ҷадвали 2.2 оварда шудаанд. Ин ҷадвал инчунин маълумотро мувофиқи нишондоди адабиётҳои [2, 13, 14, 24, 35], муқоиса карда шудааст.

Ҳисобкунӣҳо нишон додаанд, ки ҳатогии максималии нисбии маълумоти таҷрибавӣ оид ба ҳароратгузаронии ҳангоми эҳтимолияти эътимодноки $\alpha = 0,95$ будан ба 1,73 % баробар аст.

Бовари ҳосил кунед, ки натиҷаҳои ҳароратгузарони намунаҳои санҷишӣ вобаста ба ҳарорат ва фишур ба таври сифати ва миқдори такрор мекунад, мо ба чен кардани ҳароратгузаронии маводҳои омӯзиш оғоз кардем. Бо истифода аз ин дастгоҳ мо чен кардани ҳарораткунии дорои нитроген ва оксигенро дар ҳудуди ҳарорати (293-673) К фишур (0,101-49,01) МПа ва вобаста ба консентратсияи нанометалҳо ва оксидҳои метали ченкуни гузаронида шудааст.

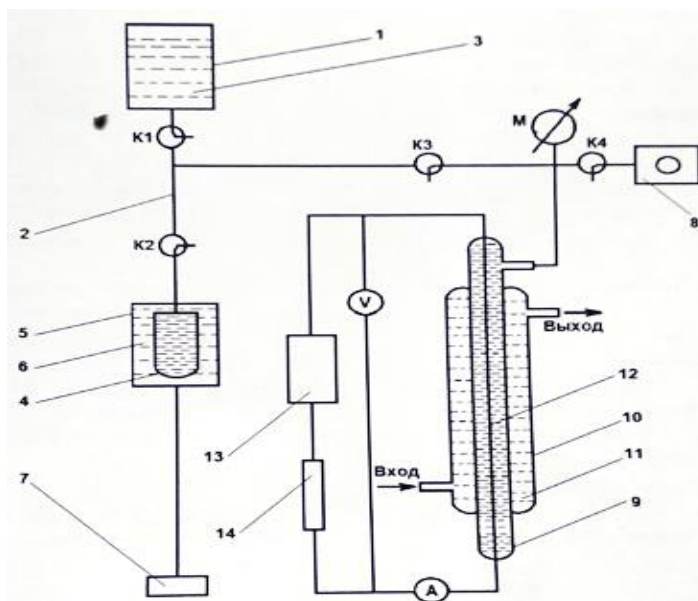
2.7. Таҷҳизот таҷрибавӣ барои чен кардани гармигузарони вобаста ба ҳарорат ва фишур бо усули нокили тафсон (Патенти Ҷумҳурии Тоҷикистон №ТJ 923, 2017. - 5 с)

2.7.1. Таҷҳизот барои муайян кардани коэффитсиенти гармигузаронии наномоеъҳо

Принсипи кор, насб ва усул дар боло оварда шуда дар [114] монанд аст. Насб ва усулҳои таҳия шуда, ки мо истифода мекунем дар замимаи диссертатсия [132] тавсиф дода шудаанд (ниг. ба расми 2.10), илова бар ин дар замимаи коллектори офгобиро барои ҳосил намудани гарми ва барқ ба таври муфассал пешниҳод менамоем [133] (наг. ба расми 2.11).

Дастгоҳ аз зарфи (1) иборат аст, ки аз пулоди зангногир сохта шудааст ва дорои наномоеъи мавриди омӯзиш (2) мебошад. Дастгоҳ аз зарфе, ки он ба воситаи найчаи (3) ба крани К₁ ва К₂ ба ҳалтаи полиэтиленӣ (4), ки дар зарфи фишורי (3), ки дорои глитсерин дорад (6) гузошта шудааст, пайваست карда мешавад. Зарфи фишורי (5) ба воситаи найча ба манометри ченаки (7) (МП 2500) ё пайваст гардидааст (МП 600). Насоси вакуумӣ (8) ва манометри М ба кубури пайвасткунандаи зарфи (1) ва зарфи фишורי (5) ба воситаи крани К₃ ва К₄ пайваст карда мешавад, ки он низ ба зарфи дохилии (9) ва

найчаи ченкунанда, ки зарфи берунии (10) дорад, пайвасти менаванд ва дар дохили он термостат (11) (хава, об ё равшан) дорад. Қад-қад менавари зарфи даруни (8) элементи гармидиҳанда (12) гузошта шудааст – сими никели ҷой дода шудааст, ки занҷири барқро менаванд. Ба манбаи доимии барқ (13), муқовимати доими (14), амперметр А ва вольтметр V пайвасти карда шудааст, ки ба манбаи ҷараён (12) ва резистори (13) параллел пайвасти карда шудаанд.



Расми 2.10. Блок - схемии дастгоҳи таҷрибавӣ барои омӯзиши гармигузаронии наномоеъҳо (Патенти Ҷумҳурии Тоҷикистон № ТҶ 923, 2017. - 5 с)

2.7.2 Дастгоҳи ҳамгирошудаи офгоби барои ҳосил намудани ва энергияи электрикӣ

Усули ҳосил кардани гармӣ энергияи электрики бо ёрии дастгоҳи ихтирогардида дар замима оварда шудааст.

Хулосаҳо ба боби дуюм

1. Дар асоси таҳлили усулҳои ченкунии хосиятҳои гормофизикии газҳо ва моеъҳо, омехтани коэффитсиенти гармигузарони ва ҳароратгузаронии маҳлулҳо дар параметрҳои баланди ҳолат, усули шароити гармидиҳии мунтазами навҳои якум ва дуюм ва усули гармидиҳии нахҳо, интиҳоб шуданд (расми 2.10. (Патенти Ҷумҳурии Тоҷикистон №ТҶ 923, 2017. - 5 с)).
2. Ҳисобкунии маълумотҳои таҷрибавӣ оид ба гармигузарони ва ҳароратгузаронии маводҳои омехта шаванда оварда шудааст.
3. Барои чен кардани коэффитсиенти гармигузарони ва ҳароратгузаронии маҳлулҳои коллоидӣ вобаста ба ҳарорат дар фишори атмосфера ва параметрҳои баландихолатӣ, аз ҷумла нуқтаи критики дастгоҳҳои таҷрибавӣ кор карда баромада шудаанд.
4. Хатогии ченкунии ҳароратгузарони ва коэффитсиенти гармигузаронии маҳлулҳои тадқиқ шаванда ҳисоб карда шудааст.
5. Барои чен кардани коэффитсиенти гармигузаронии моеъҳо ва маҳлулҳо вобаста ба ҳарорат ва фишор, аз ҷумла нуқтаи бӯҳронӣ ва баъди бӯҳронӣ параметрҳои гуногуни ҳолат таҷрибавӣ кор карда ҳосил карда шудаанд.
6. Усули автоматии ченкунии гармигузаронии моеъҳо ва маҳлулҳо дар доираи васеи ҳарорат ва фишор пешниҳод шудааст.
7. Барои коллектори Офгоби, ки дар он нуруи барқ ва гарми ҳосил карда мешавад патент гирифта шудааст (Патенти Ҷумҳурии Тоҷикистон №919, 2017. -5 с.).

Боби 3. НАТИЦАҲОИ ТАҶРИБАВИ ДАР БОРАИ ГАРМИГУЗАРОНИ, ХАРОРАТГУЗАРОНИИ СИСТЕМАИ ЭФИРИ ДИЭТИЛ ВА НАНОНАЙЧАҲОИ КАРБОНИ ДАР ХАРОРАТУ ФИШОРИ ГУНОГУҶ ҲАМЧУН ҲОЛАТҲОИ БУҲРОНИ ВА ГАЙРИ БУҲРОНИ

Дар дастгоҳҳои таҷрибавӣ, ки дар расми 2.1. нишон дода шудаанд (барои чен кардани коэффитсиенти гармигузаронии моеъҳо бо усули речаи мунтазами гармии навъи якум); (ниг. ба расми 2.5.) (барои чен кардани коэффитсиенти хароратгузаронии моеъҳо бо усули акалориметр), (ниг. ба расми 2.6), зичи (усули баркашқунии гидростатики) мо коэффитсиенти гармигузарони, хароратгузарони ва зичии системаҳои тадқиқшавандаро дар харорат ва фишорҳои гуногун, аз ҷумла нуктаи критики [53-55, 72-77, 110-114, 116, 121, 122, 123, 125, 129, 138].

3.1. Хусусиятҳои гармофизикӣ (коэффитсиенти, гармигузарони) система хароратгузаронии (эфири диэтил - НЯК ва НБК) дар харорат ва фишорҳои гуногун

3.1.1. Гармигузарони ва хароратгузарони дар харорат ва фишорҳои гуногун

Дар асоси дастгоҳи таҳиякардаи профессор Голубев И Ф (ниг. расми 2.5) гармигузаронии эфири диэтил ҳам дар шакли холис ва ҳам бо иловаи нанозарраҳои гуногун (НЯК ва НБК) вобаста ба харорати $T = (298-673)$ К дар $P = (0,101-49,01)$ МПа бо илова аз 0,1% то 0,5% (бо фосилаи 0,059%), (Ҷадвали 3.1-3,6) [53-55, 72-77, 110-114, 119, 126, 129, 138] ва барои чен кардани хароратгузаронии системаҳои тадқиқшаванда мо дастгоҳро истифода бурдем ки онро профессор М М Сафаров ва шогирдонаш сохтанд (ниг. ба расми 2.12.) (Ҷадвали 3.6).

Коэффитсиенти гармигузаронии эфири диэтилии моеъ, чи дар шакли холис ва чи дар таркибашон НЯК ва НБК, дар харорати гуногун ($T = 293 -$

673) К ва фишорҳо (0,101 - 49,01) МПа, аз ҷумла ҳолати бухрони ва баъди бухрони чен карда шуд (Ҷадвали 3.7) [116, 119, 126, 129].

Ҷадвали 3.1.- Коэффитсиенти гармигузаронии ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м К)) системаи (эфири диэтил + 0,1 % НЯК) дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун [121, 122, 123, 128, 129, 138].

Т, К	Фишор P, МПа					
	0,101	9,81	19,62	29,43	39,32	49,01
293,4	132,5	135,0	148,2	153,3	156,8	158,7
303,2	128,2	131,1	143,4	149,3	152,0	155,3
323,6	-	128,3	138,5	145,0	148,6	152,4
351,8	-	121,2	130,7	137,4	141,4	146,3
373,6	-	114,0	122,0	129,1	134,2	140,0
397,3	-	108,2	113,4	121,7	127,0	134,3
421,7	-	100,5	106,3	113,5	120,3	128,5
446,4	-	93,6	100,1	105,3	112,8	121,8
467,6	-	87,4	97,0	98,9	107,5	115,6
493,2	-	82,3	92,3	96,0	102,7	110,0
513,0	-	78,5	90,2	94,3	98,6	99,2
533,4	-	78,3	88,0	94,0	96,5	99,1
553,2	-	78,2	87,0	93,0	94,3	94,8
573,0	-	77,3	85,1	92,4	92,5	93,0
593,4	-	77,0	84,4	92,0	92,3	92,7
612,7	-	76,4	83,2	91,5	92,0	92,3
633,2	-	76,1	82,6	91,0	91,5	92,0
654,0	-	75,7	82,0	91,2	91,3	91,6
673,2	-	75,6	81,4	89,0	89,8	90,4

Чадвали 3.2 - Коэффитсиенти гармигузаронии ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м К)) системаи (эфири диэтил + 0,2 % НЯК) дар харорат ва фишорҳои гуногун [121, 122, 123, 128, 129, 138].

Т, К	Фишор P, МПа					
	0,101	9,81	19,62	29,43	39,32	49,01
293,2	137,3	140,5	152,6	157,7	160,4	163,5
303,2	134,2	137,3	145,0	153,3	157,1	160,2
323,4	-	134,0	142,1	150,0	154,2	157,4
345,6	-	127,5	136,3	142,2	146,8	151,2
370,5	-	120,4	126,8	134,7	140,6	145,4
391,4	-	117,3	118,7	127,3	133,7	139,0
420,8	-	108,9	112,5	120,1	127,6	134,3
443,6	-	100,5	106,4	114,5	121,3	127,5
467,7	-	96,0	103,0	108,0	118,4	125,0
484,2	-	90,6	98,2	101,4	111,6	118,5
520,4	-	84,2	93,5	97,6	102,4	109,3
543,6	-	82,7	91,4	96,8	99,7	103,0
566,8	-	82,0	89,2	96,0	98,5	99,8
585,7	-	81,8	87,0	95,8	96,0	96,7
607,4	-	81,0	86,8	95,0	95,5	96,3
623,5	-	80,4	86,3	94,5	95,0	95,9
644,7	-	79,6	85,0	93,2	94,7	95,3
670,5	-	77,5	84,7	92,4	94,0	94,8

Чадвали 3.3 - Коэффитсиенти гармигузаронии ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м К)) системаи (эфири диэтил + 0,3 % НЯК) дар харорат ва фишорҳои гуногун [121-, 123, 128, 129, 138].

Т, К	Фишор P, МПа					
	0,101	9,81	19,62	29,43	39,32	49,01

Давоми ҷадвали 3.3

293,4	142,0	147,3	158,2	164,3	165,5	168,3
303,4	138,0	143,2	154,2	160,2	162,2	166,3
320,6	-	140,6	150,5	157,2	159,4	162,5
345,2	-	134,7	142,2	149,0	152,6	157,4
364,7	-	127,5	136,4	142,1	147,3	152,2
386,4	-	122,4	127,6	134,4	140,4	146,3
406,5	-	118,7	121,8	129,3	136,0	141,5
424,7	-	114,8	115,9	122,5	130,6	137,6
448,0	-	108,4	114,2	115,6	124,2	132,0
469,3	-	101,7	105,7	109,0	119,7	127,7
493,5	-	95,0	101,2	102,5	112,5	120,6
518,7	-	90,6	97,4	101,3	105,3	114,5
535,2	-	88,3	96,7	99,8	103,8	107,4
526,8	-	88,0	96,4	99,2	103,0	106,8
545,7	-	87,4	95,6	99,0	102,7	106,1
566,9	-	86,0	95,0	98,7	102,0	105,8
585,4	-	85,1	94,7	98,0	101,7	105,0
593,7	-	84,6	94,0	97,5	100,6	104,7
614,6	-	84,2	93,7	97,0	100,0	104,2
635,7	-	84,0	93,3	96,8	99,4	104,0
653,4	-	83,7	93,0	96,2	99,0	103,7
673,0	-	83,2	92,7	96,0	98,4	103,0

Ҷадвали 3.4 - Коэффитсиенти гармигузаронии ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м К)) системаи (эфири диэтил + 0,4 % НЯК) дар харорат ва фишорҳои гуногун [121, 122, 123, 128, 129, 138].

Т, К	Фишор P, МПа					
	0,101	9,81	19,62	29,43	39,32	49,01

Давоми ҷадвали 3.4

293,0	147,6	152,5	163,5	170,6	172,0	174,8
303,5	145,3	150,2	161,2	167,3	169,3	172,4
312,7	-	148,4	159,6	164,7	165,9	169,5
331,8	-	144,3	153,0	159,2	161,7	166,3
352,0	-	138,6	146,4	152,7	155,0	161,4
373,2	-	136,5	138,6	145,3	149,2	155,7
392,7	-	128,9	132,5	139,0	142,3	150,1
423,0	-	125,7	127,9	130,2	135,6	143,7
441,8	-	119,8	121,8	123,7	128,7	137,0
459,3	-	115,7	117,4	121,5	126,4	132,7
473,2	-	107,4	108,7	113,6	122,5	130,9
493,0	-	102,6	105,3	107,5	116,3	126,3
523,6	-	94,8	101,7	103,6	108,6	118,4
542,7	-	92,7	97,8	102,3	104,8	112,2
563,0	-	90,0	97,0	101,9	103,5	107,5
584,3	-	89,3	96,2	101,3	102,4	105,1
598,2	-	88,8	95,8	100,4	100,9	102,4
623,5	-	86,5	95,4	100,2	100,7	101,5
642,8	-	86,0	95,1	99,7	100,0	100,8
665,5	-	85,7	94,7	98,6	99,0	99,5
672,4	-	85,0	94,2	98,2	98,8	99,0

Ҷадвали 3.5 - Коэффитсиенти гармигузаронии ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м К)) системаи (эфир диэтил + 0,5 % НЯК) дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун [121, 122, 123, 128, 129, 138].

Т, К	Фишор Р, МПа					
	0,101	9,81	19,62	29,43	39,32	49,01
293,0	153,8	157,6	169,0	176,2	179,8	180,5

Давоми ҷадвали 3.5

303,2	150,2	153,2	164,3	169,2	174,4	176,8
323,4	-	150,9	160,4	167,3	172,8	175,8
344,7	-	144,6	153,5	160,0	162,6	167,4
365,2	-	140,8	147,6	153,5	156,6	163,2
383,5	-	138,7	142,3	148,0	151,3	158,0
402,7	-	134,8	136,7	138,3	143,2	151,5
423,5	-	127,6	128,5	135,0	140,2	148,6
448,2	-	124,2	126,3	127,4	134,8	142,3
467,4	-	122,4	124,5	125,8	133,5	140,5
485,6	-	116,7	120,4	122,9	130,6	138,6
504,7	-	109,2	112,6	115,2	120,6	133,8
525,4	-	103,3	105,7	108,4	115,2	127,5
548,6	-	99,2	104,6	107,0	112,7	125,0
569,3	-	95,6	102,5	105,1	110,3	123,2
587,7	-	94,0	100,1	103,2	108,7	121,5
608,5	-	93,2	99,6	101,0	105,5	116,6
629,3	-	92,3	98,4	100,0	102,7	113,4
640,5	-	92,0	97,5	99,3	101,3	110,2
621,6	-	91,4	97,0	98,5	99,4	108,6
640,7	-	90,2	96,3	98,0	99,0	107,2
664,3	-	90,0	95,8	97,5	98,5	106,8

Ҷадвали 3.6.- Ҳароратгузаронии ($\alpha 10^7$, м²/с) системаи (диэтил эфир + 0,1 % НЯК) дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун [121, 122, 123, 128, 129, 138].

Т, К	Фишор P, МПа					
	0,101	9,81	19,62	29,43	39,32	49,01
Эфири диэтил +0,1% НЯК						
293	0,82	0,86	0,87	0,91	0,94	0,96

Давоми ҷадвали 3.6

303	0,79	0,84	0,85	0,89	0,92	0,95
313	-	0,83	0,84	0,88	0,91	0,94
333	-	0,78	0,81	0,85	0,87	0,91
353	-	0,74	0,78	0,82	0,83	0,88
373	-	0,71	0,74	0,79	0,82	0,85
393	-	0,67	0,71	0,76	0,79	0,83
413	-	0,64	0,68	0,73	0,76	0,80
433	-	0,61	0,65	0,71	0,73	0,78
453	-	0,59	0,63	0,68	0,71	0,75
473	-	0,56	0,62	0,66	0,68	0,73
493	-	0,53	0,60	0,65	0,67	0,72
513	-	0,52	0,58	0,63	0,66	0,70
Эфири диэтил +0,2% НЯК						
293	0,84	0,89	0,90	0,94	0,97	1,00
303	0,82	0,87	0,88	0,91	0,96	0,98
313	-	0,86	0,87	0,92	0,94	0,97
333	-	0,82	0,84	0,87	0,91	0,94
353	-	0,77	0,80	0,85	0,88	0,92
373	-	0,74	0,77	0,82	0,85	0,89
393	-	0,70	0,73	0,78	0,82	0,87
413	-	0,67	0,71	0,76	0,79	0,83
433	-	0,64	0,67	0,73	0,76	0,81
453	-	0,63	0,65	0,71	0,73	0,77
473	-	0,61	0,63	0,69	0,71	0,76
493	-	0,58	0,62	0,67	0,69	0,74
513	-	0,57	0,60	0,66	0,68	0,73
Эфири диэтил +0,3% НЯК						

Давоми ҷадвали 3.6

293	0,88	0,92	0,93	0,98	1,00	1,03
303	0,86	0,90	0,91	0,96	0,99	1,02
313	-	0,87	0,89	0,94	0,98	1,01
333	-	0,84	0,87	0,92	0,94	0,98
353	-	0,81	0,82	0,88	0,91	0,95
373	-	0,77	0,79	0,85	0,88	0,92
393	-	0,73	0,77	0,82	0,85	0,89
413	-	0,69	0,73	0,79	0,82	0,87
433	-	0,67	0,69	0,76	0,79	0,84
453	-	0,65	0,67	0,74	0,77	0,82
473	-	0,64	0,66	0,72	0,74	0,78
493	-	0,63	0,64	0,71	0,73	0,76
513	-	0,62	0,63	0,70	0,72	0,75
Эфири диэтил +0,4% НЯК						
293	0,90	0,94	0,96	1,00	1,02	1,07
303	0,88	0,92	0,94	0,98	1,01	1,05
313	-	0,91	0,92	0,97	1,00	1,03
333	-	0,87	0,89	0,94	0,97	1,01
353	-	0,83	0,86	0,91	0,94	0,96
373	-	0,80	0,82	0,86	0,91	0,95
393	-	0,76	0,79	0,85	0,87	0,92
413	-	0,73	0,75	0,82	0,83	0,89
433	-	0,69	0,72	0,79	0,82	0,87
453	-	0,67	0,69	0,76	0,79	0,84
473	-	0,66	0,68	0,75	0,77	0,81
493	-	0,64	0,67	0,73	0,75	0,79
513	-	0,63	0,65	0,72	0,74	0,77
Эфири диэтил +0,5% НЯК						

Давоми ҷадвали 3.6

293	0,93	0,97	0,99	1,04	1,07	1,10
303	0,91	0,95	0,97	1,02	1,03	1,08
313	-	0,94	0,96	1,01	1,04	1,07
333	-	0,90	0,92	0,97	1,01	1,04
353	-	0,87	0,89	0,94	0,97	1,02
373	-	0,82	0,85	0,91	0,94	0,98
393	-	0,78	0,82	0,87	0,91	0,96
413	-	0,75	0,78	0,85	0,88	0,93
433	-	0,72	0,75	0,82	0,83	0,89
453	-	0,69	0,72	0,79	0,82	0,87
473	-	0,68	0,70	0,77	0,79	0,83
493	-	0,67	0,69	0,76	0,77	0,82
513	-	0,66	0,67	0,75	0,76	0,80

Чунон, ки аз ҷадвалҳо 3.1 - 3.7 дида мешавад, Коэффитсиенти гармигузаронӣ ва ҳароратгузарони эфери диэтилии моеъ аз ҳарорат, фишор ва консентратсияи нанонайчаҳои карбони вобаста аст. Натиҷаҳои тадқиқ нишон доданд, ки гармигузаронӣ ва ҳароратгузарони намунаҳо бо баланд шудани ҳарорат кам шуда, бо афзоиши фишор зиёд мешаванд. Мисалан, барои намуна (эфери диэтил + 0,4% НЯК) дар ҳарорати хонагӣ (298) К ва тағирёбии фишор то (49,01) МПа гармигузаронӣ 14,6% зиёд мешавад ва барои ин намуна дар ҳарорати 672К ин тағирот ба 16,5% мерасад. Иловаи 0,5% НЯК боиси афзоиши гармигузаронии эфери диэтил ($P = 0,101$ МПа ва $T = 293$ К) ба 19,9% ва дар ($P = 14,01$ МПа ва $T = 293$ К) 18,4% гармигузарони меафзояд [123, 124, 125, 129, 130, 138].

Чадвали 3.7. - Зичии (ρ , кг/м³) системаи эфири моеъи диэтил, чи дар шакли холис ва чи бо иловаи нанонайчаҳои карбони дар ҳарорату фишорҳои гуногун [113, 120, 122, 123, 127, 130, 138].

P, МПа	0,101	9,81	14,7	19,62	24,5	29,43
T, К	Эфири диэтил [132]					
293	675,1	682,8	686,9	690,2	694,5	698,5
303	667,2	671,3	675,4	681,5	683,3	687,7
323	-	662,8	667,2	671,5	675,6	679,4
333	-	661,9	665,8	669,3	673,0	677,3
343	-	656,5	660,3	664,2	668,4	672,4
353	-	651,5	655,3	659,4	663,7	667,6
363	-	646,2	650,0	654,7	658,4	662,0
373	-	640,3	644,7	648,5	652,3	656,5
383	-	635,7	639,4	644,7	648,5	652,8
393	-	630,4	634,1	638,0	642,4	646,7
413	-	619,8	623,5	627,6	631,8	635,0
423	-	614,1	618,2	622,4	626,2	630,2
433	-	608,8	612,3	616,5	620,4	624,7
Эфири диэтил+0,1% нанонайчаи карбони (НЯК)						
293	675,3	683,2	687,6	691,3	695,2	699,3
303	667,5	672,0	676,0	681,9	685,5	689,7
323	-	667,4	671,5	675,0	679,4	683,4
333	-	666,5	670,3	674,2	678,2	682,5
343	-	655,9	659,2	664,1	668,4	673,6
353	-	651,3	655,4	659,9	664,5	668,3
363	-	646,9	650,2	655,4	660,3	665,5
373	-	641,8	646,4	649,3	652,8	656,9
383	-	640,5	644,6	648,0	652,0	655,6
393	-	639,1	643,3	647,2	651,2	654,7

Давоми ҷадвали 3.7						
413	-	623,9	627,3	631,0	635,3	639,3
423	-	616,2	620,3	624,3	628,2	632,5
433	-	610,3	614,5	619,6	625,0	628,4
Эфири диэтил+0,2% наноайчаи карбони (НЯК)						
293	676,4	684,9	690,5	697,9	704,8	711,8
303	668,2	673,3	678,8	683,6	688,8	693,5
323	-	669,0	674,5	679,6	684,5	688,4
333	-	668,6	672,3	676,1	680,4	684,8
343	-	657,5	662,3	666,9	670,5	674,6
353	-	652,9	656,8	661,5	665,9	669,7
363	-	647,5	652,8	656,4	662,5	666,3
373	-	643,5	647,3	651,8	655,9	660,4
383	-	642,0	646,2	650,3	654,0	659,1
393	-	640,3	644,3	648,2	651,8	655,4
413	-	624,5	628,9	632,8	636,7	640,5
423	-	618,8	621,4	625,9	629,0	633,4
433	-	612,9	616,5	620,8	625,9	629,0
Эфири диэтил+0,3% наноайчаи карбони (НЯК)						
293	677,4	685,9	691,8	698,6	706,8	713,9
303	669,9	674,5	679,9	684,3	689,9	694,7
323	-	670,3	674,0	678,3	683,2	687,3
333	-	669,4	673,8	677,6	681,6	685,0
343	-	667,8	672,0	676,5	680,6	684,1
353	-	666,5	670,0	674,9	678,4	682,7
363	-	656,0	660,3	664,2	668,6	673,1
373	-	653,0	657,6	661,9	665,0	670,3
383	-	643,8	647,6	651,3	655,8	660,1
393	-	641,5	645,7	650,3	654,8	659,0

Давоми ҷадвали 3.7

413	-	626,9	630,3	634,8	638,8	642,2
423	-	620,0	624,7	628,7	632,0	636,7
433	-	614,7	618,8	622,6	626,7	630,4
Эфири диэтил+0,4% наноайчаи карбони (НЯК)						
293	678,6	688,0	692,5	700,7	708,9	716,8
303	670,8	676,7	681,0	686,5	690,4	695,6
323	-	672,1	676,4	680,3	684,1	689,9
333	-	670,8	674,7	678,9	683,0	687,1
343	-	669,0	673,2	677,4	681,5	685,2
353	-	668,1	672,0	675,3	679,6	683,8
363	-	666,3	670,3	673,9	676,2	680,2
373	-	658,9	662,7	666,7	670,4	674,4
383	-	645,0	649,1	654,3	658,5	662,8
393	-	643,0	647,8	652,0	656,2	660,0
413	-	628,3	632,5	636,7	640,4	644,9
423	-	622,6	626,9	630,2	634,8	640,3
433	-	619,6	623,8	627,6	633,8	637,7
Эфири диэтил+0,5% наноайчаи карбони (НЯК)						
293	679,9	691,6	695,4	705,3	713,6	725,9
303	671,4	678,4	683,2	687,9	691,7	696,3
323	-	674,0	678,3	682,0	686,4	690,3
333	-	672,3	675,9	679,3	683,3	687,4
343	-	671,4	675,0	678,5	682,0	686,5
353	-	670,0	674,1	676,7	680,1	684,4
363	-	669,3	673,2	675,0	678,3	682,5
373	-	662,0	666,3	670,4	674,2	678,0
383	-	647,3	651,5	656,4	660,9	665,3
393	-	645,0	649,1	654,0	658,4	662,6

413	-	630,8	634,9	638,7	642,8	648,4
423	-	624,6	628,9	632,8	636,5	640,3
433	-	621,4	625,3	630,0	634,2	638,8

Чунон ки аз чадвали 3.7. дида мешавад, зичии эфири диэтили моеъ тоза, инчунин илова кардани нанонайчаҳои карбони то 0,5% бо баланд шудани ҳарорат кам шуда, бо афзоиши фишор зиёд мешавад. Маълумотҳои таҷрибавӣ нишон доданд, ки илова кардани нанонайчаи карбони боиси зиёд шудани зичии системаи тадқиқшаванда мегардад. Масалан, дар ҳарорати 293 К (системаи нанонайчаи диэтил + 0,2% НЯК), афзоиши фишор аз 0,101 МПа то 29,43 МПа зичии онро 5,2% ва барои намуна (нанонайчаи диэтил + 0,2% НЯК) 6,8% зиёд мекунад. Дар ҳарорати 433 К афзоиши фишор аз 9,81 МПа то 29,43 МПа боиси афзоиши зичии система (эфири диэтил + 0,3% НЯК) 2,5% ва барои намуна (диэтил + 0,5% НЯК) мегардад, ин тағйирот ба 2,8 Ҷ мерасад. Тавре, ки дар боло қайд карда шуд, илова кардани нанонайчаҳои карбони НЯК ба зиёд шудани зичии маҳлулҳои мавриди омӯзиш оварда мерасонад [113, 120, 123, 127, 130, 138]. Масалан, дар $T = 293$ К ва $P = 0,101$ МПа, илова кардани 0,5% нанонайчаи карбони ба эфири моеъи диэтил (тозагии дараҷаи реагент - 99,86%) боиси афзоиши зичии 0,7% дар $T = 293$ К ва $P = 29,43$ МПа, ба эфири диэтили моеъ (тозагии реактив 99,86%) илова кардани нанонайчаи карбони 0,5% боиси 3,9% зиёд шудани зичии эфири диэтил ва дар $T=433$ К ва $P=29,43$ МПа ин тағйирот ба 2,3 Ҷ мерасад [113, 120, 123, 127, 130, 138]. Тавре, ки дида мешавад, аз натиҷаҳои дар боло оварда шуда ба хулосае омадан мумкин аст, ки дар ҳарорати баланд ва фишор таъсири нанонайчаҳои карбон нисбатан кам аст, яъне назар ба ҳарорати хона 1,7 маротиба камтар аст.

3.1.2 Ҳароратгузарони ва зичии эфери диэтил ва системаи ННЯК дар ҳолати критикӣ

Барои чен кардани коэффитсиенти гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронии системаи эфери диэтил ва нанонайчаҳои карбони дастгоҳи таҷрибавие, ки дар расмҳои 2.8 ва 2.12 нишон дода шудааст, истифода бурда шуд. Натиҷаҳои коэффитсиенти гармигузарони ва ҳароратгузарони дар ҳолати критикӣ дар ҷадвалҳои 3.8 ва 3.9 оварда шудаанд, [120, 121, 122, 123, 124, 125, 128, 129, 130, 13].

Натиҷаҳои ба таври таҷрибавӣ муайян кардани коэффитсиенти гармигузаронии системаи наномоеъи эфери диэтил + 0,1% НЯК вобаста ба ҳарорат дар фишори критикӣ дар замимаи рисола оварда шудаанд.

Коэффитсиенти эффефективии гармигузаронии системаи наномоеъи эфери диэтил + 0,1% НЯК вобаста ба ҳарорат мувофиқи қонуни хатӣ баъд мувофиқи қонуни аномалӣ меафвояд.

Ҷадвали 3.8 - Коэффитсиенти ($\lambda \cdot 10^8$, Вт/(м К)) системаи (эфери диэтил ва нанонайчаи карбони НЯК) дар интервалҳои параметрҳои ҳолат [120, 121, 122, 128, 129, 138].

эфери диэтил + маълумот [132]				эфери диэтил + 0,1% НЯК			
T, K	$\lambda_{кр} \cdot 10^8$	T, K	$\lambda_{кр} \cdot 10^8$	T, K	$\lambda_{кр} \cdot 10^8$	T, K	$\lambda_{кр} \cdot 10^8$
283,5	130,2	471,2	84,0	283,6	133,8	473,6	110,2
302,6	127,4	471,4	80,1	297,4	129,2	474,8	105,3
322,4	117,0	472,0	72,5	329,5	122,1	476,9	97,4
341,6	110,6	473,2	66,8	339,7	115,6	477,3	90,0
360,7	103,9	473,4	64,0	349,7	110,0	479,4	84,5
373,5	100,0	473,6	57,0	373,0	104,8	479,9	80,1
393,2	93,5	474,8	48,2	393,2	97,6	480,3	72,6
412,4	87,1	475,6	41,5	413,0	91,8	480,8	65,4
424,6	82,5	483,0	32,6	427,2	87,0	483,2	57,2

Давоми ҷадвали 3.8							
436,5	79,2	497,2	31,5	438,5	85,1	483,9	50,0
449,2	77,4	513,4	32,0	447,2	84,0	489,5	42,5
453,6	78,0	523,3	36,7	451,7	84,7	493,6	38,4
455,2	78,5	529,7	39,2	453,0	85,0	510,3	40,6
463,0	82,4	538,4	41,4	456,2	86,6	525,7	43,2
465,2	86,0	553,3	44,3	457,0	90,0	538,0	45,1
465,7	87,2	563,7	47,2	460,2	95,3	551,4	47,7
466,3	97,5	576,8	49,5	464,6	103,5	563,2	49,8
466,8	100,0	593,6	53,0	468,5	107,2	578,0	53,2
469,9	102,2	-	-	473,0	114,3	593,3	56,3
-	-	-	-	-	-	605,4	58,5
-	-	-	-	-	-	618,3	61,4
-	-	-	-	-	-	620,7	62,8
-	-	-	-	-	-	633,0	64,6
эфири диэтил + 0,2% НЯК				эфири диэтил + 0,3% НЯК			
Т, К	λ _{кр} 10 ³	Т, К	λ _{кр} 10 ³	Т, К	λ _{кр} 10 ³	Т, К	λ _{кр} 10 ³
283,3	137,5	499,6	43,6	283,5	141,7	505,7	50,0
293,5	133,0	513,0	44,0	296,4	136,4	513,8	49,1
318,4	125,7	535,2	47,2	329,6	130,2	525,3	50,7
329,6	119,5	538,7	48,6	349,0	124,1	536,5	52,5
350,8	114,6	553,3	51,4	353,4	118,2	553,2	55,0
371,9	109,3	578,0	56,9	373,2	114,0	563,7	57,1
403,6	102,4	593,2	60,6	393,0	107,6	677,2	60,4
425,7	97,2	608,4	63,1	423,4	102,3	593,4	63,7
438,9	92,5	618,2	65,0	430,3	99,0	608,3	67,5
447,0	90,6	631,7	67,5	433,0	98,4	619,1	68,4
453,8	89,9	-	-	443,2	98,6	633,7	71,8
458,2	91,4	-	-	453,0	105,0	-	-

Давоми ҷадвали 3.8							
459,0	95,0	-	-	466,2	117,3	-	-
463,1	107,5	-	-	476,3	123,6	-	-
469,2	114,6	-	-	483,0	130,0	-	-
478,0	120,0	-	-	486,2	132,4	-	-
478,6	112,3	-	-	489,0	123,4	-	-
479,0	105,2	-	-	471,3	115,0	-	-
485,2	90,0	-	-	472,4	108,6	-	-
486,8	84,2	-	-	493,8	100,3	-	-
488,5	80,3	-	-	495,5	92,0	-	-
488,6	72,6	-	-	499,0	80,4	-	-
488,9	65,0	-	-	501,3	73,3	-	-
490,2	57,4	-	-	501,9	65,0	-	-
495,1	49,0	-	-	503,6	57,4	-	-
эфири диэтил + 0,4% НЯК				эфири диэтил + 0,5% НЯК			
Т, К	λ _{кр} 10 ³	Т, К	λ _{кр} 10 ³	Т, К	λ _{кр} 10 ³	Т, К	λ _{кр} 10 ³
283,5	145,8	513,8	72,4	283,0	152,6	519,2	96,3
296,7	141,3	513,9	67,0	299,2	147,2	521,4	87,4
313,0	135,1	514,8	60,1	323,6	140,0	523,0	81,2
330,4	129,6	517,4	56,7	343,1	134,3	524,2	74,3
361,0	124,0	521,6	54,4	362,7	129,0	525,4	67,4
373,5	120,3	528,7	54,9	374,0	124,6	527,8	62,3
397,4	114,6	539,3	55,7	398,5	119,8	530,4	59,0
413,6	109,4	553,0	58,2	413,6	113,7	539,3	60,1
427,7	105,7	568,4	61,0	427,3	112,4	564,2	64,3
433,8	104,9	581,0	64,1	433,2	112,5	582,5	66,7
443,6	106,4	595,4	67,2	443,8	114,3	594,2	70,0
460,7	110,8	609,7	69,6	453,7	121,2	610,3	73,1
465,3	120,5	620,3	71,8	463,0	129,6	623,4	75,3

Давоми ҷадвали 3.8							
473,7	128,5	633,2	74,0	473,1	136,3	633,0	77,2
481,2	132,3	-	-	478,0	140,2	-	-
487,0	138,0	-	-	485,2	145,3	-	-
493,1	142,8	-	-	493,6	150,7	-	-
497,6	135,0	-	-	503,4	157,4	-	-
500,6	126,7	-	-	506,3	148,2	-	-
501,8	119,4	-	-	508,5	143,4	-	-
502,9	111,6	-	-	512,4	136,7	-	-
504,7	102,7	-	-	512,8	129,3	-	-
508,4	93,6	-	-	512,9	121,3	-	-
511,6	85,0	-	-	513,0	114,4	-	-
512,4	80,2	-	-	516,7	104,6	-	-

Ҷадвали 3.9.- Ҳароратгузаронии ($\alpha \cdot 10^7$, м²/с) система (эфирӣ диэтил ва нанонайчаи карбонӣ НЯК), дар ҳолати критикӣ ва параметрҳои ҳолат [123, 124, 125, 129, 130, 138]

T, K	Эфирӣ диэтилӣ моеъ	№1	№2	№3	№4	№5
293,3	0,83	0,86	0,90	0,94	0,99	1,04
313,4	0,80	0,82	0,87	0,91	0,96	1,00
333,6	0,76	0,78	0,83	0,87	0,92	0,97
344,2	0,74	0,76	0,80	0,84	0,88	0,95
362,4	0,70	0,72	0,75	0,81	0,83	0,90
383,2	0,68	0,69	0,74	0,78	0,82	0,87
393,0	0,66	0,68	0,72	0,76	0,81	0,85
413,2	0,62	0,64	0,68	0,72	0,77	0,82
433,5	0,59	0,61	0,65	0,71	0,92	1,03

Давоми ҷадвали 3.9						
453,0	0,57	0,66	0,88	1,05	1,20	1,28
466,5	1,04	1,16	1,23	1,30	1,39	1,48
473,2	0,88	1,00	1,27	1,34	1,35	1,42
483,7	0,48	0,82	1,00	1,10	1,21	1,32
493,3	0,47	0,54	0,82	0,97	1,11	1,23
513,3	0,48	0,52	0,56	0,71	0,88	1,04
533,5	0,52	0,54	0,59	0,61	0,66	0,88
553,1	0,55	0,58	0,62	0,65	0,68	0,73
573,2	0,59	0,63	0,64	0,71	0,74	0,77
593,0	0,64	0,67	0,72	0,76	0,79	0,82
613,3	0,67	0,72	0,74	0,81	0,82	0,87
623,7	0,71	0,75	0,78	0,86	0,87	0,90

Намунаи №1 - эфири диэтил + 0,1% НЯК; Намунаи №2 - эфири диэтил + 0,2% НЯК; Намунаи №3 - эфири диэтил + 0,3% НЯК; Намунаи №4 - эфири диэтил + 0,4% НЯК; Намунаи №5 - эфири диэтил + 0,5% НЯК

Баробарии термодинамикӣ (3.1) ба мо имкон медиҳад, ки дар асоси маълумот оид ба суръати садо (C) ва зичии (ρ) гармиғунҷоиши хоси моеъро дар ҳатти мувозинат ҳисоб намоем

Муаллифони [8, 9, 17, 28, 36, 52, 59] нисбати гармиғунҷоиши хосро γ -ро дар қачи мувозинати бо формулаи (3.1) ҳисоб кардаанд

Барои ҳолати мо, аз ифодаи (3.2) муодилаи зеринро ҳосил менамоем

Бо истифода аз ифодаи (3.3) зичии эфири диэтилно чӣ дар шакли холис ва ҳам бо илова кардани то 0,5% наноайчаҳои карбони дар ҳолати критикӣ дар ҳудуди ҳарорат (436 - 473) К ва $P_{кр} = 3,68$ МПа ҳисоб кардан мумкин аст.

Барои ин аз маълумоти адабиётҳо [8, 12, 13, 17, 20, 32, 45, 52, 54, 57, 65, 66] истифода бурдан лозим аст. Натиҷаҳои чунин ҳисобшуда ва таҷрибаҳои зичии маводҳои тадқиқшаванда дар ҷадвали 3.10 - 3.11. оварда шудаанд.

Ҷадвали 3.10. Зичии (ρ , кг/м³) системаи эфири моеъи диэтилно тоза, ва ҳам бо иловаи наноайчаҳои карбони НЯК дар ҳудуди критикӣ параметрҳои ҳолат [123, 129, 138].

T, K	Диэтилно моеъ	№1	№2	№3	№4	№5
436,0	303,3	-	-	-	-	-
438,4	301,8	-	-	-	-	-
440,2	300,6	302,0	-	-	-	-
443,4	297,3	300,5	-	-	-	-
445,3	296,7	299,3	300,6	-	-	-
448,5	296,0	297,8	299,2	300,5	-	-
450,2	294,8	296,4	298,3	300,0	-	-
453,4	293,2	294,7	296,2	298,1	300,3	-
455,0	292,0	292,7	295,4	297,0	298,9	300,4
458,5	290,3	292,0	293,6	295,1	297,1	299,3
460,3	288,3	290,8	292,1	294,1	295,8	297,8
463,5	286,7	289,0	290,5	292,3	292,9	295,7
465,0	282,0	285,7	288,8	290,7	292,6	294,1
465,5	280,2	283,3	284,7	289,9	292,0	293,1
466,0*	278,0*	282,6**	286,5**	289,2**	291,3**	292,6**
467,2	-	278,0	284,6	288,2	291,0	291,9
468,0	-	-	280,9	286,3	289,5	291,8

Давоми ҷадвали 3.10						
468,5	-	-	278,0	284,5	288,7	291,3
469,0	-	-	-	282,5	287,6	290,7
470,0	-	-	-	278,0	284,4	287,8
471,0	-	-	-	-	281,5	286,6
471,5	-	-	-	-	278,0	285,6
473,0	-	-	-	-	-	278,0

*- маълумот аз муаллиф Варгафтик НБ [10]; ** - маълумоти мо. Намунаи №1 - эфири диэтил + 0,1% НЯК; Намунаи №2 - эфири диэтил + 0,2% НЯК; Намунаи №3 - эфири диэтил + 0,3% НЯК; Намунаи №4 - эфири диэтил + 0,4% НЯК; Намунаи №5 - эфири диэтил + 0,5% НЯК

Ҷадвали 3.11.- Ҳароратгузаронии ($a_{кр} \cdot 10^7$, м²/с) ва зичии ($\rho_{кр}$, кг/м³) системаи эфири моеъи диэтили тоза ва ҳам бо иловаи нанонайчаҳои карбони НЯК дар ҳолати критикӣ ва дар ҳарорати гуногун

T, K	Эфири диэтили моеъ		№1		№2	
428,5	-	-	-	-	-	1,25
430,2	-	-	-	1,13	-	1,27
435,2	302,4	1,03	-	1,17	-	1,30
436,0	303,3	1,02	-	1,15	-	1,29
438,4	301,8	1,01	-	1,11	-	1,27
440,2	300,6	1,00	302,0	1,08	-	1,25
443,4	297,3	0,91	300,5	0,99	-	1,23
445,3	296,7	0,83	299,3	0,95	300,6	1,21
448,5	296,0	0,72	297,8	0,84	299,2	1,15
450,2	294,8	0,69	296,4	0,79	298,3	1,10
453,4	293,2	0,63	294,7	0,73	296,2	1,05
455,0	292,0	0,56	292,7	0,67	295,4	0,99
458,5	290,3	0,54	292,0	0,65	293,6	0,94

Давоми ҷадвали 3.11						
460,3	288,3	0,53	290,8	0,63	292,1	0,90
463,5	286,7	0,54	289,0	0,64	290,5	0,86
465,0	282,0	0,55	285,7	0,65	288,8	0,83
465,5	280,2	0,56	283,3	0,63	284,7	0,82
466,0*	278,0*	0,57**	282,6**	0,57**	286,5**	0,81
467,2	-	-	278,0	0,58	284,6	0,79
468,0	-	-	-	0,59	280,9	0,77
468,5	-	-	-	0,62	278,0	0,76
469,0	-	-	-	0,64	-	0,74
470,0	-	-	-	0,67	-	0,73
471,0	-	-	-	-	-	-
471,5	-	-	-	-	-	-
473,0	-	-	-	-	-	-

*- маълумот аз муаллиф Варгафтик Н Б [10]; ** - маълумоти таҷрибавӣ
 Намунаи №1 - эфири диэтил + 0,1% НЯК; Намунаи №2 - эфири диэтил + 0,2% НЯК; Намунаи №3 - эфири диэтил + 0,3% НЯК; Намунаи №4 - эфири диэтил + 0,4% НЯК; Намунаи №5 - эфири диэтил + 0,5% НЯК

Чунон ки аз ҷадвали 3.10. дида мешавад, зичии эфири диэтили моеъи дар ҳолати критикӣ кам шуда ва дар нуктаи критикӣ наздиктар якбора паст мешавад. Ин камшавии зичӣ дар маҳлулҳои эфири диэтил ва системаи нанонайчаҳои карбони мушҳида мешавад. Илова кардани нанонайчаҳои ба зиёд шудани зичии суспензияи эфири диэтил дар тамоми диапазони параметрҳои ҳолат оварда мерасонад. Масалан, дар ҳарорати 457,5 К зичии эфири диэтил 3,4% ва дар ҳарорати критикӣ, яъне дар 466,0 К, зичии эфири диэтил ҳамагӣ 5,9 фоиз меафзояд. Натиҷаҳои ҳисоб кардани зичии эфири диэтили тоза ба хатогии миёнаи квадрати 0,17% ки дар [20] оварда

шудааст, мувофиқат мекунад. Барои чунин ҳисобкуни назариявӣ мо маълумотро дар бораи суръати садо барои эфирӣ диэтил аз [7] гирифтаем

Дар ҷадвалҳои 3.8-3.10, инчунин натиҷаҳои таҷрибавии муайян кардани гармигузарони ва ҳароратгузаронии эфирӣ диэтил моеъ ва маҳлулҳои онҳо дар ҳудуди критикӣ оварда шудаанд. Чунон, ки аз ҷадвалҳои 3.8 ва 3.10 дида мешавад, дар ҳолати критикӣ гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронии эфирӣ, ки профессор М.М. Сафаров тадқиқ кардааст [6] мувофиқат мекунад. М.М. ин намунаро барои эфирӣ диэтил моеъ бо иловаи нанонайчаҳои карбонӣ аз 0,1 то 0,5% як қабата (НЯК) ба даст овардем. Ҳудудҳои ҳарорат барои ҳама кардани коэффитсиенти гармигузаронӣ ва ҳароратгузарони дар наздикии ҳолати критикӣ 3 - 5 К буд. Коэффитсиенти гармигузаронии эфирӣ моеъ ва маҳлулҳои онҳо дар ҳудуди критикӣ дар ғафсии гуногуни қабати санҷишӣ ва фарқиятҳои гуногуни ҳарорат омӯхта шудаанд. Бояд гуфт, ки ҳангоми ҳама кардани коэффитсиенти гармигузаронии эфирӣ диэтил (бо иловаи НЯК) дар ғафсии якхела ва якхела фарқи ҳарорат гузаронида шуд.

Тағйирёбии аномалии гармигузаронии эфирӣ моеъ ва маҳлулҳои онҳо ҳатто дар ғафсӣ ҳадди ақал ($\Delta=0,47$ мм) ва тағйирёбии ҳарорат ($\Delta=1,69$ °С) мушоҳида шудааст ва зоҳиран ин падида бо хусусиятҳои сохтори эфирӣ ва нанонайчаҳо алоқамандаст. Тағйироти аномалии гармигузаронӣ дар ҳудуди критикӣ барои атсетатҳои моеъ ва карбогидридҳо мушоҳида карда шудааст [7, 111, 112]. Корҳои махсусе мавҷуданд, ки ба омӯзиши рафтори гармигузаронии моеъҳо дар ҳудуди критикӣ бахшида шудаанд [112]. Ин таҷрибаҳо исбот мекунад, ки тағйирёбии аномалии гармигузаронӣ бо конвексия алоқаманд нест.

Чунон, ки аз ҷадвалҳои 3.8 ва 3.9 дида мешавад, коэффитсиенти гармигузаронии намунаҳо (эфирӣ диэтил + 0,5% НЯК) аз коэффитсиентҳои эфирӣ диэтилии моеъ зиёдтар аст. Масалан, дар ҳарорати 293 К, илова кардани ~ 0,5% НЯК гармигузаронии эфирӣ диэтилро то ~ 10,45% зиёд мекунад. Дар ҳарорати 553 К ин тағйирот ба 48,2% баробар мешавад ва барои ҳарорати критикии 466,5 К - гармигузаронӣ - 77,3% меафзояд. Бояд қайд кард, ки

илова кардани нанонайчаҳои карбони ҳароратро ба ҳолати критикӣ-киро 36,5 К ки $\sim 7,82\%$ зиёд мекунад

3.1.3. Истифодаи характеристикаҳои гармофизикӣ барои ҳисобкуниҳои муҳандисии маводҳои омӯхташудаи эфири диэтил + системаи нанонайчаи карбони (НЯК ва НБК) вобаста ба ҳарорат

Усулҳои моделсозии ададӣ дар таҳлил ва таҳияи дастгоҳҳои техникӣ, ки бо интиқоли гармӣ ва ҷоришавии моеъ хосанд, нақши муҳим доранд. Чунин усулҳо, ки дар барномаҳои мувофиқи ҳисоббарорӣ таҷассум ёфтаанд, аз сабаби татбиқи босуръат ва камхарҷӣ алтернативаи воқеӣ ба андозагирии таҷрибавӣ мебошанд. Таҳлили ададӣ метавонад маълумоти воқеиро дар бораи хусусиятҳои геометрӣ, хосиятҳои моддаҳо, шароити сарҳадӣ дар бар гирад ва дар бораи ҳарорат, суръат ва дигар соҳаҳо, инчунин чараёнҳои алоқаманд маълумоти пурра ва муфассал диҳад. Дар амал, дар баъзе мавридҳо таҳлил ва лоиҳакашии дастгоҳоро пурра бо ёрии барномаи компютерӣ иҷро кардан мумкин аст. Дар ҳолатҳое, ки баъзе тадқиқоти таҷрибавӣ лозим аст, моделсозии ададӣ метавонад дар тарҳрезӣ ва гузаронидани таҷрибаҳо барои ба таври назаррас коҳиш додани арзиши онҳо, инчунин васеъ ва беҳтар кардани натиҷаҳо истифода шаванд.

Барои ба таври ададӣ ҳал кардани масъалаҳои амалии марбут ба интиқоли гармӣ, ҷоришавии моеъ ва дигар зухуротиҳо одатан ҳал кардани системаи муодилаҳои дифференсиалии ғайрихаттӣ нисбат ба координатаҳои фазоӣ ва вақт лозим аст. Гармии ноустувори якченака бо муодилаҳои дифференсиалии зерин тавсиф карда мешавад:

Қиматҳои ρ ва c ба зичӣ ва гармигунҷоиши хос массаи мавод мувофиқанд, S_h - тавоноии манбаи гармӣ дар воҳиди ҳаҷм

Бояд гуфт, ки усулҳои адабии ба даст овардани чунин ҳалли масъала вучуд доранд, ки вазифаи навиштан ва истифода бурдани барномаҳои умумии компютерӣ барои ҳама равандҳои муҳими гармӣ ва масса хеле душвор аст. Сғози беҳтари таҳқиқоти моделсозии адабӣ тавассути истифодаи як барномаи компютерии барои истифода омодашуда, ки бо мушкилоти гуногуни интиқоли гармӣ ва чоришавии моеъ, ки онҳоро ҳал кардан мумкин аст, ба даст овардан меъшавад. Бояд гуфт, ки барои ҳалли муодилаи (3.4) гузаронидани таҷриба низ зарур аст, яъне дар бораи хосиятҳои гармофизикии моддаҳои тадқиқшаванда, махсусан моеъҳо ва маҳлулҳо маълумот доштан лозим аст. Бо ин мақсад мо дар назди худ вазифа гузоштаем, ки чунин кори душворро иҷро намоем.

3.2 Таъсири нанонайчаҳои карбони (НЯК ва НБК) ба тағирёбии ҳароратгузаронии ва гармигузаронии эфири диэтил моеъ, аз ҷумла ҳудуди критики параметрҳои ҳолат

Дар расми 3.1 ва 3.2 натиҷаҳои таҷрибавии муайян кардани гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронии системаи диэтил ва нанонайчаҳои карбони (НЯК) дар консентратсияи гуногуни НЯК то 0,5% вобаста ба ҳарорат ва фишор оварда шудаанд. Чунон, ки аз расми 3.2 ва 3.3 дида меъшавад, гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронии эфири диэтил бо афзоиши консентратсияи НЯК мувофиқи қонуни хатӣ (сатрҳои 1, 3, 5, 6) ва қонуни параболӣ (сатрҳои 2 ва 4) меъшояд. Масалан, дар ҳарорати 293 К ва фишори $P = 19,62$ МПа илова кардани нанонайчаҳои карбон аз 0,1 то 0,5% гармигузаронии эфири диэтилии тозаро нисбатан 18,3% ва дар ҳарорати $T = 467$ К ва фишор $P = 49,01$ МПа коэффитсиенти гармигузаронии эфири диэтилро 26,4 фоиз зиёд мекунад. Ба хулосае омадан мумкин аст, ки ҳарорат ва фишор баландтар бошад, таъсири нанонайчаҳои карбони ба гармигузаронии эфири диэтил мушҳида карда меъшавад [116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 138].

Дар расми 3. 1. графики вобастагии гармигузаронии системаи эфири диэтил ва нанонайчаҳои карбони дар ҳудуди критики дар диапазони ҳарорат (293 - 633) К нишон дода шудааст.

Дар ин график маълумотҳои таҷрибавӣ оид ба коэффитсиенти НЯК гармигузаронии системаи эфири моеъи диэтил (аз ҷиҳати химиявӣ то) ва (эфири диэтил + 0,5% НЯК) дар минтақаи критикӣ нишон дода шудаанд. Чунон ки аз расми 3. 1. дида мешавад, Коэффитсиенти гармигузаронии эфири диэтили моеъ чи дар шакли тоза ва чи дар таркиби 0,5% НЯК хусусияти λ шакро дорад, яъне коэффитсиенти гармигузаронии эфири диэтили моеъ (бидуни илова кардани НЯК) мувофиқи қонуни хаттӣ то ҳарорати $T_{кр} = 466$ К паст мешавад ва баъд дар ин ҳарорат якбора зиёд шуда, баъд мувофиқи қонуни экспоненсиалӣ кам мешавад. Чунин рафтори гармигузаронӣ дар системаи эфири диэтили моеъ ва нанонайчаҳои карбони низ мушоҳида мешавад.

Чунон ки аз расми 3. 1. дида мешавад, ҳарорати критикӣ дар системаи эфири диэтил ва илова кардани нанонайчаҳои 0,5% карбон боиси афзоиши ҳарорати критикӣ нисбат ба эфири софи моеъи диэтил ($T_{ср}(\text{диэтил эфир}) < T_{ср}(\text{диэтил эфир} + 0,5\% \text{НБК})$) мегардад. Ин аз он ҷаҳодат мебарояд, ки илова кардани нанонайчаҳои карбони боиси тағйирёбии ҳарорати критикӣ мешавад [116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 138].

Муайян карда шудааст, ки $\Delta T_{кр} = T_{кр}(\text{диэтил эфир} + \text{НЯК}) - T_{кр} = T_{кр}(\text{эфири диэтил}) - T_{кр}(\text{эфири диэтил} + 0,5\% \text{НЯК}) = 508 - 466 = 42$ К. Илова кардани 0,5% нанонайчаҳои карбони ҳарорати критикиро бо 42 К зиёд мекунад. Бо истифода аз тағйирёбии аномалии гармигузаронии эфири диэтили моеъ ва системаи эфири диэтил ва нанонайчаҳои карбони, афзоиши гармигузаронии эфири диэтилно аз ҳисоби илова кардани нанонайчаҳои карбони дар ҳаво муайян кардан мумкин аст. Масалан, қимати гармигузаронии эфири диэтили моеъ (хати қач 1) $\lambda = 89, 10^3$, Вт/(м·К) ва барои эфири диэтил моеъ бо иловаи 0,5% нанонайчаҳои карбони (хати қачи 2) аст.

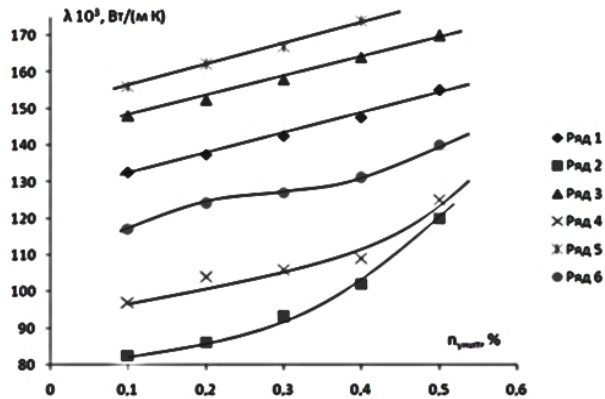
$$\lambda_{кр} = 157 \cdot 10^3 \text{ Вт/(м·К)}, \text{ т.е.} \quad (3.6)$$

$$\lambda_{кр} = 157 \cdot 10^3 - 89 \cdot 10^3 = 68 \cdot 10^3 \text{ Вт/(м К)} \quad (3.7)$$

Ҳа мин тариқ, илова кардани 0,5% нанонайчаҳои карбони гармигузаронии эфири диэтилно $\sim 76,0\%$ зиёд мекунад. Графики вобастагии $\lambda_{кр} = f(T)$, (ниг. расми 3.1) ба се қисм тақсим кардан мумкин аст. Қисмати аввал пеш аз нуқтаи критикӣ эфири диэтил дар ҳолати моеъ қарор дорад ва пас аз ҳолати критикӣ (дар нуқтаи суперкритикӣ) қисми дуюм моеъ (эфири диэтил ҳам дар шакли тоза ва ҳам бо таркиби 0,5% нанонайчаҳои карбони аст) ба ҳолати моеъ табдил меёбад ё ба ҳолати гази идеали мегузарад. Дар ин ҳудуд ҳамаи қонунҳои гази идеали қонеъ мешаванд. Механизми рафтори аномалияи эфири диэтилно низ чунин шарҳ додан мумкин аст. Дар ҳолати критикӣ, флукуатсияи зичи ба амал меояд, яъне дар ин минтақа зичӣ то нуқтаи критикӣ коҳиш меёбад - зичии эфири диэтил ба 278 кг/м³ баробар мешавад, вақте ки зичии эфири диэтил дар фишори атмосферӣ ва ҳарорати хона 714 кг/м³, яъне зичии эфири диэтил дар шакли гази идеалӣ қариб 2,6 маротиба кам мешавад, ки дар нуқтаи критики гармиғунҷоиши хоси эфири диэтил ба мисли гази идеалӣ якбора зиёд мешавад, бинобар ин мушоҳидаи аномалии гармигузаронӣ ва ҳаракатгузаронии бо ҳамин сабабҳо (камшавии зичии критикӣ ва афзоиши аномалии гармиғунҷоиши хоси изобарӣ) эфири диэтил моеъ ва наномоеъҳои онҳо ба амал меояд. Ғайр аз ин, гармиғунҷоиши дар фишор ва ҳаҷми доими аз роҳи миёнаи озод, шумораи бархурди молекула ва дараҷаи озодии молекулаҳо вобаста аст. Чунон ки аз расми 3.1 дида мешавад, хати 1 эфири диэтил моеъ $T_{гузариш} > 493 \text{ К}$ ба ҳолати газӣ мегузарад. Нуқтаи гузариш аз моеъ ба ҳолати газӣ T гузариш барои эфири диэтил ва нанонайчаҳои карбони (як девордор) ба андозаи калон меафзояд, яъне барои эфири диэтил ва нанонайчаҳои карбони $\Delta T_{гузариш} 532 \text{ К}$ [116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 138].

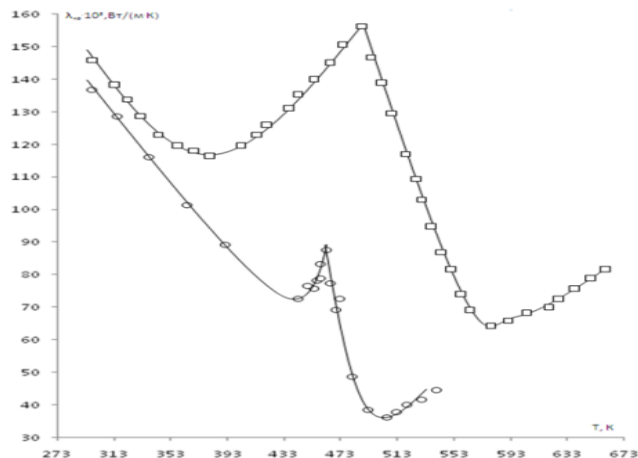
Ҳа мин тариқ, ҳангоми илова кардани 0,5% нанонайчаҳои карбони, фарқияти ҳарорат $T_{гузариш} = 39 \text{ К}$ мебошад. Ин қимат нисбат ба ҳарорати гузариш аз моеъ ба ҳолати гази системаи эфири диэтил ва нанонайчаҳои карбони 7,9%

аст [116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 138].



Расми 3.1. Таъсири НЯК ба таъйирёбии гармигузаронии эфири диэтил дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун: 1- $T = 293 \text{ К}$ $P = 0,101 \text{ МПа}$; 2 - $T = 467 \text{ К}$ $P = 0,101 \text{ МПа}$; 3 - $T = 293 \text{ К}$ $P = 19,62 \text{ МПа}$; 4 - $T = 467 \text{ К}$ $P = 19,62 \text{ МПа}$; 5 - $T = 293 \text{ К}$ $P = 49,01 \text{ МПа}$; 6 - $T = 467 \text{ К}$ $P = 49,01 \text{ МПа}$.

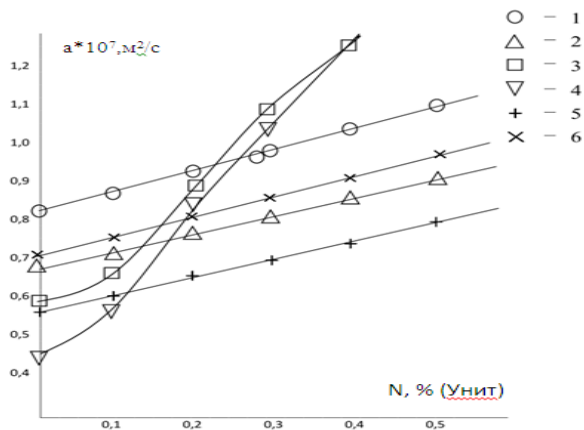
Дар расмҳои 3.1 ва 3.2 натиҷаҳои тадқиқоти таҷрибавии гармигузаронии эфири диэтил + системаи нанонайчаҳои карбони дар консентратсияҳо, ҳарорат ва фишорҳои гуногун оварда шудаанд.



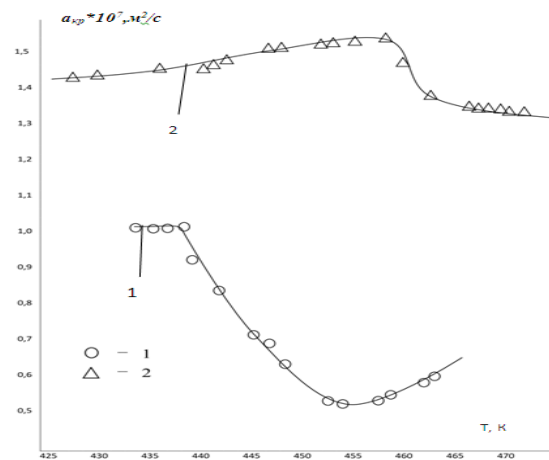
Расми 3.2. Таъсири НЯК ба таъйирёбии гармигузаронии эфири диэтил дар минтақаи критикӣ ва суперкритикии параметрҳои ҳолати; 1 - эфири диэтил, 2 - эфири диэтил + 0,5% НЯК

Чунон, ки аз расми 3.1 ва 3.2 дида мешавад гармигузаронӣ ва системаҳои эфири диэтил + нанонайчаҳои карбонӣ, аз ҷумла дигар хунуккуниҳои дорои оксиген, бо афзоиши консентратсияи нанонайчаҳои (НЯК) металлҳои гуногун гармигузаронии нано-мосъҳоро тағир медиҳанд (ниг. ба расми 3.2).

Масалањ, дар фишори $P = 3,68$ МПа барои система (эфири диэтил + нанонайчаҳои карбонӣ) дар $T = 293$ К гармигузаронии эфири диэтил дар аввал мувофиқи қонуни параболи кам шуда, баъд мувофиқи қонуни хаттӣ меафзояд.

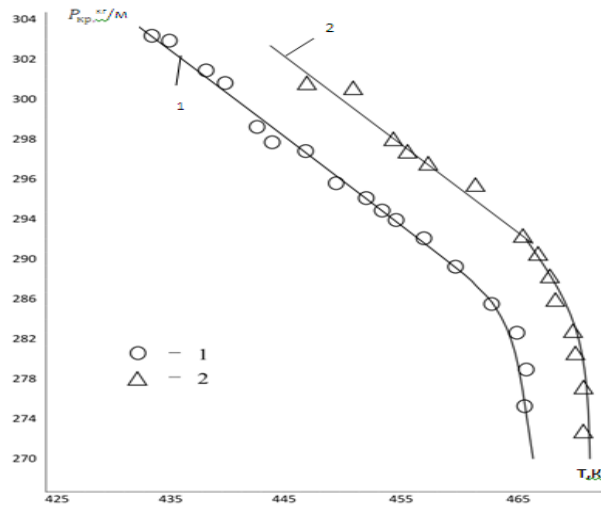


Расми 3.3 Таъсири НЯК ба тағйирёбии ҳарорагузаронии эфири диэтил дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун: 1 – $T = 293$ К, $P = 0,101$ МПа; 2 – $T = 393$ К, $P = 0,101$ МПа; 3 – $T = 453$ К, $P = 0,101$ МПа; 4 – $T = 493$ К, $P = 0,101$ МПа; 5 – $T = 553$ К, $P = 0,101$ МПа; 6 – $T = 623$ К, $P = 0,101$ МПа.



Расми 3.4 Таъсири НЯК ба тағйирёбии ҳарорагузаронии эфири диэтил

дар ҳудудҳои критикӣ ва суперкритикии параметрҳои ҳолат 1 - эфири диэтил, 2 - эфири диэтил + 0,5% НЯК



Расми 3.5 Таъсири НЯК ба тағирёбии зичии эфири диэтил дар ҳолатҳои критикӣ ва суперкритикии параметрҳои ҳолат 1 - эфири диэтил, 2 - эфири диэтил + 0,3% НЯК

Ҳангоми параметрҳои ҳолати боло ($P = 0,101$ МПа, $T = 293$ К) гармигузаронии эфири диэтил 3,1 маротиба ва дар ($P = 29,4$ МПа, $T = 293$ К) λ 3,2 маротиба кам ме‌шавад; тағир додани консентратсияи нанонайчаҳои (аз 0,1 то 0,5% НЯК), яъне дар қисми дуҷум гармигузаронӣ ($P = 0,101$ МПа, $T = 293$ К) 33,3 Ҷоиз меафзояд. Тағйир додани фишур ва ҳарорат ба $P = 29,4$ МПа ва $T = 683$ К гармигузаронӣ 26,1% зиёд ме‌шавад. Мувофиқи назарияи тахминии мочунин якбора паст шудани гармигузаронии моеъҳо (диэтил эфир + наноҳаҳо) сохтори намунаҳои тадқиқшавандаро тағйир ме‌диҳад [116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 138].

3.3. Коэффисиентҳои гармигузаронии нисбии эфири диэтили моеъ бо нанонайчаҳои (НЯК ва НБК)

Муайян кардани сахми нанонайчаҳо (НЯК ва НБК) дар тағирёбии коэффисиенти маҳлулҳои коллоидии системаи эфир диэтили моеъ (ниг. Ҷадвали 3.8) бо илова кардани нанонайчаҳо (ниг. Ҷадвали 3.4 - 3.7) дар

харорат ва фишорҳои гуногун, мо баробарҳои зеринро истифода кардем [134-136]:

ки дар он λ ва λ_1 мутаносибан коэффитсиентҳои гармигузаронии эфири диэтилии моеъ бо илова (НЯК ва НБК) ва эфири диэтилии софи моеъ дар харорат ва фишорҳои гуногун мебошанд.

Ҳисобкуниҳои ададии баробарҳои (3.8) ва (3.9) барои маводҳои тадқиқшуда дар ҷадвали 3.12 оварда шудаанд.

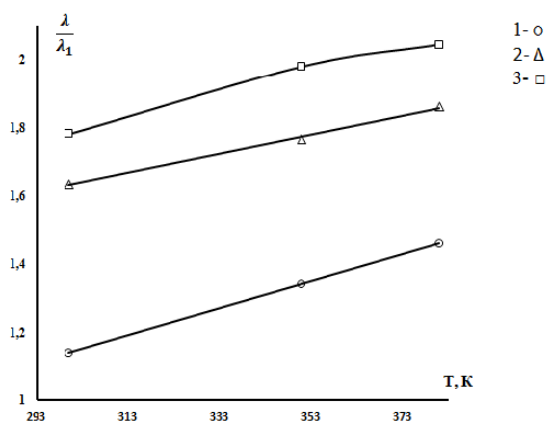
Ҷадвали 3.12 - Ҳисобкуниҳои ададӣ (λ/λ_1) дар харорат ва фишорҳои гуногунӣ маҳлулҳои коллоидии системаи эфири диэтилии моеъи ва нанонанонайчаҳои (НЯК ва НБК) [134-136]

Т, К	Эфири диэтил+0,5% НЯК	Эфири диэтил+0,5% НБК
P=0,101 МПа		
300	1,129	1,635
350	1,336	1,764
380	1,456	1,875
P=9,81 МПа		
300	1,124	1,756
320	1,182	1,748
340	1,229	1,777
360	1,282	1,799
380	1,349	1,838
400	1,401	1,838
420	1,413	1,887
440	1,462	1,870
460	1,515	1,882

Давоми ҷадвали 3.12		
480	1, 508	1, 891
500	1. 446	1, 896
P=19, 61 МПа		
300	1, 141	1, 719
320	1, 188	1, 733
340	1, 199	1, 761
360	1, 230	1, 783
380	1, 248	1, 894
400	1, 266	1, 818
420	1, 252	1, 834
440	1, 306	1, 848
460	1, 340	1, 862
480	1, 343	1, 874
500	1, 296	1, 856
P=29, 43 МПа		
300	1, 149	1, 688
320	1, 200	1, 726
340	1, 211	1, 746
360	1, 222	1, 765
380	1. 242	1. 781
400	1, 219	1. 801
420	1, 248	1, 818
440	1, 219	1, 829
460	1, 248	1, 842
480	1, 272	1, 852
500	1, 232	1. 857
P=39, 24 МПа		
300	1, 151	1, 677

Давоми ҷадвали 3.12		
320	1, 201	1, 708
340	1, 181	1, 717
360	1, 206	1, 820
380	1, 216	1, 742
400	1, 200	1, 756
420	1, 226	1, 773
440	1, 236	1, 807
460	1, 274	1, 827
480	1, 282	1, 834
500	1, 210	1, 838
P=49, 01 МПа		
300	1, 142	1, 609
320	1, 189	1, 697
340	1, 191	1, 734
360	1, 215	1, 741
380	1, 223	1, 754
400	1, 228	1, 719
420	1, 256	1, 791
440	1, 255	1, 803
460	1, 284	1, 814
480	1, 307	1, 824
500	1, 296	1, 829

Натиҷаҳои ҳисобкунии ададӣ дар асоси баробариҳои (3.8) ва (3.9) дар расмҳои 3.5 - 3.10 ба таври графикӣ нишон дода шудаанд [134-136]:

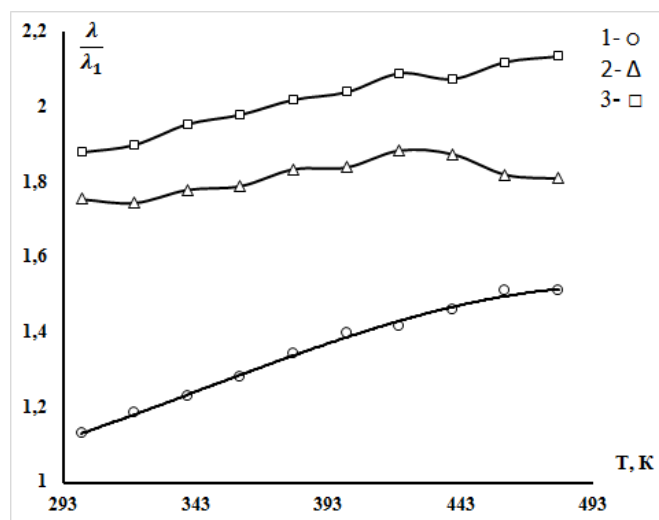


Расми 3. 6- Вобастагии (λ/λ_1) аз ҳарорат дар фишори атмосферӣ ($P = 0,101$ МПа): 1 – эфери диэтил + 0,5% НЯК; 2 - эфери диэтил + 0,5% НБК).

Чунон ки аз расми 3. 6. дида мешавад, коэффитсиенти гармигузаронии нисбии маҳлулҳои коллоидии системаи эфери диэтили моеъ ва нанозарраҳо (НЯК ва НБК) бо афзоиши ҳарорат ба таври хаттӣ зиёд мешавад [134-136].

Муайян карда шудааст, ки дар $P = 0,101$ МПа ва тағйирёбии ҳарорат аз 290 то 390 К гармигузаронии нисбии системаи эфери диэтил + 0,5% НЯК 30,4% зиёд мешавад, барои эфери диэтил + 0,5% НБК ин афзоиш $\sim 14,7\%$

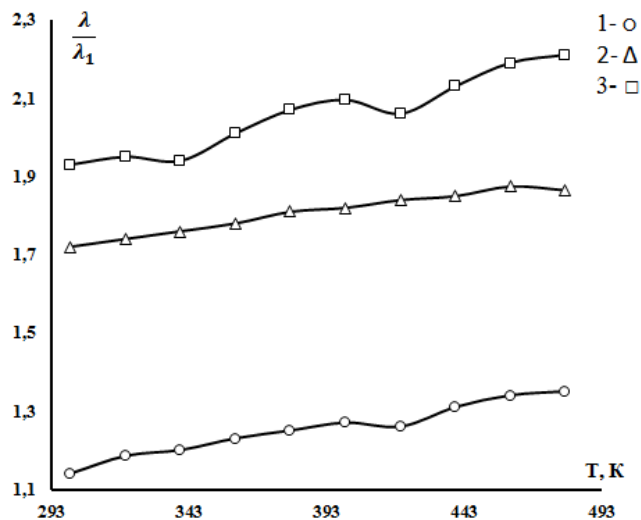
Дар расми 3. 7. вобастагии гармигузаронии нисбии ба ҳарорат дар фишори $P = 9,81$ МПа оварда шудааст.



Расми 3. 7. Вобастагии гармигузаронии нисбии (λ/λ_1) аз ҳарорат дар фишор ($P = 9,81$ МПа): 1 - эфери диэтил + 0,5% НЯК; 2 - эфери диэтил + 0,5% НБК

Чунон ки аз расми 3.7. дида ме шавад, дар фишори $P = 9,81$ МПа, илова кардани нанонайчаҳо то 0,5% НЯК мувофиқи қонуни параболӣ ва илова кардани 0,5% НЯК ва 0,5% НБК нисбиро гармигузаронии ба таври зигзаг зиёд мекунад. Дар фишори дода шуда илова кардани то 0,5% НЯК дар эфири диэтилии моеъ (λ/λ_1) 3,16% меафзояд. Барои маҳлулҳои дуюм ва сеюми коллоидӣ, яъне (эфир диэтил + 0,5% НЯК), гармигузаронии нисбӣ мутаносибан 5,71% меафзояд. Ҳамин тариқ, илова кардани 0,5% НЯК ва НБК хосияти гармигузаронии нисбии мутаносибан 3,16% ва 5,71% зиёд мекунад [134-136].

Дар расми 3.7 графикҳои вобастагӣ (λ/λ_1) аз ҳарорат дар фишори $P = 19,62$ МПа нишон дода шудааст. Чунон ки аз расми 3.8 дида ме шавад, гармигузаронии нисбии мувофиқи қонуни парабола (қонуни квадрати) меафзояд. Бо илова кардани 0,5% НБК ба эфири тозаи диэтил афзоиши гармии нисбии нисбӣ 18,4% барои (эфир диэтил + 0,5% НБК) - 8,7%



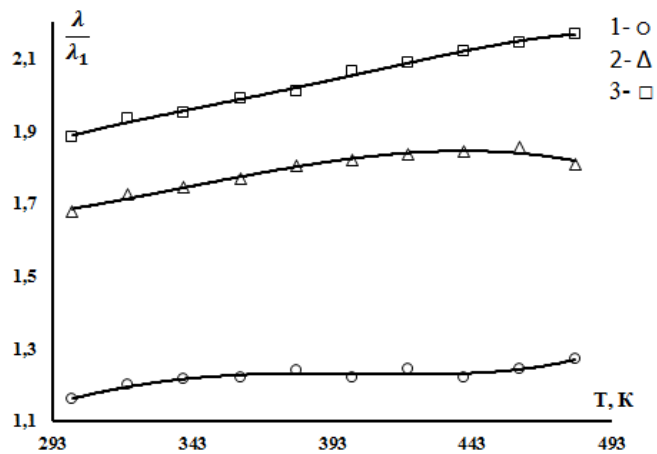
Расми 3.8 Вобастагии гармигузаронии нисбӣ (λ/λ_1) аз ҳарорат ва консентратсияи нанонайчаҳо дар ($P = 19,62$ МПа): 1 - эфир диэтил + 0,5% НЯК; 2 - эфир диэтил + 0,5% К

Чунон ки аз расми 3.9 дида ме шавад, коэффитсиенти нисбии гармигузаронии «эфир диэтил + нанонайчаҳо (НЯК) бо афзоиши ҳарорат дар фишори $P = 49,01$ МПа мувофиқи қонуни хатӣ, қонуни параболӣ (0,5% НБК), қону-

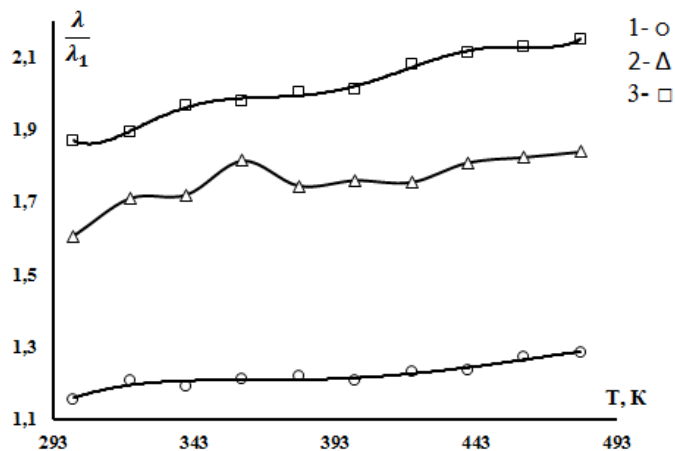
ни зигзаг (0,5% НЯК) ҳангоми ҳарорати аз 300 то 500 К зиёд мешавад, коэффитсенти гармигузаронии нисбии системаҳо (эфири диэтил + 0,5% НЯК) ва (эфири диэтил + 0,5% НБК) аз ҳамдигар каме фарк мекунад.

Дар ҳарорати $T = 300$ К фарқи байни коэффисцентҳои гармигузаронии нисбии ин системаҳо $\Delta(\lambda/\lambda_1)$ 134,1% ва дар $T = 500$ К – 149,4% [134-136].

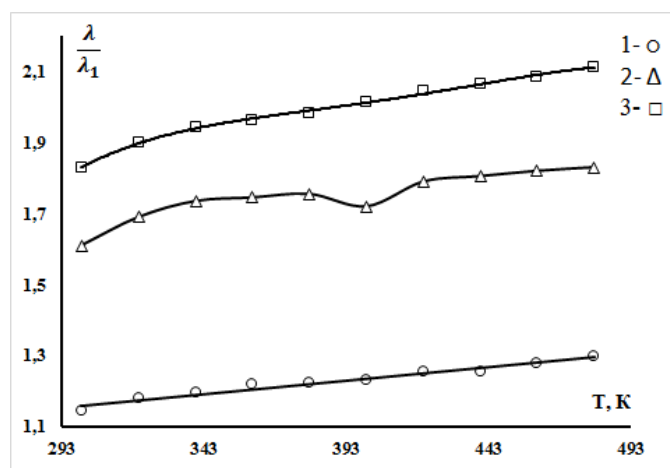
Дар расми 3.10 графикаи гармигузаронии нисбии системаи эфири диэтил + нанонайчаҳо дар ҳарорати гуногун (аз 300 то 493 К) ва фишорҳо ($P = 39,24$ МПа) оварда шудааст: 1 - эфири диэтил + 0,5% НЯК; 2 - эфири диэтил + 0,5% НБК



Расми 3.9 Вобастагии гармигузаронии нисбӣ (λ/λ_1) аз ҳарорат ва консентратсияи нанонайчаҳо дар ($P = 29,43$ МПа): 1 - эфири диэтил + 0,5% НЯК; 2 - эфири диэтил + 0,5% НБК



Расми 3.10 Вобастагии гармигузаронии нисбӣ (λ/λ_1) аз ҳарорат ва консентратсияи нанонайчаҳо дар ($P = 39,24$ МПа): 1 - эфири диэтил + 0,5% НЯК; 2 - эфири диэтил + 0,5% НБК



Расми 3.11. Вобастагии гармигузаронии нисбии (λ/λ_1) системаи «эфири диэтил + нанонайчаҳо (НЯК ва НБК)» дар фишори доимии $P = 49,01$ МПа аз ҳарорат

Чунон ки аз расми 3.11. дида мешавад, гармигузаронии нисбии системаи эфири диэтил + НЯК бо афзоиши фишор мувофиқи қонуни гиперболӣ қоҳиш меёбад. Масалан, дар ҳарорати $T = 293$ К ва зиёд шудани фишор аз 0,101 то 49,01 МПа коэффитсиенти гармигузаронии нисбии (λ/λ_1) 26,8% дар $T=293$ К 35,7% дар $T=433$ К 52% кам мешавад, дар $T = 553$ К бо 86,3% [134-136, 138].

3.4 Истифодаи критерияи МА Михеев барои ҳисобкунии коэффитсиенти гармигузарониро дар набудани чӯшидани моеъ бо роҳи хунуккунӣ дар сопло Лёвал аз рӯи хосиятҳои гармофизикӣ

Мушкилии интиқоли гармии конвективӣ ҳангоми чоришавии турбуленти моеъи ҳатто дар набудани протсеси чӯш омӯзиши таҳлилии онро ниҳоят душвор мегардонад. Аз ин рӯ, ҳама вобастагии ҳисобшуда асосан дар асоси маълумотҳои таҷрибавӣ, ки мувофиқи талаботи назарияи монандӣ коркард шудаанд, муқаррар карда мешаванд.

Барои муайян кардани натиҷаҳои сели гармӣ аз девор ба моеъ, формулаи Нюгонро истифода мебаранд [30, 38, 117, 124, 125, 126]:

Дар он коэффитсиенти гармидиҳии локалии α_m , ҳамон тавре ки дар мавриди интиқоли гармӣ аз маҳсулоти сӯзиш ба девори камера, бо истифода аз муодилаҳои критериявӣ пайдо мешавад ҳисоб карда мешавад [30, 38, 117, 124, 125, 126]:

Дар айни замон, вобастагии универсалии ин намуд формулаи М.А. Михеев мешавад [30, 37].

Дар он индекси “М” маънои онро дорад, ки тамоми параметрҳои физикии моеъ (C_m , λ_m , ρ_m ва ν_m), ки дар критерия дохил шудааст, бояд дар миёнаи моеъ дар ядроӣ ҷараён муайян карда шаванд, яъне дар $T = T_m$. Омили охири тағирёбии хосиятҳои физикии моеъро дар қабати сарҳадӣ ба назар мегирад (дар ин ҳолат қимати Pr_m бояд бо қиматҳои компрессор, λ_m ва ρ_m ба ҳарорати $T_{н.с.}$ мувофиқ ҳисоб карда шаванд). Ин тағиротро бо интиҳоби махсуси ҳарорати муайянкунанда низ ба назар гирифта мумкин аст, яъне ҳарорате, ки натиҷаҳои параметрҳои физикии моеъро муайян мекунад, ки дар натиҷа дохил карда шудааст, ки қабули ҳарорати миёнаро дар қабати сарҳадӣ чунин шаклро мегирад [30, 38]:

Интиҳоби ин ё он формула барои ҳисоб кардани α_m аз эътимоднокии маълумот дар бораи қиматҳои “константҳои” физикии моеъ (компрессор, λ_m , ρ_m ва ν_m) вобаста ба ҳарорат муайян карда мешавад.

Критерияҳои монандӣ, ки дар формулаи (3.11) дар шакли васеъ дохил карда шудаанд, ба таври зерин навишта мешаванд [30, 38, 115, 118, 130]:

Андозаи муайянкунанда дар ин ҷо d_e - диаметри эквивалентии тракт, баробар ба [30, 38, 115, 118, 130]:

ки дар он F_m масоҳати сатҳи тракт аст; P – периметри пурра таршуда, яъне периметрие, ки мӯъ қад-қади он бо деворҳои тракт мебарояд (сарфи назар аз кадом қисми ин периметр дар мубодилаи гармӣ иштирок мекунад).

Қиматҳои критерияҳоро ба муодилаи (3.6) иваз намуда, онро нисбат ба қимати дилхоҳ ω_m ҳал карда, мо [30, 38, 115, 118, 130] мегирем:

Бузургӣҳое, ки дар вобастагӣ (3.14) дохил мешаванд, бояд дар воҳидҳои зерин ифода карда шаванд:

- Коэффитсиенти гармигузаронии мӯъ λ_m , [Вт/(м К)];
- Гармиғунҷоиши гармии хоси мӯъи фишурда, [Ҷ/(кг К)];
- Коэффисиенти часпакии динамикии мӯъ μ_m [Па·с];
- Вазни хоси мӯъ γ_m [кг/м³];
- Суръати мӯъ дар буриши кундалангии додашуда ω_m [м/с];
- Диаметри эквивалентии буриш d_m [м].

Нишон додани маҷмӯи миқдорҳое, ки танҳо ба хосиятҳои физикии мӯъ вобастаанд [30, 38, 115, 118, 130]:

ва инчунин иваз кардани вазни $\omega_m \gamma_m$ бо натиҷаҳои он аз муодилаи [30, 38, 115, 118, 130]:

ки дар он $G_{\text{унук}}$ сарфаи хунуккунак дар ҳар сония [кг/с].

Табдилдиҳии аналогии формулаи (3.11) [30, 38, 115, 118, 130] медеҳад:

Дар ин чо

Формулаҳои (3.17) ва (3.18) мтавонанд барои ҳисоб кардани натиҷаҳои α_m танҳо дар ҳолате истифода шаванд, ки T_n с. ва T_s - ҳарорати ҷӯшидани моеъ дар фишори баробар ба фишор дар роҳи хунуккунӣ баробар бояд бошад.

Барои ҳисоб кардани коэффитсиенти гармидиҳӣ мо формулаи (3.11)-ро истифода бурдем. Натиҷаҳои ҳисобкуни дар ҷадвали 3.7. оварда шудаанд.

Ҷадвали 3.13 - Қиматҳои ҳисобкардашудаи коэффитсиенти интиқоли гармӣ барои эфири диэтил бо илова кардани нанонайчаҳои карбони дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун [117, 121, 122, 123, 128, 129, 130, 138]

Эфири диэтил					
$\alpha_{ж}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \text{К})$					
$P, \text{МПа}$	0,101			49,01	
$T, \text{К}$	293			806,3	
Эфири диэтил + НЯК					
$P = 0,101 \text{ МПа}$					
$n, \%$	0,1% НЯК	0,2% НЯК	0,3% НЯК	0,4% НЯК	0,5% НЯК
$T, \text{К}$	800,0	783,3	771,6	772,8	770,7
$P = 49,01 \text{ МПа}$					
$T, \text{К}$	646,5	641,6	648,9	634,4	632,4

Дар ҷадвали 3.13 натиҷаҳои ҳисобкардаи коэффитсиенти гармигузаронӣ (критерияи А.М. Михеев) барои соплҳои Ловали барои эфири диэтил ҳам дар шакли тоза ва ҳам бо иловаи НЯК ва НК (0,1 то 0,5%) дар фишорҳои (0,101 ва 49,01) МПа оварда шудааст.

Мувофиқи ҷадвали 3.13, мо метавонем хулоса барорем, ки коэффисиенти интиқоли гармӣ ҳангоми хунук кардани сузишвории ракета аз фишор ва консентратсияи нанонайчаҳо вобаста аст. Бо афзоиши фишор ва консентратсияи нанонайчаҳои карбони, инчунин дигар нанозаррачаҳо, коэффисиенти интиқоли гармӣ коҳиш меёбад [118].

Масалаи барои эфири диэтили моеъ коэффитсиенти интиқоли гармӣ (дар $P = (0,101-49,01)$ МПа) $\sim 18,7\%$ кам мешавад, барои эфири диэтил ва $0,1\%$ (диэтил + $0,1\%$ НЯК) ин фарқият $\sim 21,3\%$ аст, ва барои (диэтил эфир + $0,5\%$ НЯК) фарқияти байни коэффитсиенти интиқоли гармӣ $\sim 16,9\%$ [30, 38, 115, 118, 130, 138] хоҳад буд.

Албатта, тағйир ёфтани коэффитсиенти гармигузаронӣ ба ҳарорат, хосиятҳои физикию химиявӣ ва асоси сохти наномоеъҳо, яъне сузишвории оксигендор ва нитрогендор низ вобаста аст. Дар ҳарорат ва фишорҳои доимии $T = 293$ К, $P = 0,101$ МПа ва консентратсияи $0,1\%$ НЯК, коэффитсиенти гармидиҳӣ $0,8\%$ кам мешавад ва дар $n = 0,5\%$ НЯК ин тағирот ба $5,6\%$ баробар аст; дар $n = 0,5\%$ НЯК, $P = 49,01$ МПа, коэффитсиенти интиқоли гармӣ $4,7\%$ кам мешавад [30, 38, 115, 118, 130, 138].

Хулоса дар боби сеюм

1. Муқаррар карда шудааст, ки баробари баланд шудани ҳарорат масофаи байни молекулаҳо зиёд мешавад, ки ин боиси кам шудани гузаронии гармӣ аз як қабати изотермӣ ба қабатҳои дигари изотермӣ мегардад. Аз ин рӯ, гармигузаронӣ кам мешавад.
2. Муқаррар карда шудааст, ки баробари зиёд шудани фишор масофаи байни молекулаҳои маҳлулҳо кам мешавад, ки ин боиси кам шудани ҳаҷми модда мегардад, дар айни замон ҳаҷми система ҳам кам мешавад ва аз ин рӯ, бо кам шудани ҳаҷм зичии моеъ меафзояд.
3. Ҳангоми илова кардани 0,5% НЯК фарқияти ҳарорат $T_{\text{гузориш}} = 39 \text{ К}$. Ин қимат нисбат ба ҳарорати гузариши моеъ ба гази эфيري диэтил + системаи НЯК ва НБК 7,9% аст.
4. Натиҷаҳои тадқиқоти таҷрибавии қобилияти гармигузаронии эфيري диэтил + системаи нанонайчаҳои карбони дар концентратсияҳо, ҳарорат ва фишорҳои гуногун оварда шудаанд. Масалан, дар $P = 0,101 \text{ МПа}$ барои система (эфيري диэтил + НЯК ва НБК) дар $T = 293 \text{ К}$ гармии эфيري диэтил дар аввал аз рӯи қонуни параболӣ кам шуда, баъд мувофиқи қонуни хатӣ меафзояд.
5. Дар асоси маълумоти таҷрибавӣ коэффисиенти гармидиҳӣ (критерияи А. М. Михеев) барои сопло Ловал ва эфيري диэтил ҳам дар шакли ҳолис ва ҳам бо иловаи НЯК ва НБК (0,1 то 0,5%) дар фишорҳо (0,101 ва 49,01) МПа ҳисоб карда шуд.

Боби 4. КОРКАРД ВА ЧАМЪБАСТИ МАЪЛУМОТҲОИ ТАҶРИБАВИ ОИДИ ГАРМИГУЗАРОНИ ВА ҲАРОРАТГУЗАРИ МАҲЛУЛҲОИ КОЛЛОИДИИ ОМУХТА ШУДА

Дар ин боб чамъбасти маълумоти таҷрибавӣ оид ба гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронии маҳлулҳои коллоидӣ вобаста ба ҳарорат ва фишур оварда шудааст. Вобастагии апроксиматсиониро ба даст оварда шуданд, ки робитаи байни ҳароратгузарони ва гармигузаронии маҳлулҳои коллоидии мавриди омӯзишро дар ҳарорат ва фишурҳои гуногун муқаррар карданд [117, 121, 122, 123, 128, 129, 130, 138].

4.1. Чамъбаст кардани маълумотҳои таҷрибавӣ оид ба ҳароратгузарони ва гармигузаронии маҳлулҳо вобаста ба ҳарорат ва фишур

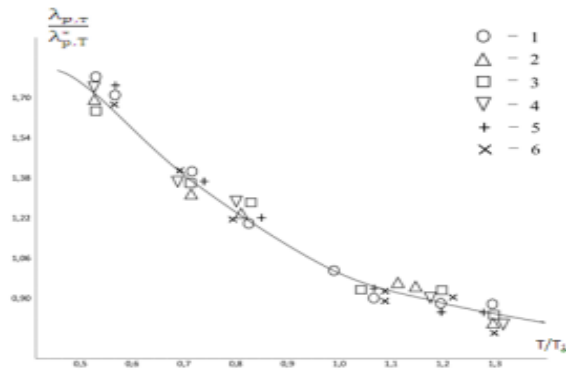
Барои муқаррар намудани робитаи байни гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронии системаи маҳлули диэтил вобаста ба ҳарорат баробарихои зерин истифода шудаанд [16, 17, 38, 41, 51, 78, 80, 82, 86, 107, 113, 116, 117, 121, 122, 123, 128, 129, 130, 138]:

$$\frac{a_{P,T}}{a_{P,T}^*} = f\left(\frac{T}{T_1}\right), \quad (4.2)$$

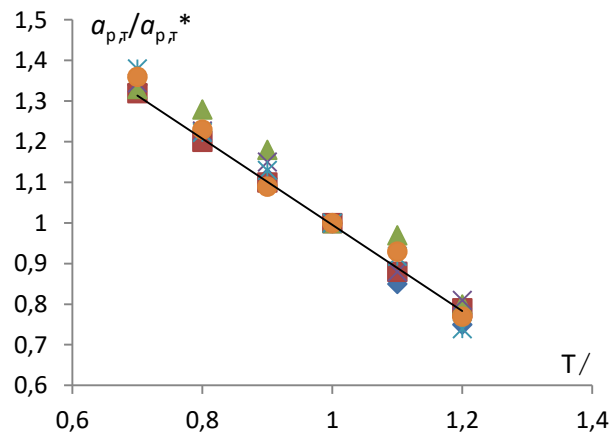
ки дар он λ , a – коэффитсиенти гармигузаронӣ, ҳароратгузаронии на мунаҳои мавриди тадқиқ қарордошта дар ҳарорат ва фишурҳои гуногун ва $\lambda^* P$, T , $a^* P$, T – киматҳои гармигузаронӣ, ҳароратгузарони дар ҳароратҳои T ва T_1 ; $T_1 = 413 \text{ K}$

Чунон, ки аз расмҳои 4.1 ва 4.2, дида мешавад, баробарихои (4.1) ва (4.2) барои системаҳои омӯхташудаи эфири диэтил ва нанонайчаҳои карбони хуб қонеъ карда шудаанд, яъне маълумоти таҷрибавӣ оид ба гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронӣ қад-қадӣ хати қачи умумӣ хуб мувофиқат мекунанд, ки онро бо муодилаҳо.

Хатҳои рост ва қачҳо дар расм 4.1 ва 4.2 - тавсиф карда бо муодилаҳои зерин ҳисоб карда мешавад:



Расми 4.1. Вобастагии нисбии гармигузаронӣ (λ/λ_1) ба ҳарорати нисбӣ (T/T_1) барои системаҳои эфирии диэтил омӯхтаи иуда ҳам дар шакли тоза ва ҳам бо илова намудани нанонайчаҳои карбонӣ: 1 - эфирии диэтил моеъ; 2 - эфирии диэтил + 0,1% нанонайчаҳои карбонӣ; 3 - эфирии диэтил + 0,2% нанонайчаҳои карбонӣ; 4 - эфирии диэтил + 0,3% нанонайчаҳои карбонӣ; 5 - эфирии диэтил + 0,4% нанонайчаҳои карбонӣ; 6 - эфирии диэтил + 0,5% нанонайчаҳои карбонӣ.

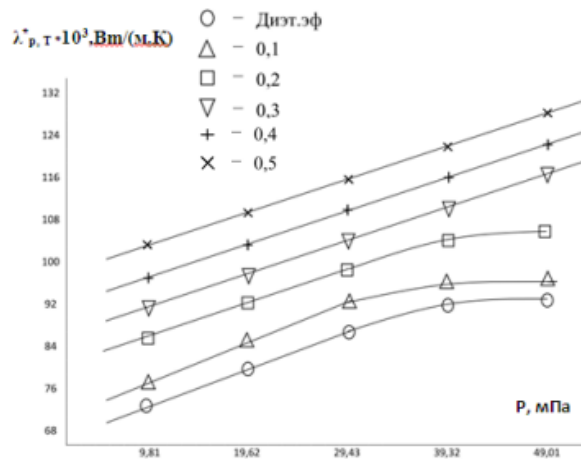


Расми 4.2. Вобастагии ҳароратузаронии нисбии (α/α_1) аз ҳарорати нисбӣ (T/T_1) барои системаҳои эфирии диэтил, ки дар шакли тоза ва ҳам бо иловаи нанонайчаҳои карбонӣ омӯхтаи мешавад: 1-эфирии моеъи диэтил; 2 - эфирии диэтил + 0,1% нанонайчаҳои карбонӣ; 3 - эфирии диэтил + 0,2% нанонайчаҳои карбонӣ; 4 - эфирии диэтил + 0,3% нанонайчаҳои карбонӣ; 5- диэтил эфир + 0,4% нанонайчаҳои карбонӣ; 6 - эфирии диэтил + 0,5% нанонайчаҳои карбонӣ

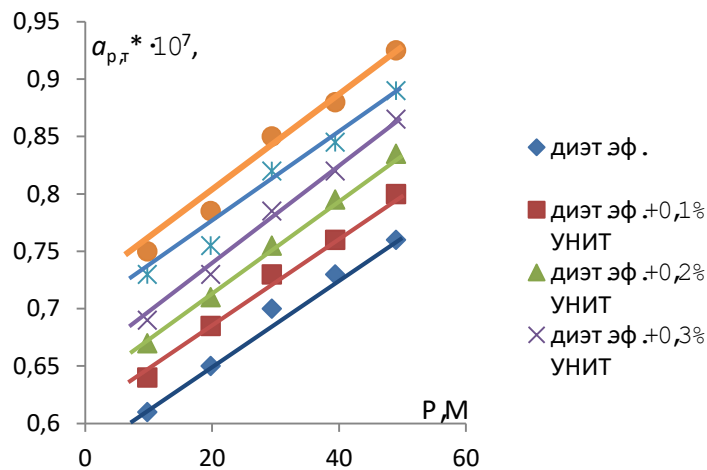
- Барои системаи эфири диэтил ва нанонайчаҳои карбони [116, 117, 121, 122, 123, 128, 129, 130, 138]:

$$a_{p,T} = (-2,66 \cdot 10^{-3} T + 2,1) \cdot a_{p,T}^* \quad (4.4)$$

фишр аст.



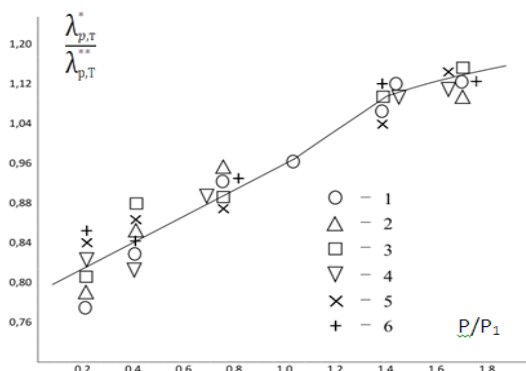
4.1 оварда иудааст



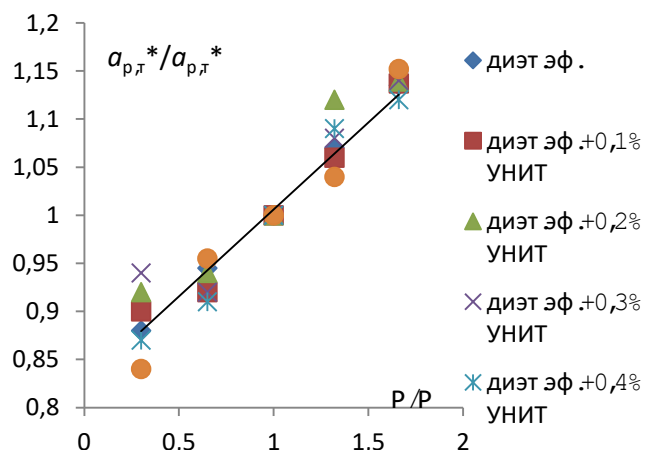
расм 4.1. оварда иудааст

ордината графикаи вобастагии ва аз он (P/P_1) тасвир карда шудааст.

Иҷро шавии функсияҳои 4.1. ва 4.2 дар расмҳои 4.5 ва 4.6. нишон дода шудааст.



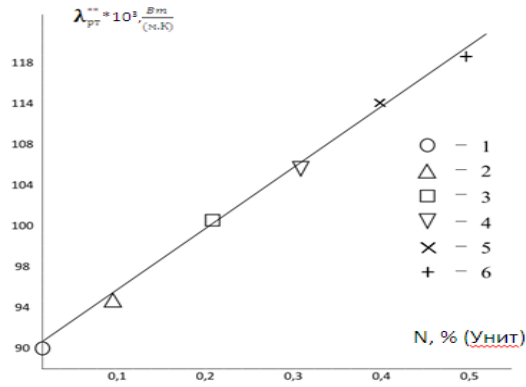
Расми 4.5 Вобаста ба намунаҳои омӯхта шуда. Ишораҳо тавре, ки дар расми 4.1. оварда шудааст



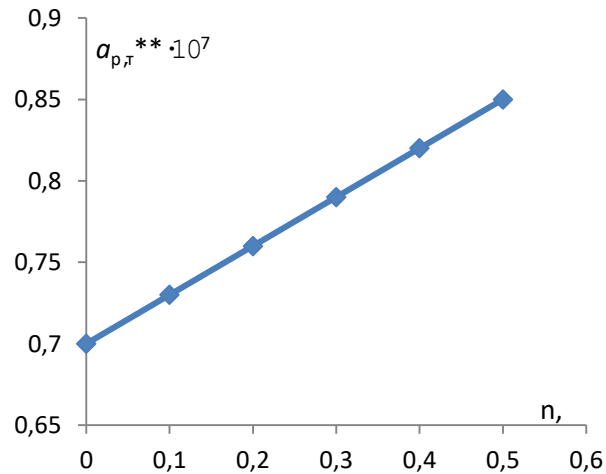
тавре, ки дар расми 4.1. оварда шудааст

Чунон, ки аз графикҳои дар расмҳои 4.5 ва 4.6, нишон дода шуда дида мешавад, маълумотҳо дар як хати рост ва хати қачи умумӣ ҷойгиранд, ки бо муодилаҳои зерин ҳисоб карда мешавад [116, 117, 121, 122, 123, 128, 129, 130, 138]:

$$\frac{a_{P,T}^*}{a_{P,T}^{**}} = 0,214 \left(\frac{P}{P_1} \right) + 0,786 \quad (4.6)$$



сияи нанонайчаҳои карбон. Ишораҳо твре, ки дар расми 4.1 оварда шудааст



ратсияи нанонайчаҳои карбони. Ишораҳо твре, ки дар расми 4.1 оварда шудааст

сияҳои консентратсияи нанонайчаҳои карбони мебошанд (ниг. Расми 4.7 ва 4.8).

$$a_{P,T}^{**} = (0,31 \cdot n_{\text{унит}} + 0,699) \cdot 10^{-7}, \text{ м}^2 / \text{с} \quad (4.8)$$

Аз муодилаи (4.5) ва (4.7) ҳосил менамоем

$$a_{P,T}^* = \left[0,214 \left(\frac{P}{P_1}\right) + 0,786\right] (0,31n + 0,699) \cdot 10^{-7}, m^2 / c \quad (4.10)$$

Аз муодилаҳои (4.3) - (4.4) бо назардошти муодилаҳои (4.5) - (4.10) барои ҳисоб гармигузарони, ҳароратгузарони маҳлулҳо вобаста ба ҳарорат, фишр ва консентратсияи нанонайчаҳои карбони [116, 117, 121, 122, 123, 128, 129, 130, 138] ҳосил карда шуд:

$$a_{P,T} = \left(-2,66 \cdot 10^{-3} T + 2,1\right) \left(0,214 \cdot (P/P_1) + 0,786\right) (0,31n + 0,699) \cdot 10^{-7}, m^2 / c \quad (4.12)$$

Бо истифода аз муодилаҳои (4.11), (4.12) имкон мегардад, ки гармигузаронӣ ва ҳароратгузарони маҳлулҳои таҷрибана шудаи тадқиқшавандаро вобаста ба ҳарорат дар ҳарорат ва фишрҳои гуногун ҳисоб кунед; барои ин шумо бояд танҳо консентратсияи нанонайчаҳои карбониро донед.

Санҷиши муодилаҳои (4.11) ва (4.12) нишон дод, ки онҳо ҳароратгузарони ва гармигузарони маҳлулҳои тадқиқшавандаро дар ҳудуди ҳарорати 293 - 653 К бо хатогии 2-5% ҳисоб кардан мумкин аст.

4.2 Ҷамъбасти маълумотҳои таҷрибавӣ оид ба коэффитсиенти гармигузарони маҳлулҳои системаи эфири диэтил ва нанонайчаҳои карбони дар ҳудуди критикии параметрҳои ҳолат

Барои ҷамъбасти маълумоти таҷрибавӣ оид ба гармигузарони системаи эфири диэтил ва нанонайчаҳои карбони дар ҳолати критикӣ қонуни мувофиқовари ҳолатро дар шакли вобастагии функционалии зерин истифода бурдем [100, 109-112, 116, 117, 121, 122, 123, 128, 129, 130, 138]:

$$\frac{a_{кр}}{a_{кр}^*} = f\left(\frac{T}{T_{кр}}\right) \text{ ва } \frac{\lambda_{кр}}{\lambda_{кр}^*} = f\left(\frac{n}{n_1}\right), \quad (4.14)$$

ки дар ин чо $a_{кр}$, $\lambda_{кр}$ - ҳароратгузаронии ва гармигузаронии маҳлули санчида- ва гармигузаронии намунаи санчишӣ дар T ; $T_{кр}$ – ҳарорат ва фишоре, ки дар он таҷриба гузаронида мегузаранд; $P_{кр} = 3,68$ МПа.

Баробарии (4.14) барои системаи эфири диэтил ва нанонайчаҳои карбони хуб қонеъ карда шудааст, яъне маълумоти таҷрибавӣ оид ба ҳароратгузаронии ва гармигузаронӣ қад-қадӣ хати қачи умумӣ хуб мувофиқат мекунад (ниг. Расми 4.9 ва 4.10):

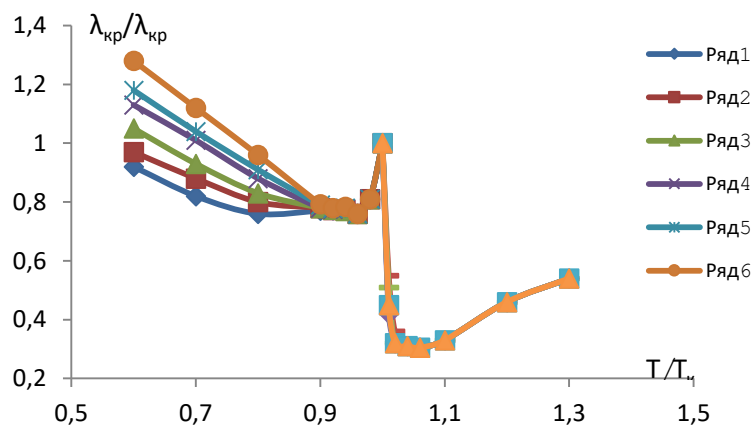
Муодилаҳои хатҳои қач дар расмиҳои 4.9 ва 4.10 нишон дода шудаанд. Чунин намудро доранд [100, 109-112, 116, 117, 121, 122, 123, 128, 129, 130, 138]:

$$\frac{\lambda_{кр}}{\lambda_{кр}^*} = \left(F \left(\frac{T}{T_{кр}} \right)^2 + D \left(\frac{T}{T_{кр}} \right) + E \right) \quad (4.15)$$

$$\frac{a_{кр}}{a_{кр}^*} = \left(A \left(\frac{T}{T_{кр}} \right)^2 + B \left(\frac{T}{T_{кр}} \right) + C \right) \quad (4.16)$$

мебошанд.

Қиматҳои коэффисиентҳои муодилаҳо (4.15) ва (4.16) дар ҷадвали 4.1 оварда шудаанд.



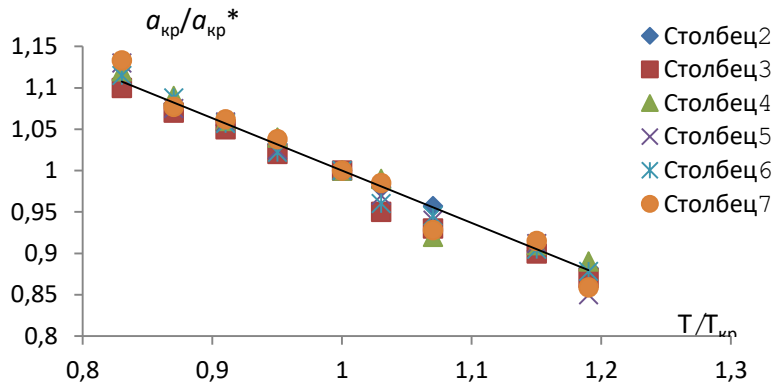
Ишораҳо тибре, ки дар расми 4.1 оварда шудааст

Ҷадвали 4.1. - Коэффитсиентҳои муодила (4.15) ва (4.16) барои системаи эфери диэтил ва нанонайчаҳои карбони дар ҳолати критикӣ

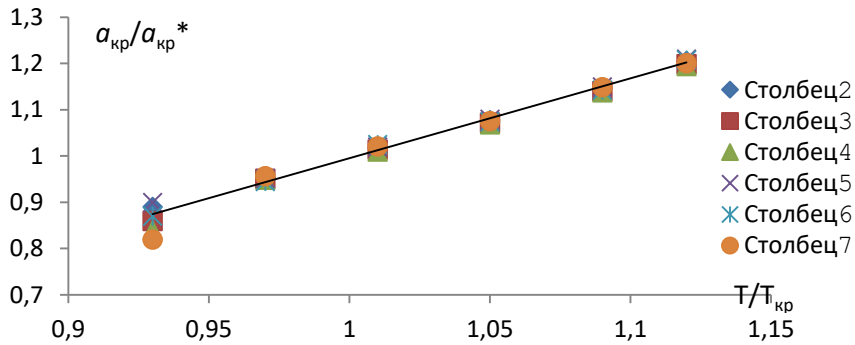
Параметрҳои мавриди омӯзишгирифга шуда	Коэффитсиентҳои муодилаи 4.15		
	<i>F</i>	<i>-D</i>	<i>E</i>
Гармигузарони, Вт/(м К)			
Барои нимаи аввали графикае, ки дар расми 4.9 нишон дода шудааст, яъне дар ҳудуди ҳарорат 293- 466К			
Эфери диэтил	3,7675	7,4550	4,5756
Эфери диэтил +0,1% НЯК	4,2024	8,0172	4,6899
Эфери диэтил +0,2% НЯК	4,2024	8,0172	4,6899
Эфери диэтил +0,3% НЯК	4,3997	8,1597	4,6252
Эфери диэтил +0,4% НЯК	4,5337	8,3097	4,6382
Эфери диэтил +0,5% НЯК	4,9179	8,8827	4,8193
Барои нимаи дуюми графикаи дар расми 4.9 оварда шуда, яъне дар доираи ҳарорати 466- 633К			
Эфери диэтил ва суспензияи он*	20,845	35,818	15,579
Эзоҳ: Тарафи рости графикаи дар расми 4.9 нишон дода шуда бо муодилаи ягонаи параболӣ тасвир шудааст, ки коэффитсиентҳои он дар боло оварда шудаанд			
Ҳароратгузарони, м ² /с			
Коэффитсиенти муодилаи 4.16			
	<i>A</i>	<i>B</i>	
T=(293-433) К, T _{кр} *=353К	1,95	-1,0	

Давоми ҷадвали 4.1		
$T=(443-513) \text{ K}$ $T_{кр}^*=466 \text{ K}$	1,823	-0,824
$T=(533-633) \text{ K}$ $T_{кр}^*=573 \text{ K}$	1,632	-0,627

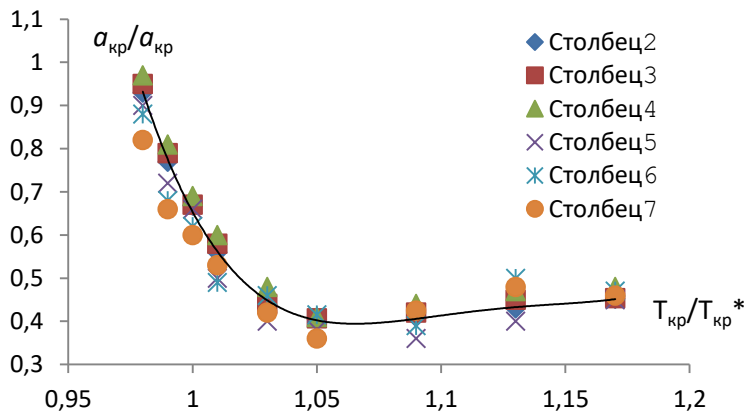
Иҷро павии функционалии ифодаҳои (4.15) ва (4.16) дар расмҳои 4.10. ва 4.11. нишон дода шудааст.



Расми 4.10. (а)

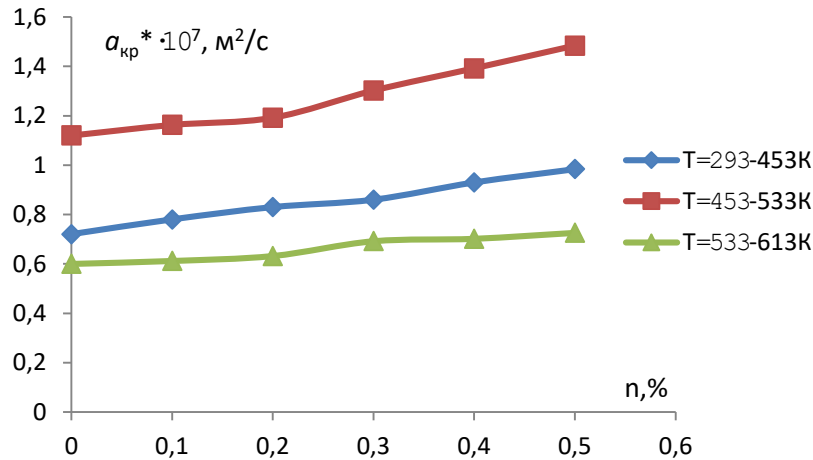


Расми 4.10. (б)



Расми 4.10. (в)

тавре, ки дар расми 4.1 оварда шудааст



Расми 4.11. Вобастагии $a_{кр} = f(n)$ барои маводҳои таҷқиқшуда. Ишораҳо тавре, ки дар расми 4.1 оварда шудааст

Хатҳои қач дар расми 4.11 нишон дода шудаанд бо муодилаҳои зерин таъриф дода шудааст [100, 109-112, 116, 117, 121, 122, 123, 128, 129, 130, 138]:

- барои коэффитсиенти гармигузаронӣ:

$$\lambda_{кр}^* = [a_0 + a_1(T) + a_2(T)^2] \cdot 10^{-3}, \left[\frac{Вт}{м \cdot К} \right] \quad (4.17)$$

- барои ҳароратгузаронӣ:

$$a_{кр}^* = [b_0 + b_1(T) + b_2(T)^2] \cdot 10^{-7}, м²/с \quad (4.18)$$

ки дар ин ҷо T интервали ҳарорати ҷеншуда барои намунаҳои мавриди омӯзиш дар соҳаи критикӣ бо K [100, 109-112, 116, 117, 121, 122, 123, 128, 129, 130, 138]:

$$\lambda_{кр} = \left(0,167 \left(\frac{n}{n_1} \right) + 0,827 \right) [a_0 + a_1(T) + a_2(T)^2] \cdot 10^{-3}, \frac{Вт}{(м \cdot К)} \quad (4.19)$$

$$a_{кр} = \left\{ A \left(\frac{T}{T_{кр}} \right)^2 + B \left(\frac{T}{T_{кр}} \right) + C \right\} [b_0 + b_1(T) + b_2(T)^2] \cdot 10^{-7}, м²/с \quad (4.20)$$

Қиматҳои коэффитсиентҳои дар муодилаҳои (4.19) ва (4.20) барои ҳолати критикии дар ҷадвали 4.2 оварда шудаанд.

Ҷадвали 4.2 - Коэффитсиентҳои a ва b барои маҳлулҳои системаи эфирӣ диэтил ва нанотубаҳои карбон дар минтақаи муҳими параметрҳои ҳолати

Параметрҳои тадқиқшуда	Коэффитсиентҳои муодилаҳои (4.19) и (4.20)				
	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4
гармигузаронӣ					
$T=(293-433) \text{ К}$ $T_{кр}^*=353 \text{ К}$	220,8	-0,286	-	-	-
$T=(443-513) \text{ К}$ $T_{кр}^*=466 \text{ К}$	-8910	38,2	-0,0409	-	-
$T=(533-633) \text{ К}$ $T_{кр}^*=573 \text{ К}$	-51,4	0,195	-	-	-
	Коэффитсиентҳои муодилаҳои (4.19) и (4.20)				
Ҳароратгузаронӣ					
	A	B	C		
$T=(293-433) \text{ К}$ $T_{кр}^*=353 \text{ К}$	1,95	-1,0	-		
$T=(443-513) \text{ К}$ $T_{кр}^*=466 \text{ К}$	1,846	-0,85	-		
$T=(533-633) \text{ К}$ $T_{кр}^*=573 \text{ К}$	1,632	-0,627	-		

Бо истифода аз муодилаҳои (4.19) ва (4.20) коэффитсиенти гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронии маҳлулҳои таҷрибана шударо вобаста ба ҳарорат ва фишр ҳисоб кардан мумкин аст, барои ин дониستاني қимати консентратсияи нанонайчаҳои карбони зарур аст.

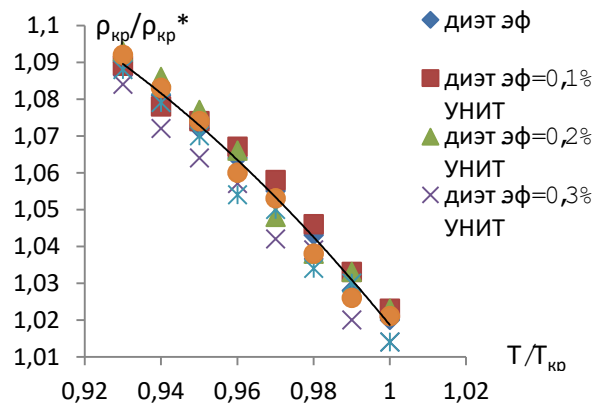
Санҷиши муодилаҳои (4.19) ва (4.20) нишон дод, ки онҳо ҳароратгузаронӣ ва коэффитсиенти гармигузаронии маҳлулҳои коллоидии тадқиқшавандаро дар интервалҳои ҳарорати (293 - 653) К бо хатогии 2-5% ҳисоб кардан мумкин аст.

4.3 Чамбасти маълумоти таҷрибавӣ оид ба зичии маҳлулҳои системаи эфири диэтил ва нанонайчаҳои карбони дар ҳудудҳои интервалҳои критикӣ

Барои чамбасти маълумоти таҷрибавӣ оид ба зичии системаи эфири диэтил ва нанонайчаҳои карбони дар ҳудуди критикӣ қонуни ҳолатҳои мувофиқоварии дар шакли функционалии зерин истифода шудааст (4.21) [100, 109-112, 116, 117, 121, 122, 123, 128, 129, 130, 138]:

$$\frac{\rho_{кр}}{\rho_{кр}^*} = f\left(\frac{T}{T_{кр}}\right), \quad (4.21)$$

ри критикӣ, ки $P_{кр} = 3,68 \text{ МПа}$.

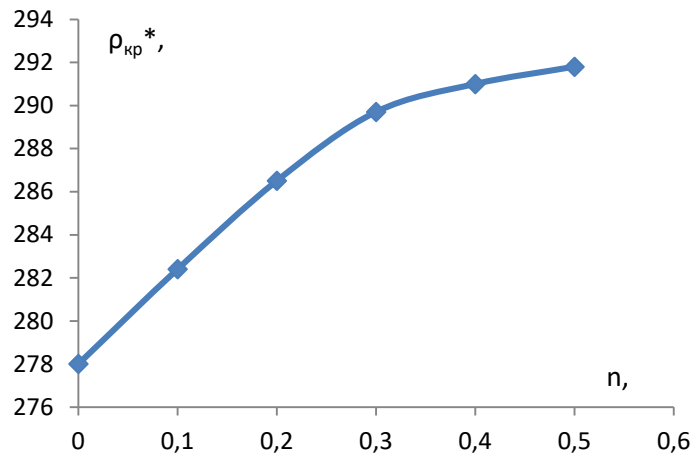


Ишораҳо тавре, ки дар расми 4.1 оварда шудааст

Ифодаи (4.21) барои системаи эфири диэтил ва нанонайчаҳои карбони яъне зичии таҷрибавӣ дар ҳамаи ҳолатҳо ба таври умумӣ хуб мувофиқат мекунад (ниг. Расми 4.12):

Муодилаи ҳамаи ҳолатҳо дар расми 4.12 нишон дода шудааст бо чунин ифода муайян карда мешавад (4.22).

бо баробарии (4.22) ҳисоб карда мешавад.



шаванда Ишораҳо тавре, ки дар расми 4.1 оварда шудааст

Хати качи дар расми 4.13 нишон дода шудааст, бо муодилаи зерин тавсиф шудааст [100, 109-112, 116, 117, 121, 122, 123, 128, 129, 130, 138]:

$$\rho_{кр}^* = [277,83 + 54,071 (n) - 52,143 (n)^2] \cdot 10^{-3}, \left[\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right] \quad (4.23)$$

ки дар ин ҷо T -интервали ҳарорати ҷеншуда барои намунаҳои мавриди омӯзиш қароргирифта мешавад, ки бо Келвин ифода шудааст.

Аз муодилаи 4.22 бо назардошти ифодаи (4.23) муодилаи эмпирикиро дар шакли зерин

$$\rho_{кр} = \left(-3,631 \left(\frac{T}{T_{кр}} \right) + 5,994 \left(\frac{T}{T_{кр}} \right) - 1,3451 \right) [277,83 + 54,07 (n) - 52,143 (n)^2] \cdot 10^{-3}, \text{кг/м}^3 \quad (4.24)$$

Бо истифода аз муодилаи (4.24) метавонем зичии маҳлулҳои таҷрибавии омӯхта шударо вобаста ба ҳарорат дар ҳудуди критикии параметрҳои ҳолат ҳисоб кунед, барои ин шумо танҳо қимати адабии консентратсияи нанонайчаҳои карбони бояд донед. Муодилаи ҳосилкарда шуда (4.24) нишон дод, ки онҳо зичии маҳлулҳои тадқиқшавандаро дар интервали ҳарорат (320 - 466) К ва фишори $P = 3,68 \text{ МПа}$ бо хатогии 0,2% ҳисоб кардан мумкин аст.

Ҷадвали 4.3 - Коэффисиентҳои a барои маҳлулҳои системаи эфири диэтил ва нанонайчаҳои карбони дар ҳудуди критикии параметрҳои ҳолат

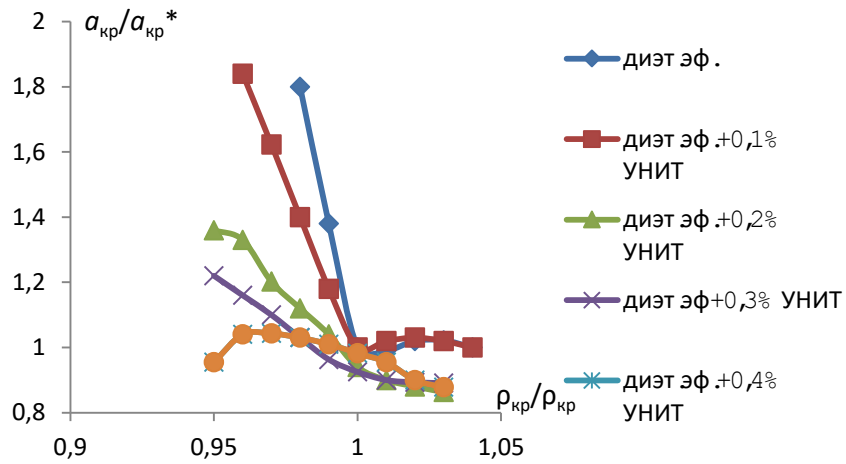
Параметрҳои омухта шаванда	Коэффитсиентҳои муодилаҳои (4.23) и (4.24)		
	a_0	a_1	a_2
Гармигузаронӣ			
$T=(293-433) \text{ К}$ $T_{кр}^*=353 \text{ К}$	220,8	-0,286	-
$T=(443-513) \text{ К}$ $T_{кр}^*=466 \text{ К}$	-8910	38?2	-0,0409

4.4 Вобастагии байни ҳароратгузаронӣ, гармигузаронӣ ва зичии эфири диэтил ва системаи нанонайчаҳои карбони

Барои ба даст овардани муодилаҳои эмпирикӣ вобаста ба ҳароратгузаронӣ ва гармигузаронии эфири диэтил мӯъби бо иловаи нанонайчаҳои карбони дар ҳудудҳои критикӣ қонуни мувофиқоварии ҳолати термодинамикӣ дар шакли зерин истифода барем [100, 109-112, 116, 117, 121, 122, 123, 128, 129, 130, 138]:

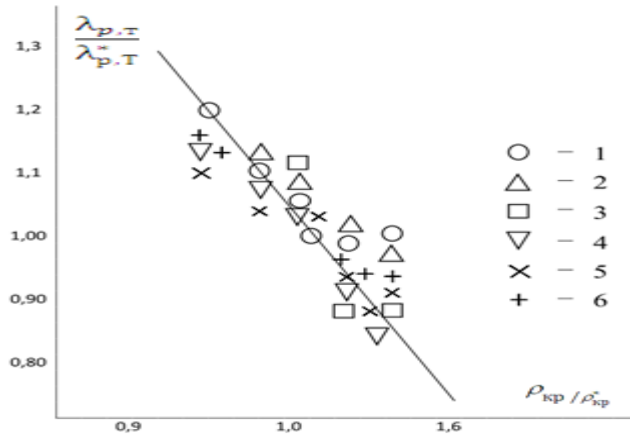
$$\frac{a_{кр}}{a_{кр}^*} = f\left(\frac{\rho_{кр}}{\rho_{кр}^*}\right) \quad (4.25)$$

(4.25) ва (4.26) дар расмҳои 4.14 ва 4.15. нишон дода шудааст.

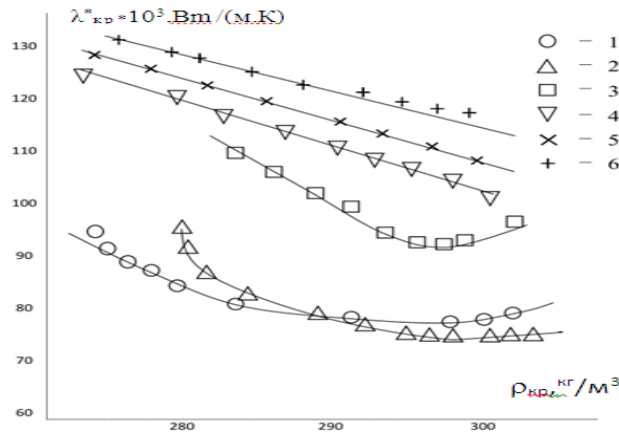


диэ тил ва нанонайчаҳои карбони Ииораҳо тивре, ки дар расми 4.1 оварда иудааст

Бо истифода аз маълумоти таҷрибавӣ оид ба гармигузаронӣ ва зичии системаҳои мавриди омӯзиш қарордода шуда, мо графики зерини вобастагии $\lambda_{cr} = f(\rho_{кр})$ сохтем (ниг. расми 4.16) [100, 109-112, 116, 117, 121, 122, 123, 128, 129, 130, 138]:



эфири диэ тил ва нанонайчаҳои карбони Ииораҳо тивре, ки дар расми 4.1 оварда иудааст



Расми 4.16 Вобастагии гармигузаронӣ аз зичии системаҳои тидқиқшаванда (эфир диэтил ва нанонайчаҳои карбони) дар ҳолати критикӣ: 1-эфир диэтил; 2-диэтил эфир+0,1% НЯК; 3 - эфир диэтил + 0,2% НЯК; 4 - эфир диэтил + 0,3% НЯК; 5 – эфир диэтил + 0,4% НЯК; 6 - эфир диэтил + 0,5% НЯК

Чунон, ки аз расми 4.16 дида мешавад гармигузаронии системаҳои эфир диэтил ва нанонайчаҳои карбони дар минтақаи муҳим мувофиқи шаклҳои гуногун тағир меёбад. Барои эфир диэтили моё бо илова кардани нанонайчаҳои карбони то 0,1 ва 0,2% (НЯК ва НБК) гармигузаронӣ ба таври экспоненсиалӣ коҳиш меёбад ва барои системаҳо (эфир диэтил + 0,3% НЯК), (эфир диэтил + 0,4% НЯК), (эфир диэтил + 0,5% НЯК), λ мувофиқи қонуни хатӣ коҳиш меёбад [100, 109-112, 116, 117, 121, 122, 123, 128, 129, 130, 138]:

Барои чамбаст кардани маълумотҳои таҷрибавӣ дар бораи гармигузаронӣ ва зичии системаҳои эфир диэтил ва нанонайчаҳои карбони дар ҳудуди критикӣ муқоиса кардани хосиятҳои гармофизикӣ, мо ифодаи функционалии зеринро истифода бурдем (4.27) [100, 109-112, 116, 117, 121, 122, 123, 128, 129, 130, 138]:

Идора шавии вобастагии функционалӣ (4. 27) дар расми 4. 15. нишон дода шудааст.

дар хати качи умумӣ ҷойгиранд [100, 109- 112, 116, 117, 121, 122, 123, 128, 129, 130, 138]:

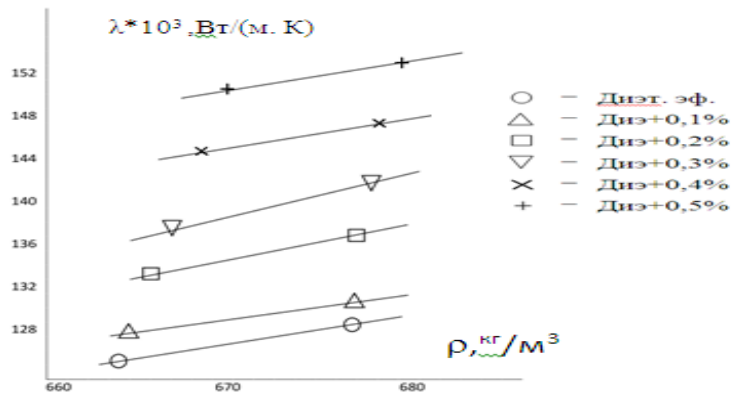
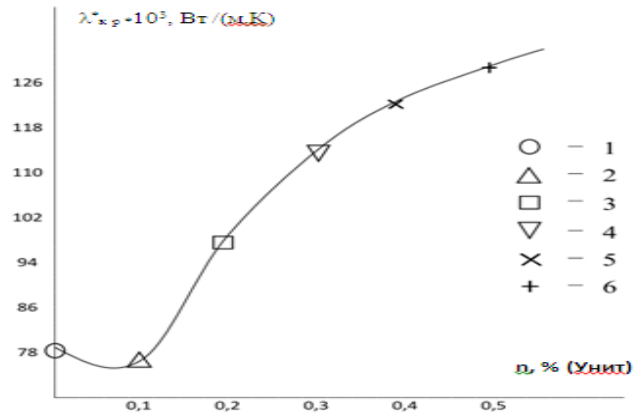
наноайчаҳои карбони мебошанд:

Хати качи дар расми 4. 17. нишон дода шудааст бо муодилаи тартиби дуҷум тавсиф карда мешавад

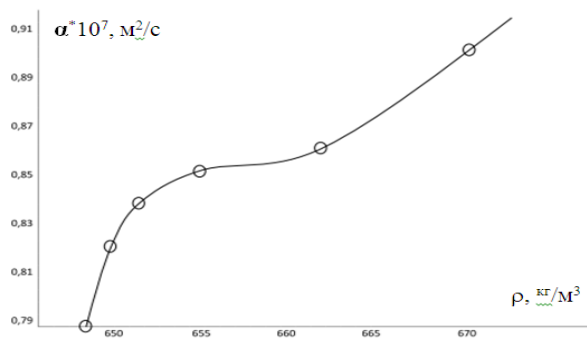
Аз муодилаи (4. 28) бо назардошти (4.29) [100, 109- 112, 116, 117, 121, 122, 123, 128, 129, 130, 138]:

Бо истифода аз муодилаи коррелятсияҳои (4. 30) мумкин аст, ки гармигузаронии намунаҳои тадқиқшавандаро дар ҳудуди критикии параметрҳои ҳолат бо хатогии 2–3 % ҳисоб намоем, барои ин дониستاني консентратсияи наноайчаҳои карбони зарур аст ва зичии онҳо дар минтақаи муҳим [100, 109- 112, 116, 117, 121, 122, 123, 128, 129, 130, 138]:

Қоркарди графикӣ- таҳлилии маълумоти таҷрибавӣ, ки дар расмҳои 4. 18, 4. 19 нишон дода шудааст, ки онҳо ба қачҳои алоҳида мувофиқат мекунанд, ки бо полиномҳои дараҷаи чорум, ки шакли зерин доранд мувофиқ мебошанд [100, 109- 112, 116, 117, 121, 122, 123, 128, 129, 130, 138]:



Расми 4.18 Вобастиги коэффитсиенти гармигузаронӣ аз зичии маводҳои тадқиқшаванда. Ишораҳо твре, ки дар расми 4.1 оварда шудааст



Расми 4.19 Вобастагии ҳарорагузарони ба зичии (, кг/м³) маҳлулҳои тадқиқшаванда дар фишори P = 0.101 МПа. Ишораҳо твре, ки дар расми 4.1 оварда шудааст

Қиматҳои коэффитсиентҳои муодилаҳо (4.31) – (4.33) дар ҳудудҳои критикӣ дар ҷадвалҳои 4.4 ва 4.5 оварда шудаанд.

Ҷадвали 4.4 - Коэффитсиентҳои полиномии дараҷаи чорум барои системаи эфири диэтил ва нанонайчаҳои карбони дар ҳудуди критикӣ

На муна		Коэффитсиенти муодилаи (4.32)				
		$a_0 \cdot 10^6$	$a_1 \cdot 10^6$	$a_2 \cdot 10^6$	$a_3 \cdot 10^6$	$- a_4 \cdot 10^6$
1	Эфири диэтил	- 1.651	6.682	1.0	0.682	0.172
2	Эфири диэтил + 0.1% НЯК	- 1.346	5.404	0.813	0.544	0.136
3	Эфири диэтил + 0.2% НЯК	-0.335	1.341	0.201	0.134	0.034
4	Эфири диэтил + 0.3% НЯК	- 1.820	0.731	0.110	0.073	0.0184
5	Эфири диэтил + 0.4% НЯК	0,227	0.906	0.135	0.089	0.023
6	Эфири диэтил + 0.5% НЯК	0,227	0.906	0.135	0.089	0.023

Ҷадвали 4.5- Коэффитсиентҳои полиномии дараҷаи чорум барои маҳлулҳои системаи эфири диэтил ва нанонайчаҳои карбони дар ҳудуди критикӣ

Образцы		Коэффитсиенти муодилаи (4.33)				
		$b_0 \cdot 10^6$	$b_1 \cdot 10^6$	$b_2 \cdot 10^6$	$b_3 \cdot 10^6$	$- b_4 \cdot 10^6$
1	Эфири диэтил	- 1.651	6.682	1.0	0.682	0.172
2	Эфири диэтил + 0.1% НЯК	- 1.346	5.404	0.813	0.544	0.136

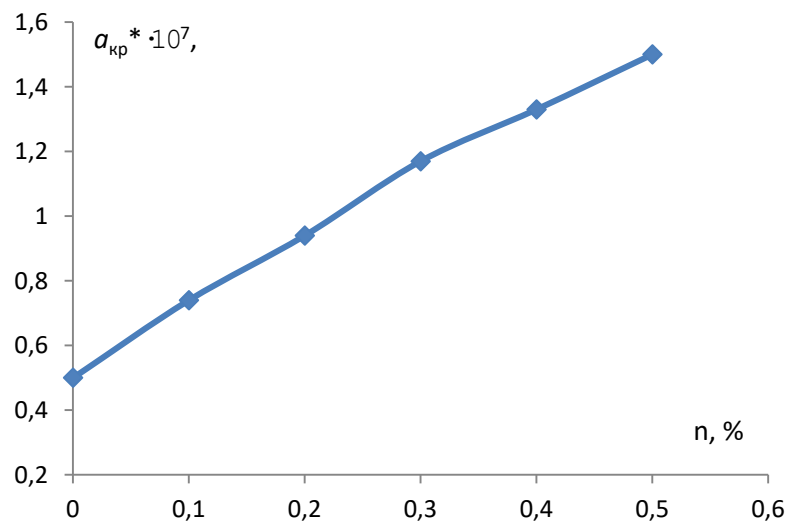
Давоми ҷадвали 4.5						
3	Эфири диэтил + 0.2% НЯК	-0.335	1.341	0.201	0.134	0.034
4.	Эфири диэтил + 0.3% НЯК	- 1.820	0.731	0.110	0.073	0.0184
5.	Эфири диэтил + 0.4% НЯК	0.227	0.906	0.135	0.089	0.023
6.	Эфири диэтил + 0.5% НЯК	0.227	0.906	0.135	0.089	0.023

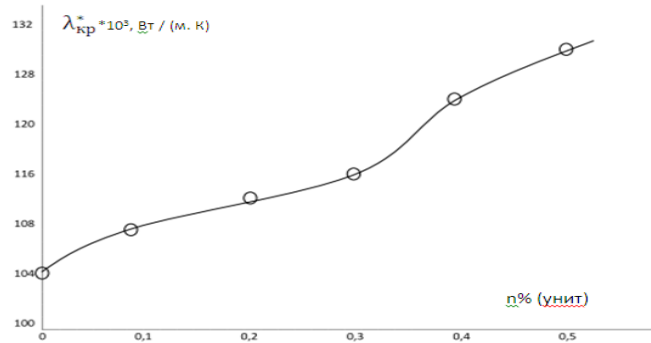
ҳои консентратсияи наноайчаҳои карбони мёбошанд (ниг. Расми 4.20 ва 4.21).

Муодилаи хатҳои рости дар расмҳои 4.17 ва 4.18 нишон дода шудааст. Ҷағли зерин доранд [100, 109-112, 116, 117, 121, 122, 123, 128, 129, 130, 138]:

$$a_{кр}^* = (1,94 \cdot n + 0,5) \cdot 10^{-7}, \text{ м}^2/\text{с} \quad (4.34)$$

$$\lambda_{кр}^* = (-0,0336 (n_{\text{унит}})^2 + 0,0673 n_{\text{унит}} + 0,101), \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}) \quad (4.35)$$





Аз муодилаҳои (4.32) ва (4.33) бо назардошти (4.34) ва (4.35) барои ҳисоб кардани ҳароратгузаронӣ ва гармигузаронии системаи эфири диэтил ҳам дар шакли холис ва ҳам бо илова кардани нанонайчаҳои карбони (НЯК ва НБК), дар ҳудуди параметрҳои ҳолат ҳосил менамоем [100, 109-112, 116, 117, 121, 122, 123, 128, 129, 130, 138]:

Дар асоси муодилаҳои (4.34) ва (4.35) ва ифодаҳои (4.36) ва (4.37) муодилаҳои эмпирикии зеринро ба даст овардан мумкин аст:

Минбаъд, дар муодилаҳои (4.38) ва (4.39) мо ифодаи (4.36 ва 4.37)-ро ҳамчун асос истифода бурда, муодилаи нимгаҷрибавӣ гирифтаем, ки ба мо имкон медиҳад ҳароратгузарони ва гармигузаронии ҳам маводҳои омӯхташуда ва ҳам омӯхтана шудаи эфири диэтилно бо илова намудани нанотубаҳои карбон (НЯК ва НБК) дар ҳудуди параметрҳои ҳолати (293-673) К ва фишори

$P = 3,68 \text{ МПа}$, бо хатогии 2-3% ва дар нуқтаҳои муайян ин хато $\sim 5,2\%$ ҳисоб намоём

Бо истифода аз муодилаҳои (4.38) ва (4.39) ҳароратгузаронӣ ва гармигузарони бо хатогии то 4% маводҳои омӯхташуда вобаста ба фишр дар ҳароратҳои гуногун ҳисоб карда мешавад. Барои ин шумо бояд танҳо қимати консентратсияи нанонайчаҳо, зичии маводҳоро маълумотро дар ҷадвали 4.2 ва 4.3. доништар зарур аст.

4.5. Ҳароратгузарони эфири диэтил моеъ + системаи нанонайчаҳои карбони вобаста ба ҳарорат ва фишр

Коркард ва ҷамъбасти кардани ҳароратгузаронии эфири диэтили моеъ ҳам дар шакли тоза ва ҳам бо иловаи нанонайчаҳои карбони (НЯК ва НБК), вобаста ба ҳарорат ва фишр бо истифода аз қонуни мувофиқоварии ҳолат зарур мешавад ва консентратсияи нанонайчаҳои карбони. Ба ҳамин монанд, мо муодилаҳои эмпирикии зеринро ба даст меорем [129, 130, 138]:

Қиматҳои коэффитсиенти муодилаи (4.40) дар ҷадвали 4.6 оварда шудаанд.

Ҷадвали 4.6 - Қимати коэффитсиентҳои муодилаи (4.40)

E	0,101	0,108
F	0,772	0,793

Бо истифода аз муодилаи (4.40) шумо метавонед ҳароратгузаронии маҳлулҳои эфири диэтили санҷиданашударо дар ҳарорат ва фишрҳои гуногун ҳисоб кунед. Барои ҳисоб кардани ҳароратгузаронӣ дар болои барои ин бояд ҳарорат, фишр ва қимати ҷадвали 4.5 бидонед [129, 130, 138]:

4.6 Вобастагии байни ҳароратгузаронӣ ва зичии наномоеъ, дар фишори атмосфера омӯхта шаванда.

Барои муқаррар кардани робитаи байни гармигузаронӣ ва ҳароратгузарони ҳарорати системаҳои тадқиқшаванда дар фишори атмосферӣ, маълумоти таҷрибавиро дар шакли вобастагии функционалии зерин коркард кардем [123, 128, 129, 130, 138]:

$$\frac{\lambda}{\lambda_1} = f\left(\frac{\rho}{\rho_1}\right) \quad (4.41)$$

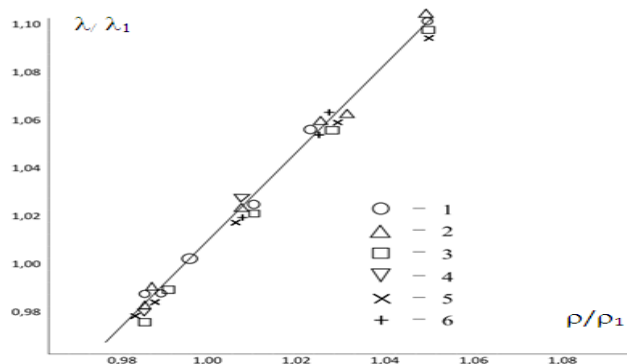
$$\frac{\alpha}{\alpha_1} = f\left(\frac{\rho}{\rho_1}\right), \quad (4.42)$$

ки дар он λ , α - гармигузаронӣ, ҳароратгузаронии маҳлулҳои тадқиқшаванда дар зичии ρ ва ҳарорати T ; λ_1 , α_1 - гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронии маҳлулҳо дар зичии ρ_1 ва ҳарорати T_1 ; $T_1 = 413 \text{ K}$ (ρ_1 - зичӣ дар ҳарорати T_1).

Имконияти вобастагии функционалӣ (4.41) ва (4.42) барои маводҳои тадқиқшуда дар расмҳои 4.22, 4.23. нишон дода шудааст.

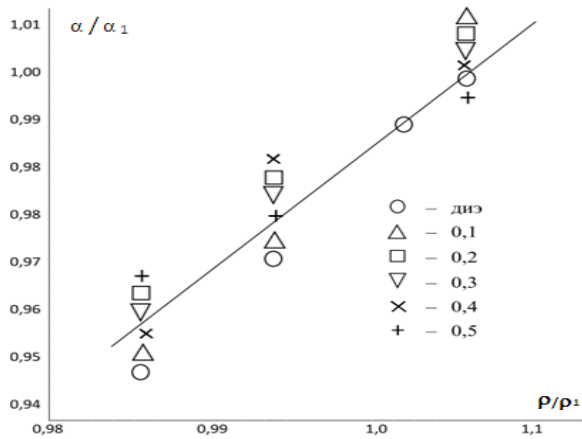
Муодилаҳои ин хатҳои рост ва қач барои намунаҳо инҳоянд:

- Барои гармигузаронӣ [123, 128, 129, 130, 138]:
- Барои ҳароратгузарони:



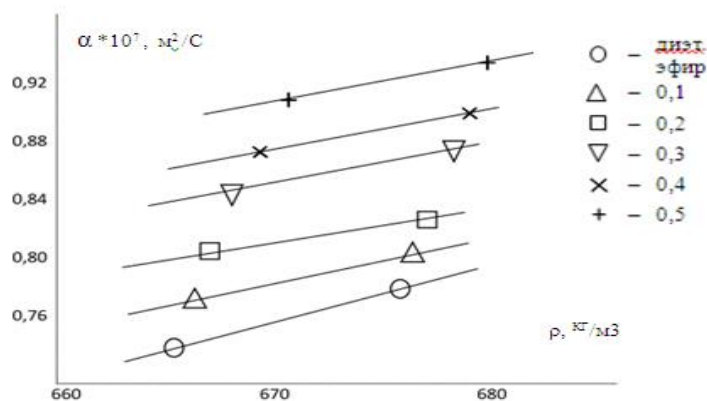
Расми 4.22 Вобастагии гармигузаронии нисбӣ (λ/λ_1) ба зичии нисбии (ρ/ρ_1) маҳлулҳои тадқиқшаванда дар фишори атмосфера: 1 - эфирӣ диэтил; 2 -

э фири диэ тил + 0,1 % нанонайчаҳои карбони; 3 - э фири диэ тил + 0,2 % нанонайчаҳои карбони; 4 - э фири диэ тил + нанонайчаҳои карбони 0,3 % 5 – э фири диэ тил + 0,4 % нанонайчаҳои карбони; 6 - э фири диэ тил + 0,5 % нанонайчаҳои карбони



Расми 4.23. Вобастагии хароратузаронии нисбии (α/α_1) ба зичии нисбӣ (ρ/ρ_1) барои маҳлулҳои тадқиқоти дар фишори атмосферӣ. Ишораҳо тавре, ки дар расми 4.16 оварда шудааст

Дар асоси маълумоти таҷрибавӣ оид ба хароратузаронии маҳлулҳои тадқиқшаванда, мо графикҳои вобастагии зеринро сохтем (ниг. Расми 4.24) [123, 128, 129, 130, 138]:



Расми 4.24. Вобастагии ҳароратузаронии маводҳои тадқиқшаванда аз зичии ρ , $\text{кг}/\text{м}^3$ дар фишори $P = 0,101$ МПа. Ишораҳо тавре, ки дар расми 4.16 оварда шудааст

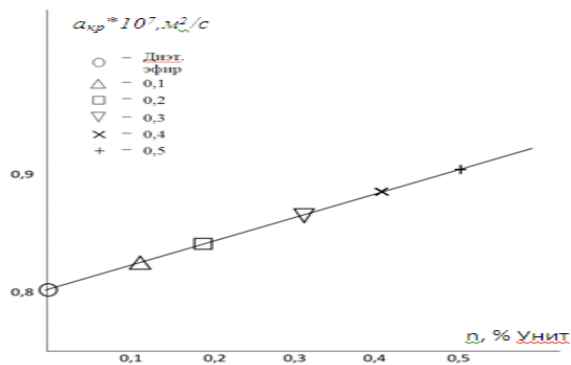
Ғайр аз он, барои коркард ва ҷамъбасти қардани графикҳои дар расми 4.30.

нишон дода шуда ифодаи (4.42) истифода шуд ва вобастагии таносуби зерин ба даст омад (ниг. Расми 4.24) [123, 128, 129, 130, 138]:

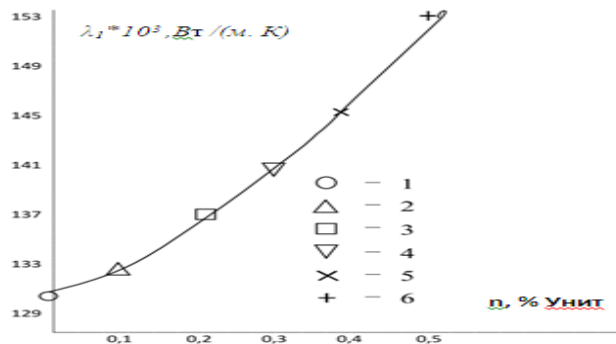
Таҳлили қиматҳои ададии α нишон дод, ки онҳо функцияҳои консентратсияи нанонайчаҳо мебошанд (ниг. Расмҳои 4.25 ва 4.26).

Муодилаи ҳароратгузаронӣ ва гармигузаронии маҳлулҳои системаи эфири диэтил ва нанонайчаҳои карбонӣ дар ҳарорати T_1 чунин шакл дорад:

Аз муодилаҳои (4.43), (4.44) бо назардошти муодилаҳои (4.45), (4.46) барои ҳисоб кардани ҳароратгузарони ва гармигузаронии маҳлулҳои тадқиқшаванда вобаста ба зичии онҳо дар фишор ва ҳарорати атмосфери ҳосил менамоем [123, 128, 129, 130, 138]:



Расми 4.25. Вобастагии a^* аз консентратсияи нанонайчаҳои карбонӣ (НЯҚ ва НБК) дар фишори атмосфера 1 - эфири диэтил + НЯҚ, 2 - эфири диэтил + НБК



Расми 4.26. Вобастагии λ^* ба консентратсияи нанонайчаҳои карбонӣ дар фишори атмосфера: 1 - эфири диэтил; 2 - эфири диэтил + 0,1% НБК; 3 -

эфири диэтил + 0,2% НБК; 4 - эфири диэтил + 0,3% НБК; 5 - эфири диэтил + 0,4% НБК; 6 - эфири диэтил + 0,5% НБК

- Барои ҳароратгузаронӣ:

- Барои гармигузаронӣ:

Бо истифода аз муодилаҳои (4.47), (4.48) ҳароратгузарони ва гармигузаронии маҳлулҳои коллоидҳоро дар таҷриба омӯхтана шударо вобаста ба зичии консентратсияи гуногуни нанонайчаҳо бо хатогии 1,6 - 3,8% ҳисоб кардан мумкин аст.

Хулоса ба боби чорум

1. Донишҷӯи қиматҳои ҳароратгузаронӣ ва коэффитсиенти гармигузаронии моеъҳо, суспензияҳо ва наномоеъҳои коллоидӣ барои ҳисобкуниҳои муҳандисӣ ҳангоми сохтани мошинҳои нав, ҳисоб кардани самаранокии онҳо зарур аст. Онҳо дар илми ракетасозӣ барои ҳисоб кардани хосиятҳои гармофизикӣ заруранд, чунинчун, омӯзиши коэффитсиенти гармигузаронӣ ҳангоми набудани ҷӯшидани моеъ дар роҳи хунуккунӣ ва ғайраҳо низ истифода бурда мешавад [116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123].
2. Маълумоти таҷрибавӣ, ки дар рафти тадқиқот ба даст омадаанд ва модели математикии тағйироти характеристикаҳои гармофизикӣ (коэффитсиенти гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронӣ) ҳаҷми таҷрибаҳои гаранбаҳо, аз ҷумла дар таҷҳизоти нодирро хеле кам мекунанд. Дар асоси хосиятҳои омӯхта шудаи наномоеъҳо ва модел, системаҳои вобастагии ҳисобшуда ва характеристикаҳои гармофизикии маводҳо ба даст оварда шуданд: масалан, коэффитсиенти гармигузаронӣ вобаста ба ҳарорат ва фишр ва консентратсияи чунинчун. Ин имкон дод, ки барои тарҳрезии маводҳо, муҳаррикҳои ҳавопай-

мой (ХДМ), аз ҷумла истифодаи ин маводи тарҳҳои мувофиқ бошанд [116, 117, 118, 119, 122, 123, 124, 125, 126, 130, 131, 138].

3. Дар асоси натиҷаҳои бадастомада қонунҳои умумии тағйирёбии хосиятҳои гармофизикӣ аз тағйирёбии ҳарорат, фишр, аз ҷумла ҳолати критикӣ ва концентратсияи нанонайчаҳо муқаррар карда шудаанд. Маълумоти додасуда метавонад дар ҳисобкуниҳои гармофизикӣ ва гармиинтиқолдиҳи дар металлургия, мошинсозӣ, энергетика, химия ва дигар соҳаҳои технологияи нав, барои коркарди мавод ва маснуоти нав, барои пешгуи хосиятҳо ва эътимоднокии сохторҳо истифода шавад [117, 119, 122, 126, 128, 129, 130, 131, 138].
4. Дар аввал тағйирёбии гармигузаронӣ ва диффузияи гармии наномоеҳои эфири диэтил + нанонайчаҳои карбон (НЯК ва НБК) дар доираи ҳарорат (293-573) К ва фишр (0, 101-49, 01) МПа, аз ҷумла суперкритики, дар минтақаи муҳим ва supercritical параметрҳои давлатӣ [118, 119, 120, 122, 130, 131, 135].
5. Дар асоси назарияи монанди дар шакли додасуда вобастагҳои апроксимаксирни ба даст оварда шуданд, ки дар ҳуди ҳарорати коэффисиентҳои гармигузаронӣ ва ҳароратгузарони барои ҳама маҳлулҳои коллоидии тадқиқшаванда истифода бурданмумкин аст [120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 130, 131, 132].
6. Байни зичӣ, гармигузаронӣ ва ҳароратгузарони дар ҳароратҳо ва фишрҳои гуногуно, наномоеҳо ва таркибҳои онҳо, инчунин дар минтақаи критикӣ ва суперкритикии параметрҳои ҳолат муодилаҳои таҳлилий муқаррар карда шудаанд.

НАТИЧАҲО ВА ХУЛОСАҲОИ АСОСӢ

1. Дастгоҳҳои таҷрибавӣ барои чен кардани гармигузаронӣ (речаи гармжунии мунтазам ва ноқили тафсон), ҳароратгузаронӣ (усули акалориметр) такмил дода шуд, ки имкони чен кардани тавсифҳои пешзикршудаи (λ , a) маҳлӯлҳои аз ҷиҳати химиявӣ фаъол, инчунин системаҳои дорои иловаҳои гуногуни нанонайчаҳои карбонӣ (НЯК) ва (НБК) дар параметрҳои васеи ҳолат бо назардошти ҳудудҳои бӯҳронӣ ва баъди бӯҳронии параметрҳои ҳолатро медиҳад [1- М3- М5- М6- М8- М9- М11- М12- М13- М14- М16- М17- М18- М20- М22-М].
2. Санҷиши модели математикии ғайрестатсионарии алоқамандии гармидиҳӣ миёни ядроӣ бикалориметр ва силиндри беруна бо роҳи муқоисакунӣ натиҷаи ҳисобкунӣ бо маълумотҳои таҷрибавӣ маълум ва маълумотҳои ҳисобкардашудаи дигар муаллифон иҷро карда шуд. Муқоисаи натиҷаҳо нишон медиҳад, ки умуман, мувофиқати қаноатбахшро нишон медиҳад [2- М4- М6- М8- М9- М15- М19- М21- М23-М].
3. Аввали маротиба маълумотҳои таҷрибавӣ оид ба гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронии системаҳои эфери диэтил бо иловаи то 0,5% нанонайчаҳои карбонӣ (НЯК) ва (НБК) дар ҳароратҳои (298-673) К ва фишורי (3,68) МПа ба даст оварда шуд [1- М3- М5- М10- М].
4. Нишон дода шуд, ки гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронии наномоеҳои коллоидии дар ҳарорати додашуда бо зиёдшавии фишор, ҳарорат ҳангоми доимӣ будани фишор афзуда ва бо зиёдшавии ҳарорат кам мешавад. Пайраҳи миқдории тағйирёбии гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронии наномоеҳои коллоидии тадқиқотӣ бо тағйирёбии параметрҳои ҳолат оварда шудаст [1- М3- М5- М6- М8- М9- М11- М12- М13- М].
5. Муқаррар карда шуд, ки гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронии системаҳои тадқиқотӣ дар ҳудуди бӯҳронӣ ба таври аномалӣ меафзоянд; нишон дода шуд, ки иловаи нанонайчаҳои карбонӣ дар моеҳои органикӣ ба тағйирёбии хосиятҳои эфери диэтил, яъне илована-мудани нанонайчаҳои кар-

- бонӣ (НЯК) ва (НБК) сабаби зиёдшавии гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронии эфири диэтил дар тамоми параметрҳои ҳолат мегардад [1- М5- М8- М11- М13- М16- М18- М20- М22- М].
6. Ҳангоми коркарди маълумотҳои таҷрибавӣ дар асоси қонуни монандии термодинамикӣ ва қонуни мувофиқоварии ҳолат оид ба гармӣ -, ҳароратгузаронии объектҳои тадқиқотӣ дар параметрҳои гуногуни ҳолат (фишр, ҳарорат, консентратсия) як қатор муодилаҳои эмпирикӣ ба даст оварда шуд [2- М4- М6- М8- М9- М15- М19- М21- М23- М].
7. Барои ҳисобкунии гармигузаронӣ амсилаҳои Максвелл, Дулнев Г. Истифода шуд; дар асоси маълумотҳои таҷрибавии хосиятҳои гармофизикии намунаҳои тадқиқотӣ аввалин маротиба критерияҳои Прандтл ва Михеев дар ҳарорат ва фишрҳои гуногун ҳисоб карда шуд [1- М3- М10- М12- М13- М14- М15- М19-М].
8. Натиҷаҳои ассосии назариявӣ ва таҷрибавии тадқиқотҳои таҷрибавӣ барои татбиқ дар ташилотҳои саноати истехсолии гуногуни Ҷумҳурии Тоҷикистон, инчунин дар раванди таълими Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик МС. Осимӣ ва Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи Садриддин Айни истифода мешаванд (Санадҳои тадбиқ замима гардидаанд).

Тавсияҳо барои истифодаи амалии натиҷаҳо

1. Намудҳои нави таҳияшудаи асбобҳои ченкуниро (усули ноқили тафсон, асбобҳои муайян кардани коэффитсиенти эффекивии гармигузарони вобаста ба ҳарорат дар фишрҳои гуногун) барои омӯзиши гармигузаронии наномоеъҳои мавриди омӯзиш истифода мекунанд (актҳои иҷроӣ дар рисолаҳои замима карда мешаванд)
2. Маълумоти таҷрибавӣ оид ба гармигузаронӣ, ҳароратгузаранда ва зичии эфири моеъи диэтил ҳам дар шакли ҳолис ва ҳам дар таркибаш то 0,5% (НЯК) ва (НБК) дар ҳарорати (298 - 673) К ва фишри (3,68) МПа ба даст

оварда шудааст, ҳангоми ҳисоб кардани реаксияҳои химияви дар коллекторҳои офтобии навъи нав ва тартиб додани модели математикӣ ҳамчун маълумот истифода мешаванд (ду патенти хурди Ҷумҳурии Тоҷикистон гирифта шудааст).

3. Ҷадвалҳои муфассали хоситҳои гармофизики (коэффитсиенти гармигузаронӣ, ҳароратгузарони)-и наномоеҳои аз ҷиҳати техникӣ муҳими коллоидӣ дар асоси эфери диэтили моеъ ва дорои то 0,5%(НЯК) ва (НБК) дар ҳарорат (298-673) К ва фишр (3,68) МПа тартиб дода шудаанд, ки таҷриботҳои лоиҳакашӣ дар равондҳои гуногуни технологи истифода бурда метавонанд.
4. Вобастагии апримаксиматсионӣ ба дастомадаро барои ҳисоб кардан ва пешгӯии гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронии наномоеҳои дар таҷриба омӯхта шуда дар доираи васеи тағирёбии параметрҳои ҳолати (ҳарорат, консентратсияи пуркунанда ва зичии), аз ҷумла ҳолатҳои критикӣ ва суперкритики истифода бурдан мумкин аст.
5. Моделҳои математикӣ барои ҳисоб кардани вақти гармкунии сохтори саҳти табдилдиҳандаи каталитикӣ бо назардошти тақсимои ҷараёни гармӣ дар ҷараёни гармидиҳии ғайриватсионӣ таҳия ва пешниҳод карда шудааст.

РУЙХАТИ МАНБАИ МАЪЛУМОТҲОИ ИСТИФОДАШУДА

1. **Barratt, T., Nettleton H** //International Critical Tables, I. T. Barratt, H Nettleton//.-1929.- V.5. –P. 227.
2. **Варгафтик Н Б** Справочник по теплопроводности жидкостей и газов /НБ Варгафтик, Л. П Филиппов, А А Тарзиманов, Е Е Тоцкий – М: Энергоатомиздат, 1990. – 352 с.
3. **Исаченко, В П** Теплообмен при капельной конденсации пара: /В П Исаченко// Диссдокт. техн наук. М: МЭИ, 1970.- 260 с.
4. **Козлов, А Д** Разработка и внедрение в народное хозяйство системы нормативно-справочных данных о термодинамических свойствах технически важных газов, жидкостей и смесей: Автореф дис ..д-ра техн наук. - /А Д Козлов// М, 1986.-48с.
5. **Козлов, А Д** Деятельность ГСССД по обеспечению народного хозяйства данными о свойствах веществ и материалов.// /А Д Козлов// Информ бюл. ГСССД - М- Вып. 8-9. - С 7-10.
6. **Сафаров, М М** Теплофизические свойства простых эфиров и водных растворов гидразина в зависимости от температуры и давления. /Махмадали Махмадиевич Сафаров// Дис. ... д-ра техн наук – Душанбе, 1993. –495 с.
7. **Мухамедзянов, Г. Х,** Теплопроводность органических жидкостей /Г. Х Мухамедчанов, А А Тарзиманов, А Г. Усманов// Справочник. - М, 1972.-86с.
8. **Зотов, В В** Скорость звука в жидких углеводородах, /ВВ Зотов, ЮФ Меликов, Г. А Мелников, ЮА Неручев// Курск: КГПУ. 1995.- 77с.
9. **Неручев, ЮА,** Оценка достоверности теплофизических характеристик органических веществ в критической области Химия и компьютерное моделирование. /ЮА Неручев, Болотников М Ф// Бутлеровские сообщения. 2002. №,- С 138-139.

10. Сафаров, ММ Теплофизические свойства простых эфиров / ММ Сафаров, МА Зарипова// LAPLAMBERT academic Publishing GmbH & Co. KG, - Germany. 2012. -144с. ISBN 978-3-8484-2739-0.
11. Филлипов, Л П К вопросу об измерении теплопроводности жидкостей и газов / Л П Филлипов// Вестник МГУ. Физика. – 1953. - №9. – С 48 – 53.
12. Шашков, А Г., Методы определения теплопроводности и температуропроводности / А.Г.Шашков, Г. В Волохов, Т. Н Абраменко, В. Т. Козлов// М: Энергия, 1973. – 336 с.
13. Варгафтик, НБ Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей / НБ Варгафтик// М: ФМЛ, 1963. 708с.
14. Варгафтик, НБ Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей / НБ Варгафтик// М: Наука, 1972. -720 с.
15. Голубев, И Ф Бикалориметр для определения теплопроводности газов и жидкостей при высоких давлениях и различных температурах / И Ф Голубов// Тепло энергетика. – 1963. - №12 – С 78 –82.
16. Zari pova, MA Experimental study of the thermal conductivity of hydrazinehydrate at high values of the state parameters / MM Safarov, MA Zari pova // Measurement Techniques, 1993, Volume 36, Number 4, -P. 435-438.
17. [http/ webbook. ni st.gov](http://webbook.nist.gov).
18. Арсланов, В А, Экспериментальная установка для исследования теплопроводности газов при температурах до 773 К и давлениях до 200 МПа / В А Арсланов, АА Тарзиманов// Труды КХТИ – 1971. – Вып. 47. – С 150 –156.
19. Боровик, Е Н Формула для теплопроводности жидкостей / Е Н Боровик// ЖЭТФ –1948. – Т. 18. – С 48.
20. Вебер, НЕ Untersuchungen über die Wärmeleitung in Flüssigkeiten// Chem Bd. 10, herausg. Von G. Wedemann, 1880, H5. S 103. 1973. – 336 с.
21. Васильев, Л Л, Теплофизические свойства плохих проводников тепла. / Л Л Васильев, ЮБ. Фрайман// – Минск: Наука и техника, 1967. – 174 с.

- 22. Васильев, Л Л,** Теплофизические свойства пористых материалов. / Л Л Васильев, С С Танаева// – Минск: Наука и техника, 1971. – 267 с.
- 23. Zari pova, MA** Density of systems (ethylenglicol + water+ hydrazine) at the pressure and temperature / M M Safarov, MA Zari pova, A Davlatov, MT Turgunboev, U Karamat ul oev// 15- ASMETPS, USA Boulder, 2003. - P. 742-747.
- 24. Зарипова, МА** Экспериментальные установки для измерения теплопроводности и плотности водных растворов гидразина и фенилгидразина / М М Сафаров. МА Зарипова, Имони Бахроми Маниш А Н Нурматов// Монография: - Иран.-Изд Эсхаг, Тегераң, пл Эгилаб, 2013.-238с.
- 25. Кондратьев, Г.М** Регулярный тепловой режим / Г. М Кондратьев// – М: ГИТТЛ, 1954.-408с.
- 26. Кондратьев, Г.М** Тепловые измерения. – М: Машгиз, 1957. – 244 с.
- 27. Карслоу, Г. С,** Егер Д К Теплопроводность твердых тел / Под ред. А А Померанцева//: Пер. со 2-го англ изд – М: Наука, 1964. – 487 с.
- 28. Кудрявцев, Е В,** Нестационарный теплообмен / Е В Кудрявцев, Н В Шуманов, К Н Чекалев// – М: Изд-во АН СССР, 1961. – 158 с.
- 29. Кондратьев, Г.М** Приложение теории регулярного охлаждения двухсоставного шара к определению теплопроводности плохих проводников тепла / Г. М Кондратьев// Изв. АН СССР, отд техн наук – 1950. - №4. - С 536 – 542.
- 30. Лыков, А В** Теория теплопроводности / А В Лыков// – М: Вышш шк., 1967. - 559 с.
- 31. Лавров, И В,** Результаты исследования теплопроводности некоторых природных газов Средней Азии / И В Лавров, В В Шубин// Теплофизические свойства газов. – М: Наука, 1970. – С 28 – 30.
- 32. Мухамедзянов, Г. Х,** Экспериментальное исследование теплопроводности нормальных спиртов. / Г. Х Мухамедзянов, А А Тарзиманов, А Г. Усманов// Изв. ВУЗов. Нефть и газ. – 1964. - №1. – С 73 – 76.

- 33. Мухамедзянов, И Х,** Установка для измерения теплопроводности органических жидкостей при высоких давлениях. /И Х Мухамедзянов, Г. Х Мухамедзянов// Труды КХТИ – 1969. – Вып. 43. – С 24 – 27.
- 34. Мухамедзянов, Г. Х,** Теплопроводность органических жидкостей /Г. Х Мухамедзянов, А АТарзиманов, А.Г. Усманов// Справочник - М, 1972.-86с.
- 35. Хакимов, Д Ш** Зависимость теплофизических, оптических и реологических свойств растворов системы бендандиизопрпиловых эфир от концентрации углеродных нанотрубок при различных температурах и давлениях. /Дилшод Шодиевич Хакимов// Дисс. К.т.н, Душанбе, 2021, 155.
- 36. Michels, A,** Method for the determination of thermal conductivity of gas at high pressures, A A Botzen /A Michels, A A Botzen// Physics. – 1952. – Vol. 18 - P. 605 –612
- 37. Мустафаев, Р. А** Теплофизические свойства углеводородов при высоких параметрах состояний /Р. А Мустафаев//–М: Энергия, 1980. –296 с.
- 38. Михеев, М А** Основы теплопередачи /М А Михеев//– М: Госэнергоиздат, 1956. –396 с.
- 39. Нуриддинов, З** Теплофизические свойства фталевой кислоты в зависимости от температуры и давления. /Зиедулло Нуриддинов// Дис ...к. т. н – Душанбе, 1991. – 185с.
- 40. Нуриддинов, З** Теплофизические свойства фталатов в зависимости от температуры и давления: /Зиедулло Нуриддинов// Автореф дис. ...к. т. н – Баку, 1991. –20 с.
- 41. Тейлор, Дж** Введение в теорию ошибок /Дж Тейлор//Пер. с англ канд физ.-мат. наук Л.Г. Деденко. – М: Мир, 1985. –272с.
- 42. Филлипов, Л П** Исследование теплопроводности жидкостей /Л П Филлипов//– М: Ид-во МГУ, 1970. –239 с.
- 43. Филиппов, П И** Методы определения теплофизических свойств твердых тел /П И Филиппов, А МТимофеев//–Новосибирск: Наука, 1976. –101 с.
- 44. Харламов, А Г.** Теплопроводность высокотемпературных теплоизоляторов. /А.Г. Харламов//– М: Атомиздат, 1979. – 100 с.

45. http://crab.rutgers.edu/~naslen/Courses/PChe mI/12_Thermo_Data_Tables/Thermo.table.1.pdf.
46. **Цькало, А Л** Термодинамические свойства гидразина. / А Л Цькало, В К Савенков и др.// – Рук. деп. в ВИНТИ №536.-74с.
47. **Мджидов, Х** Теплопроводность диэтилового эфира в зависимости от температуры и давления. / Х Мджидов// Сб. Физика жидкостей и растворов. Душанбе. 1982.-65с.
48. **Терехов, В И,** Механизм теплопереноса в наножидкостях: современное состояние проблемы (Обзор). Ч 1. Синтез и свойства наножидкостей. / И В Терехов, С В Калинина, В В Леманов// Теплофизика и аэромеханика, 2010, Том 17, №. - С 1-15.
49. **Кондратьев Г.М** Регулярный тепловой режим / Г.М Кондратьев// – М: ГИТТЛ 1954. 408с.
50. **Кондратьев, Г.М** Тепловые измерения. / Г. М Кондратьев// – М: Машиз, 1957. –244 с.
51. **Чудновский, А Ф** Теплофизические характеристики дисперсных материалов. / А Ф Чудновский// – М: Физматгиз, 1962. – 456 с.
52. **Сафаров, М М.** Теплофизические свойства простых эфиров в широком интервале параметров состояния (теплопроводность и плотность). Монография / М М Сафаров, К Д Гусейнов. //Книга 1. –Душанбе, 1996. –196с.
53. **Зарипова, М А** Автоматизированный теплофизический комплекс для измерения теплопроводности жидкостей при высоких параметрах состояния / М М Сафаров, С Б Дуброхотов, М А Зарипова// Метрология, №8, - М, 1994, - С 13-19.
54. **Зарипова, М А** Тепло- и температуропроводность магнитных жидкостей при атмосферном давлении / Д С Джураев, М М Сафаров, М А Зарипова, Х А Зоиров// Вестник Таджикского технического университета им Академика МС Осими - Душанбе, 2009, 2 (6).- С 6-10.
55. **Зарипова, М А** Влияние температуры, давления и магнитного поля на изменение теплопроводности магнитных жидкостей / Д С Джураев, М М

- Сафаров, М А Зарипова, Х А Зоиров// Вестник Таджикского технического университета им академика М С Осими - Душанбе, 2009, 3 (7).- С 9-14.
- 56. Зарипова, М А** Применение уравнения Тейта для расчета теплопроводности водных растворов системы «вода-герметик» / М М Сафаров, Ш А Аминов, М А Зарипова, ШЗ. Нажмудинов// Вестник Таджикского технического университета им академика М С Осими – Душанбе, 4(12).-2010.- С 8-15.
- 57. Зарипова, М А** Теплопроводность, теплоемкость системы гидразингидрата + некоторых окисей металлов в зависимости от давления / Х А Зоиров, М А Зарипова, М М Сафаров// Вестник Таджикского национального университета, (научный журнал), Душанбе, «Сино», Душанбе, 2012. - С 108-114. ISSN 2074-1847/- 1/1(77).
- 58. Зарипова, М А** Влияние наночастицы фуллерен (C_{60}), некоторых переходных металлов и их окисей на изменение теплопроводности низкозамерзающих топлив при различных температурах и давлениях (Обзор и эксперимент). / Иман Бахром Маниш М А Зарипова, М М Сафаров, Н Б Давлатов, А С Назруллоев, Х А Зоиров// Материалы 5 Международная научная Интернет-конференция, Актуальные проблемы биохимии и бионано-технологии Казань-2014. С 66-76.
- 59. Зарипова, М А** Влияние наножелеза на изменение теплопроводности жидкого гидразингидрата при умеренных и высоких параметрах состояния. При оптимизации парогенераторов ТЭЦ / М М Сафаров, М А Зарипова, Иман Бахроми Маниш// Вестник Таджикского технического университета им академика М С Осими Душанбе, 2014.- 3(27), ISSN 2075-177X- С 19-24.
- 60. Зарипова, М А** Теплопроводность и плотность водных растворов гидразина / М М Сафаров, Х Маджидов, М А Зарипова, А В Картавченко// Сб. научных работ. Вып. №. 1992 г. Курган-Тюбе, С 39-41.
- 61. Зарипова, М А** Расчет теплопроводности электролитов в зависимости от концентрации растворителя при атмосферном давлении/ М М Сафаров, М

- А Зарипова// Труды преподавателей и сотрудников ДГПИ им К Джураева.- Душанбе, 1993.- С 8
- 62. Зарипова, М А** Теплофизические свойства водных растворов гидразина / М М Сафаров, М А Зарипова// Сборник трудов Курган-тюбинский Государственный университет, 1996.- №.- С 38-45.
- 63. Зарипова, М А** О механизме передачи тепла в водных растворов, азозина / М М Сафаров, М А Зарипова, М Т. Тургунбоев// Сборник трудов Курган-тюбинский государственный университет им Н Хисрав, 1997.- С 14-15.
- 64. Зарипова, М А** Влияние нано ферромагнитных материалов на изменение теплопроводности теплоносителей / Д С Джураев, М М Сафаров, М А Зарипова, Х А Зоиров// Материалы международной научной конференции «Координационные соединения и аспекты их применения», посвященной 50-летию химического факультета (30-31 октября 2009г.), Душанбе, 2009,- С 111-112.
- 65. Зарипова, М А** Влияние температуры и давления на изменение теплопроводности водных растворов / М М Сафаров, М А Зарипова, М Т. Тургунбоев, Т Р. Тиллоева// Материалы научно-теоретической областной конференции посвященной Дню знания, год образования и технических знаний Курган-Тюбе, 2010. - С 190-192.
- 66. Зарипова, М А** Теплопроводность и плотность несимметричного диметилгидразина при различных температурах и давлениях / М М Сафаров, М А Зарипова, М Т. Тургунбоев, З Н Ёдалиева// Материалы республиканской научно-теоретической конференции, Курган-Тюбе, 2011.- С 287-291.
- 67. Зарипова, М А** Расчет коэффициентов переноса массы импульса и кинетической энергии газообразного гидразингидрата и его продукты разложения / М М Сафаров, Х А Зоиров, Ш А. Аминов. Имам Бахроми Маниш// Материалы 8 Международной теплофизической школы посвященный 60 -

летию профессора Сафарова М М Душанбе- Тамбов 8-13 октября 2012. - С 206-208.

- 68. Зарипова, М А** Влияние некоторых окисей металлов на изменение молекулярной диффузии гидразингидрата / М М Сафаров, Х А Зоиров. М А Зарипова// Труды 8- школы семинара молодых ученых и специалистов академика РАН В Е Алмасова. Казань, 2012. - С 66-69.
- 69. Зарипова, М А** Влияние наноразмерной окиси железа (Fe_2O_3) на изменение теплофизических свойств гидразингидрата / М М Сафаров, М А Зарипова, Х А Зоиров.// Материалы 8 Международной теплофизической школы, посвященный 60 - летию профессора Сафарова М М 8-13 октября 2012, Душанбе- Тамбов. - С 115-117.
- 70. Зарипова, М А** Молекулярная диффузия системы (наноразмерная Al_2O_3 + гидразингидрат) / М М Сафаров, М А Зарипова. Х А Зоиров.// Материалы Республиканской научно- практической конференции, посвященной 16 сессии Верховного Совета, 15 - летию мира и национального согласия Республики Таджикистане и 2012г. -года развития энергетики. Курган- тьюбе- 2012. - С 32-36.
- 71. Зарипова, М А** Расчет и оптимизация теплового реактора с учетом интенсификации рабочего тела (гидразина+фуллерен C_{60}) и (моторное масло + силикагель) / М М Сафаров, М А Зарипова, Н Б Давлатов, Ф Х Насруллоев, А С Назруллоев// Материалы Республиканской научно- практической конференции ”Ломоносовские чтения”, посвященной 1150- летию ученого в области химии и медицины Абубакра Закирие Розы (24-25 апреля 2014г.), Филиал МГУ, Душанбе, 2014. - С 26-28.
- 72. Зарипова, М А** Расчет аддитивной схемы теплоты сгорания компонентов азотсодержащего топлива / М М Сафаров, М А Зарипова, Иман Бахром Маниш Н Б Давлатов, А С Назруллоев, Т.Р. Тиллоева, Х А Зоиров.// Материалы Девятая Международная теплофизическая школа, Теплофизические исследования и измерения при контроле качества веществ, материалов и изделий, 6-11 октября 2014, Душанбе, - С 270-272.

- 73. Зарипова, МА** Влияние оксида меди на изменение теплопроводности жидкого гидразина / М М Сафаров, МА Зарипова, А С Назруллоев, Н Б Давлатов, Х А Зоиров// Материалы Девятая Международная теплофизическая школа, Теплофизические исследования и измерения при контроле качества веществ, материалов и изделий, 6-11 октября 2014, Душанбе, - С 273-277.
- 73. Зарипова, МА** Влияние фуллерена C_{60} на изменение теплопроводности жидкого гидразина в широком интервале параметров состояния / М М Сафаров, МА Зарипова, Н Б Давлатов, Т. Р. Тиллоева// Материалы Девятая Международная теплофизическая школа, Теплофизические исследования и измерения при контроле качества веществ, материалов и изделий, 6-11 октября 2014, Душанбе, - С 456-467.
- 74. Зарипова, МА** Влияние фуллерен C_{60} на изменение теплопроводности жидкого гидразина в широком интервале параметров состояния / М М Сафаров, МА Зарипова, Н Б Давлатов, Т. Р. Тиллоева// Материалы 14 Российской конференция (с международным участием) по теплофизическим свойствам веществ, Том 1, Казань, 2014. - С 48-49.
- 75. Зарипова, МА** Влияние нанометалла (Co) и УНГ на изменение теплопроводности диметилгидразина при различных температурах и давлениях / М М Сафаров, МА Зарипова, Иман Бахроми Маниш/ Материалы 7 – Международной научно-практической конференции “Перспективы развития науки и образования, посвященной 20-летию Конституции Республики Таджикистан и 90 – летию г. Душанбе, 23-24 октября 2014. - С 154-157.
- 76. Зарипова, МА** Теплопроводность относительно чистых нанокристаллических нанопорошков, изготовленных из непереходных и переходных металлов. / МА Зарипова, М М Сафаров, Иман Бахроми Маниш Т. Р. Тиллоева, Б М Махмадиев// Сборник 3 Международная научно-техническая конференции “Современные методы и средства исследований теплофизических свойств веществ” Санкт-Петербург-2015. - С 69-70.

- 77. Зарипова, М А** Влияние наночастицы на изменение теплопроводности гидразингидрата в зависимости от температуры при атмосферном давлении // М А Зарипова, Т. Р. Тиллоева, Н Б Давлатов, М М Сафаров, Иман Бахроми Мниш/ Сборник материалов научно-практической конференции, посвященной 1150-летию персидско-таджикского ученого-энциклопедиста, врача, алхимика и философа Абу Бакра Мухамада ибн Закария Рози/ Институт химии АН Республики Таджикистан, 2015. - С 121-125.
- 78. Голубев, И Ф,** Труды ЭНИ им Есьмена АН Аз ССР. /И Ф Голубев, Я М Назиев// – Баку, 1962. – Т. 15. – С 70 –73.
- 79. Понамарев, С Д** Расчеты на прочность в машиностроении. / С Д Понамарев// – М Мшгиз, 1952. – 28с.
- 80. Гусейнов, К Д** Исследование термодинамических свойств ряда кислородосодержащих органических веществ в широком интервале параметров состояния: / Камал Дадашогли Гусейнов.// Дисс .д-ра. т.н- Баку, 1979. – 392с.
- 81. Kraussold, N** Fereschung Gebiete Yugh. W–1934. – Vol. 5. - №4. –186s.
- 82. Мень, А А,** Сергеев О А Лучистый кондуктивный теплообмен в среде с селективными оптическими свойствами / А А Мень, О А Сергеев// Теплофизика высоких температур. – 1971. – Т.9, вып. 2. – С 353 – 359.
- 83. Polts, H** Die Wärmeleitfähigkeit von Flüssigkeiten III. Abhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit von der Schichtdicke bei organischen Flüssigkeiten// International Journal of Heat and Mass Transfer. – 1965. - Bd. 8. - №4. –S. 609 –620.
- 84. Филиппов, П И** Методы определения теплофизических свойств твердых тел / П И Филиппов, А М Тимофеев// –Новосибирск: Наука, 1976. –101 с.
- 85. Нурмагамедов, Т. Н** Метод и средства контроля водорастворимых оснований гидротехнических сооружений / Т. Н Нурмагамедов// Дисс ...к. т. н., Химки – 2021. 151с.
- 86. Парфенов, В Г.** Регрессионный и корреляционный анализ. Обработка результатов наблюдений при измерениях. / В Г. Парфенов// Учеб. пособие. ЛНТМД –Л, 1983. – 78с.

- 87. Стальнов, П И** Метод повышения точности физико-химических измерений. / П И Стальнов// Тезисы докладов/ Вторая международная теплофизическая школа. 25-30 сентября 1995 – Тамбов. - С 238.
- 88. Гуломов М М** Влияние углеродных нанотрубок на изменение тепло-, температурапроводности и плотности жидкого диэтилового эфира/ М М Гуломов//, Дисс ...к.т.н Душанбе, 2021, 157с.
- 89. Казанский М Ф** Водяной термостат фото тиратронами автотерморегулятором / М Ф Казанский// Научные записки Киевского государственного педагогического института. Сер. Физико-математика. -1948. – Т. IV №3. -с. 127-137.
- 90. Давлатов Н Б** Результаты экспериментальных исследований и методика расчета теплофизических свойств гидразина и его смесей с фуллеренами / В А Алтуниц, Н Б Давлатов, М А Зарипова, И Н Алиев, М Л Яновский// Вестник КГТУ им А Н Туполева, 2019, №3. –с. 39-51
- 91. Шингарев, Р. В.** Экспериментальное исследование теплопроводности сжатых природных газов и углекислот: /Р. В Шингарев// Дис канд техн наук В-Т-1952 – 147с.
- 92. Зарипова, М А** Расчет температурапроводности простых эфиров в зависимости от температуры и давления / М М Сафаров, М А Зарипова// Измерительная техника, №9, 1997, - М, С 41-43.
- 93. Зарипова, М А** Термодинамические свойства магнитных жидкостей в зависимости от температуры при атмосферном давлении / Д С Джураев, М М Сафаров, М А. Зарипова, Х А Зоиров// Вестник Таджикского национального университета (научный журнал).- Душанбе. «Сино», 2010. 3(59).- С 161-164.
- 94. Зарипова, М А** Расчет температурапроводности водных растворов азотина при различных температурах и давлениях / М М Сафаров, М А Зарипова, М Т Тургунбоев, Х А Зоиров// Вестник Таджикского государственного педагогического университета им С Айни, №5, (41) 2011, - С 9-18.

- 95. Зарипова, МА** Температуропроводность коллоидного раствора нано серебра в зависимости от давления при комнатной температуре / М М Сафаров, МА Зарипова, Т.Р. Тиллоева, Х А Зоиров, Д С Джураев// Измерительная техника. 2012, №, С 51-53.
- 96. Зарипова, МА** Влияние углеродных нанотрубок на изменение температуропроводности воды / М М Сафаров, МА Зарипова, М М Анакулов// Вестник Таджикского государственного педагогического университета им С Айни, Душанбе, 2012. - №, - С 14-18.
- 97. Зарипова, МА** Влияние температуры, давления и концентрации нанонаполнителей на изменение теплофизических свойств углеродосодержащих растворителей / Вестник Таджикского технического университета им академика М С Осими. – Душанбе, 2015. - 1(29), С 10-18. ISSN 2075-177X
- 98. Зарипова, МА** Теплофизические свойства гидразинзамещенных водных растворов в широком интервале параметров состояния / М М Сафаров, МА Зарипова, М.Т. Тургунбоев// Сб. трудов Технологического университета Таджикистана. Душанбе, 1996. - Вып. 11- С 52.
- 99. Зарипова, МА** Расчетный метод определения теплоты парообразования водных растворов гидразина / З В Кобулиев, М М Сафаров, МА Зарипова// Материалы 11- Международной научно-практической конференции «Перспективы развития науки и образования в XXI веке», часть 2, ТГУ им акад. М С Осими, 2006. - С 66-69.
- 100. Зарипова, МА.** Влияние нанопористых никелевых катализаторов на изменение температуропроводности гидразингидрата в зависимости от давления и вектора индукции магнитного поля / М М Сафаров, МА Зарипова, Х А Зоиров, ШЗ. Нажмудинов// Сб. трудов международной конференции «Фазовые переходы, критические и нелинейные явления в конденсированных средах». Махачкала, 21-23 ноября 2010. - С. 143-146.
- 101. Зарипова, МА** Расчет коэффициентов переноса массы, импульса и кинетической энергии газообразного гидразингидрата и его продукты разложения / М М Сафаров, Х А Зоиров, Имам Бахроми Маниш// Матери-

алы 8 Международной теплофизической школы, посвященный 60 - летию профессора Сафарова М М Душанбе-Тамбов 8-13 октября 2012. - С 206-208.

- 103. Зарипова, МА** Влияние некоторых окисей металлов на изменение молекулярной диффузии гидразингидрата / М М Сафаров, Х А Зоиров, М А Зарипова// Труды 8-школы семинара молодых ученых и специалистов Академика РАН В Е Алемасова. Казань, 2012. - С 66-69.
- 104. Зарипова, МА** Влияние наноразмерной окиси железа (Fe_2O_3) на изменение теплофизических свойств гидразингидрата / М М Сафаров, МА Зарипова, Х А Зоиров// Материалы 8 Международной теплофизической школы, посвященный 60 - летию профессора Сафарова М М 8-13 октября 2012, Душанбе-Тамбов. - С 115-117.
- 105. Зарипова, МА.** Исследование температуропроводности нанокристаллической меди / М М Сафаров, МА Зарипова, Иман Бахром Маниш/ Материалы Девятая Международная теплофизическая школа, Теплофизические исследования и измерения при контроле качества веществ, материалов и изделий, 6-11 октября 2014, Душанбе, - С 468-470.
- 106. Зарипова, МА** Температуропроводность наножидкостной системы низкотемпературного топлива и фуллерен C_{60} / М М Сафаров, МА Зарипова, Н Б Давлатов, Х А Зоиров// Материалы 7- Международной научно-практической конференции “Перспективы развития науки и образования, посвященной 20-летию Конституции Республики Таджикистан и 90 – летию г. Душанбе, 23-24 октября 2014. - С 147-151.
- 107. Гинзбург, А С** Теплофизические характеристики пищевых продуктов. / А С Гинзбург, МА Громов, Г. И// Красновская Справочник. М Агропромиздат, 1990, 287с.
- 108. Сафаров, М М** Теплофизические свойства простых эфиров (монография). / М М Сафаров, МА Зарипова// ISBN 978-3-8484-2739-0, Lap Lambert, 2012. - 142с

- 109. Варгафтик, НБ** Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей / НБ Варгафтик// - М: Наука, 1972.-720 с.
- 110. Zari pova, MA.** Temperature conductivity of hydrazine hydrate at the concentration of nano catalic Ti O₂. / H A Zoirov, M A Zari pova, M M Safarov, T. R Till oeva// Program and Extended abstracts, of 31th Thermal conductivity conference, 19th International Thermal expansions symposium June 26-30, 2011, Saguenay, Quebec, Canada, - P.16
- 111. Zari pova, MA** Applications: Influence of Carbon nanotube to exchange thermophysical properties of hydrazinehydrate (rocket fuel) in dependence temperature and pressures. / H A Zoirov, M M Safarov, M A. Zari pova, M M Anaqul ov// Shankhay, Chi na, July, 2011, -P. 456-457.
- 112. Zari pova, MA** Thermal conductivity of water /ethylhydrazine solutions. / M M Safarov, M A Zari pova, T. R Till oeva, H A Zoirov.// Conference book 30-International Thermal Conductivity Conference and 18 International; Thermal Expansion Symposium Pittsburg Pennsylvani a USA August 29–September 2, 2009, -P.26
- 113. Зарипова, МА.** Применение критерии Нуссельта для обработки экспериментальных данных и определение коэффициента теплоотдачи / МА Зарипова, Т.Р. Тиллоева, Х А Зоиров и др.// Материалы республиканской научно-практической конференции «Современные проблемы химии, химической технологии и металлургии», Душанбе, 2009, - С 39-41.
- 114. Гуломов, М М** Влияние углеродных нанотрубок на изменение тепло-, температуропроводности и плотности диэтилового эфира. / Мсрур Мирзохонович Гуломов// Дисск. т. н, Душанбе, 2017.-132с.
- 115. Ахундов, Т С** Исследование теплофизических свойств углеводородов ароматического ряда. / Тахир Сабирович Ахундов// Автореф дисд-ра техн наук М:-1974.-57с.
- 116. Raj abova, D Sh.** Computer modeling of heat transfer process for nanofluids. / M M Safarov, M M Gul omov, D Sh. Raj abova, S. S Rafiev e.t.// 4 International computer simulation, Chi na, 2017, -p. 56.

- 117. Раджабова, Д Ш** Термическая стабильность фуллеритов и расчет потенциала Леннарда-Джонса. / М М Сафаров, М М Гуломов, **Д Ш Раджабова**, Д Ш Хакимов/ Политехнический вестник. Серия Интеллект. Инновации. Инвестиции. Душанбе, № (40) – 2017. -С 66-77.
- 118. Раджабова, Д Ш** Термодинамические свойства газообразных простых эфиров при различных температурах. Эксперимент и численные методы / М М Сафаров, М М Гуломов, М А Зарипова, **Д Ш Раджабова**, Х Х Ойматова и др.// Материалы международной научно-практической конференции «Независимость-основа развития энергетики стран» 22-23 декабря 2017 года, Хатлонская область, Бохтарский район, Республика Таджикистан Псвященный к празднованию дня энергетиков. - С 139-142.
- 119. Раджабова, Д Ш** Исследование испаряемость жидкостей и их температуры кипения. / М М Сафаров, Дж А Зарипов, М М Гуломов, **Д Ш Раджабова**, М А Зарипова.// Материалы международную конференцию «Актуальные проблемы современной физики» посвященной 80-летию памяти Заслуженного деятеля науки и техники Таджикистана, доктора физико-математических наук, профессора Нарзиева Б Н, Душанбе, 2018, - С 215-216.
- 120. Раджабова, Д Ш** Математическое моделирование процесса сгорания и тепловыделения в цилиндре двигателя. / М М Холиков, М М Сафаров, М М Гуломов, **Д Ш Раджабова** и др.// Материалы Республиканской научно-практической конференции “Техника и технология: основные проблемы, достижения и иновации”, Душанбе, 16 мая 2018. - С 109-112.
- 121. Раджабова, Д Ш** Анализ применимости уравнение Тейта к различным классам веществ в конденсированном состоянии на примере плотности, вычисление плотности / М М Сафаров, М М Гуломов, С С Рафиев, **Д Ш Раджабова** и др.//Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. Маркази таъбу на ир, баргардон ва тарчума. ТНУ, Душанбе-2018, №, - С 92-98.

- 122. Раджабова, Д Ш** Эффективная теплопроводность и коэффициент адсорбции многостенных углеродных нанотрубок (МСУНТ)-вода. / М М Гуломов, М М Сафаров, С С Рафиев, **Д Ш Раджабова**, и др.// Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. Маркази таъбу на ир, баргардон ва тарчума. ТНУ, Душанбе, 2018, №, - С 115-121.
- 123. Rajabova, D Sh** Thermal conductivity of gaseous simple ethers at various temperatures with the account of mynt clusters. / M M Safarov, M M Gulomov, M A Zari pova, **D Sh Rajabova** e.t.// 20th Symposium on Thermophysical Properties, June 24-29, 2018 in Boulder, Colorado, -p 423.
- 124. Rajabova, D Sh** Influence of diizopropyl ether on change of density of benzene. / M M Safarov, M M Gulomov, S S Rafiev, **D Sh Rajabova**// 20th Symposium on Thermophysical Properties, June 24-29, 2018 in Boulder, Colorado, -p 278
- 125. Rajabova, D Sh** The Effect Of Silver Nanoparticles On The Change in Some Of The Thermodynamic Characteristics of Coolants In Coolers Collectors. / F. Abdujalilzoda, M M Safarov, M M Gulomov, T R Till oeva, M A Zari pova, **D Sh. Rajabova** e.t.// XV Joint European Thermodynamic Conference. Bar-sel one 21th - 24th May 2019, Abstracts dook. -p 105
- 126. Rajabova, D Sh** Influence Of Polimer and Carbon - Containing Systems on the Change in Thermodynamic Properties of Solvents. / M M Gulomov, T R Till oeva, M A Zari pova, A A Khubatkhuzin, Kh. H Oymat ova, **D Sh. Rajabova**// XV Joint Evropian Thermodynamic Conference. Barsel one 21th - 24th May 2019, Abstracts dook. -p 107.
- 127. Rajabova, D Sh** Effect Of Temperature, Pressures, Concentretions Of Carbon Nanotubes On The Chang in the Heat Capacity Liquids Dietyl Ether. / M M Safarov, M M Gulomov, **D Sh Rajabova**, e.t.// XV Joint Evropian Thermodynamic Conference. Barsel one 21th - 24th May 2019, Abstracts book. -p 32

- 128. Раджабова, Д. Ш.** Уравнение Тейта для расчета вязкости, плотности электролитов и простых эфиров. / ФД Исмонов, ММ Гуломов, Д Ш Раджабова// Материалы Международной научной конференции на тему «Перспектива развития науки и образования», ТТУ имени акад. МС Осими, 2019,- С 286-289.
- 129. Rajabova, DSh.** Experimental study of thermal conductivity of liquid hydrocarbon mixtures at the addition of fillers in the m/ AR Rajabov, S.S. Dzhujaev, M M Gulomov, M M Safarov, **DSh. Rajabova**, Matlaby Jabborzoda // Rostoc-2020, Sermany, 8-9, October 2020, -p 58.
- 130. Раджабова, Д. Ш.** Коэффициент изотермической сжимаемости и текучести некоторых органических водных растворов. / Мтлаби Джабборзода, Д Ш Раджабова, С С Джумъев, М М Гуломов, Ф Абдужалилзода и др.// Сборник статей республиканской научно-теоретической конференции на тему «Основы развития и перспективы химической науки в Республике Таджикистан», посвященной 60-летию химического факультета и памяти д.х.н., профессора, академика НАН РТ Нуманова Ишанкула Усмановича (12-14 сентября 2020 г).- С 47-49.
- 131. Раджабова, Д. Ш.** Влияние добавки полимеров на изменение плотности и поверхностного натяжения некоторых углеводородов. / Мтлаби Джабборзода, Д Ш Раджабова, С С Джумъев, М М Гуломов, М М Сафаров// Сборник статей республиканской научно-теоретической конференции на тему «Основы развития и перспективы химической науки в Республике Таджикистан», посвященной 60-летию химического факультета и памяти д.х.н., профессора, академика НАН РТ Нуманова Ишанкула Усмановича (12-14 сентября 2020 г). - С 249-252.
- 132. Раджабова, Д. Ш.** Устройства для определения коэффициента теплопроводности наножидкостей / М М Сафаров, М А Зарипова, М М Гуломов, Дж. Ф. Собиров, С. С. Рафиев, Д Ш Раджабова и др.// Патент Республики Таджикистан №ТJ 923, 2017.-5с.

- 133. Раджабова, Д. Ш** Комплексная солнечная установка для получения тепловой и электрической энергии /М. М. Сафаров, Ф. Абдужалилзода, М. А. Зарипова, М. М. Гуломов, С. С. Рафиев, Д. Ш. Раджабова, М. Б. Махмадиев и др.// Патент Республики Таджикистан №ТJ 919, 2017.-5с.
- 134. Алтуниц, В. А** Способ повышения эффективности воздушных, гиперзвуковых, аэрокосмических и космических летательных аппаратов одно – и многократного использования на жидком азотосодержащем горючем /В. А. Алтуниц, Н. Д. Давлатов, М. А. Зарипова, Ю. Ф. Гортышов, И. Н. Алиев, Л. С. Яновский, М. Л. Яновская, М. М. Сафаров// Патент Российской Федерации. Патент на изобретения РФ 2019 г.// Заявка на патент на изобретение РФ №2019141201 от 11.12.2019 г, №RU 2738300 G, Опубликована 11.12.2020, бюллетень №5, 23с.
- 135. Алтуниц, В. А** Некоторые пути повышения эффективности жидкостных реактивных двигателей летательных аппаратов на углеводородных и азотосодержащих горючих и охладителях (монография). /В. А. Алтуниц, К. В. Алтуниц, И. Н. Алиев, Ю. Ф. Гортышов, Н. Б. Давлатов, М. А. Зарипова, В. А. Керножицкий, А. В. Кольчев, В. В. Разносчиков, Л. С. Яновский, М. Л. Яновская, М. М. Сафаров.// Типография КАИ имени А. Н. Туполева, г. Казань. “Школа”, 2020. - 148с.
- 136. Давлатов, Н. Б** Влияние фуллеренов на изменение теплофизических и термодинамических свойств жидкого гидразина. /Наджибулло Бахромович Давлатов// Дисс. ...к.т.н., Душанбе – Казань – 2020.-420с.
- 137. Раджабова, Д. Ш** Влияние нанопорошка с эффектами памяти на поведение динамической вязкости теплоносителей при различных температурах и атмосферном давлении /М. М. Сафаров, М. А. Зарипова, М. У. Умарализода, К. Мирзоева, Д. Ш. Раджабова, М. Тлаби
- 138. Раджабова, Д. Ш** Влияние углеродных нанотрубок на изменение теплопроводности жидкого диэтилового эфира, включая в критический область// Д. Ш. Раджабова /Вестник Технологического университета Таджикистан № (50) 2022. С 43-49.

ЗАМИМА

Замимаи №1.

«Тасдиқ мекунам»
 Директори МДИ «Пажӯҳишгоҳи
 илмӣ-тадқиқоти саноат»
 н.и.т. М. Баротов
 _____ 2023 с.



САНАДИ

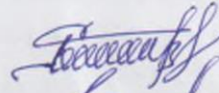
комиссияи илмӣ-техникӣ оид ба татбики натиҷаҳо ва хулосаҳои илмии рисолаи номзодии Раҷабова Дилафрӯз Шохзодовна барои дарёфти дараҷаи илмии номзоди илмҳои техникӣ аз рӯи ихтисоси 01.04.14 – «Физикаи гармо ва назарияи техникаи гармо» дар мавзӯи: **«Таъсири нанонайчаҳои карбонӣ ба тағйирёбии гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронии эфири диэтили моеъ, бо назардошти соҳаҳои бӯҳронӣ ва баъди бӯҳронӣ».**

Комиссия дар ҳайати: д.и.х. Раҷабзода С. - раиси комиссия, аъзоёни комиссия: ходими калони илмӣ Қаюмов А.И., ходими илмӣ Сафаров Х. шаҳодат медиҳанд, ки дар асоси натиҷаҳои омӯзиши гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронӣ натиҷаҳои илмии зерин ба даст оварда шудаанд, ки дар рисолаи номзодии Раҷабова Дилафрӯз Шохзодовна зикр гардидаанд:

- маълумоти таҷрибавӣ оид ба гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронии чӯзҳои тозаи эфир диэтил бо илова кардани нанонайчаҳои карбонӣ то 0,5% (ННЯК ва ННБК), дар ҳудуди ҳароратҳои (298 - 673) К ва фишори (3,68) МПа гирифта шуд;
- барои ҳисоб кардани гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронии маҳлулҳои коллоидӣ вобастагии наздикшавӣ ба даст оварда шуданд;
- дар асоси натиҷаҳои маълумоти таҷрибавӣ ва вобастагии наздикшавӣ ҳисобҳои гармидихӣ гузаронида шуданд;
- қадвали маълумотҳои таҷрибавӣ оид ба гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронии маҳлулҳои коллоидӣ дар минтақаҳои бӯҳронӣ ва баъди бӯҳронӣ тартиб дода шудаанд;

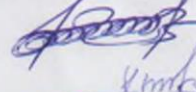
- усулҳои ҳисоб кардани кобиляти гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронӣ барои маҳлулҳои таҳқиқшаванда кор карда баромада шудаанд;
- натиҷаҳои таҳқиқот оид ба гармигузаронӣ, ҳароратгузаронии маҳлулҳои коллоидии эфири диэтил дар ҳисобкунии реакторҳои модели кимиёвӣ, равандҳои технологӣ ва маълумотҳои таҷрибавии бадастомада ҳамчун истинод истифода мешаванд;
- дастгоҳҳои таҷрибавии кор карда баромадашударо барои бо суръати баланд муайян кардани кобиляти гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронии материалҳои технологӣ дар озмоишгоҳҳои гуногун истифода бурдан мумкин аст.

Раиси комиссия:



Рачабзода С.

Аъзоёни комиссия:



Қаюмов А.



Сафаров Х.

Тасдиқ менамоям:

Нозири калони ШК



Шакирова Н.



"Тасдиқ мекунам"

Ректори Донишгоҳи давлатии омӯзгории
Тоҷикистон ба номи Садриддин Айни
Профессор Ибодуллозода А.И.

«26» _____ 2023 с.

САНАД

Комиссияи илмию техникӣ оид ба татбиқи муқаррарот ва хулосаҳои илмии рисолаи номзади илмҳои техникӣ **Рачабова Дилафрӯз Шохзодовна** аз рӯи ихтисоси 01.04.14 – «Физикаи гармо ва назарияи техникаи гармо» дар мавзӯи: «**Таъсири нанонайчаҳои карбонӣ ба тағйирёбии гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронии эфири диэтили моеъ бо назардошти соҳаҳои бӯхронӣ ва баъди бӯхронӣ**».

Комиссия аз инҳо иборат аст: Муовини ректор оид ба қорҳои илмии ДДОТ ба номи Садриддин Айни, профессор Д. Сангинов – раис, аъзоён: мудири кафедраи физикаи умумии ДДОТ ба номи Садриддин Айни н.и.т., дотсент Сиёҳақов С.М., н.и.ф.-м., дотсенти кафедраи физикаи умумӣ Неъматов А., мудири кафедраи физикаи назариявии ДДОТ ба номи Садриддин Айни н.и.т., дотсент Тӯйчиев Х.Ш., н.и.т., дотсенти кафедраи физикаи умумии ДДОТ ба номи Садриддин Айни Мирзомамадов А.Г. – шохиди медиҳанд, ки дар асоси натиҷаҳои омӯзиши гармигузаронӣ ва диффузияи гармии эфири диэтили моеъ натиҷаҳои зерини илмӣ ба даст оварда шудаанд, ки дар рисолаи номзадии Рачабова Дилафрӯз Шохзодовна зикр шудаанд:

- Дастгоҳҳои таҷрибавии омӯзиши гармигузаронӣ (бо усули риштаи гармидиҳи Патенти Ҷумҳурии Тоҷикистон № 923, 2017. – 5с) ва бикалориметри цилиндрӣ – автоматика, зарфи пинчқунанда) ва диффузияи гармӣ (усули акалориметрӣ) тақмил дода шудаанд. Дар вақти васли дастгоҳ хусусиятҳои конкретии ҳалқаҳо ба назар гирифта мешуданд, ки барои онҳо қарорҳои нави конструкторӣ ва методиро талаб мекард;
- Маълумоти таҷрибавӣ оид ба гармигузаронӣ ва диффузияи ҳарорати чузъҳои тозаи эфири диэтил бо илова қардани нанонайчаҳои карбон (то 0,5 % ННҶК ва ННБК) дар диапазони ҳарорат (293 - 673) К ва фишор (3,68) МПа гирифта шуд, аз ҷумла минтақаҳои бӯхронӣ ва баъди бӯхронии параметрҳои давлатӣ.
- Барои ҳисоб қардани гармигузаронӣ ва диффузияи ҳарорати маҳдудҳои коллоидӣ вобастагии наздикшавӣ ба даст оварда шуданд. Дар асоси натиҷаҳои маълумоти таҷрибавӣ ва вобастагии наздикшавӣ ҳисобҳои гармидиҳӣ гузаронида шуданд;

- Ҷадвали маълумотҳои таҷрибавӣ оид ба гармигузаронӣ ва ҳароратгузаронии маҳлулҳои коллоидӣ дар минтақаҳои бӯҳронӣ ва баъди бӯҳронии тартиб дода шудаанд;
- Усулҳои ҳисобкунии гармигузаронӣ ва диффузияи гармии маҳлулҳои таҳқиқшаванда таҳия карда шудаанд.
- Ба даст овардани муодилаи ҳолати (муодилаи навъи Тейт) барои ҳисоб кардани қарорҳои мавриди омӯзиш.

Раиси комиссия:

Муовини ректор оид ба илми ДДОТ
ба номи Садриддин Айни, профессор

Сангинов Д.

Аъзоёни комиссия:

Мудири кафедраи физикаи умумии ДДОТ
ба номи Садриддин Айни, дотсент

Сиёҳаков С.М.

Дотсенти кафедраи физикаи умумии ДДОТ
ба номи Садриддин Айни
А.

Неъматов

Мудири кафедраи физикаи назариявӣ ДДОТ
ба номи Садриддин Айни, дотсент

Туйчиев Х.Ш.

Доценти кафедраи физикаи умумӣ ДДОТ
ба номи Садриддин Айни
А.Г.

Мирзомамадов



Имзои муовини ректор оид ба илм, Сангинов Д., профессори ДДОТ ба номи Садриддин Айни, дотсентҳо: Сиёҳаков С.М., Неъматов А., Туйчиев Х.Ш., Мирзомамадов А.Г. тасдиқ мекунам:

Сардори РК ва КМ ДДОТ
ба номи Садриддин Айни



Мустафозода А.

Замима №.

ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН		ИДОРАИ ПАТЕНТӢ
ГУВОҲНОМА		
Шаҳрванд Рачабова Д.Ш.		
муаллифи ихтирои <i>Дастгоҳ барои ченкунии коэффисиенти гармигузаронии наномоеъҳо</i>		
Ба ихтироъ нахустпатенти № ТҶ 923 дода шудааст.		
Дорандаи нахустпатент Сафаров М.М.		
Сарзамин Ҷумҳурии Тоҷикистон		
Ҳаммуаллиф(он) Сафаров М.М., Мирзоев С.Х., Зарипова М.А., Ғуломов М.М., Собиров Ҷ.Ф., Файзиев Б.Ғ., Давлатов Р.Ҷ., Ҳакимов Д.Ш., Рафиев С.С., Абдуллоев М.А., Рачабов А.Р.		
Аввалияти ихтироъ 10.10.2017		
Таърихи рӯзи пешниҳоди ариза 10.10.2017		
Аризаи № 1701147		
Дар Феҳристи давлатии ихтироъҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон		
1 августи с. 2018 ба кайд гирифта шуд		
Нахустпатент эътибор дорад аз 10 октябри с. 2017 то 10 октябри с. 2027		
Ин гувоҳнома хангоми амалӣ гардонидани ҳукуку имтиёзҳои, ки барои муаллифони ихтироот бо конунгузори чорӣ муқаррар гардидаанд, нишон дода мешавад		
	ДИРЕКТОР	Ҷ.Ҷумъахонзода

РЕСПУБЛИКА ТАДЖИКИСТАН
ПАТЕНТНОЕ ВЕДОМСТВО

УДОСТОВЕРЕНИЕ

Гражданин **Раджабова Д.Ш.**

Является автором изобретения **Устройство для определения коэффициента теплопроводности наножидкостей**

На изобретение выдан малый патент №TJ **923**

Патентообладатель **Сафаров М.М.**

Страна **Республика Таджикистан**

Соавторы **Сафаров М.М., Мирзоев С.Х., Зарипова М.А., Гуломов М.М., Собиров Дж.Ф., Файзиев Б.Г., Давлатов Р.Дж., Хакимов Д.Ш., Рафиев С.С., Абдуллоев М.А., Раджабов А.Р.**

Приоритет изобретения **10.10.2017**

Дата подачи заявки **10.10.2017**

Заявка № **1701147**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Республики Таджикистан **1 августа 2018**

Малый действителен с **10 октября 2017** г. по **10 октября 2027** г.
Патент

Настоящее удостоверение предъявляется при реализации прав и льгот, установленных действующим законодательством





Республика Таджикистан

(19) **TJ** (11) 923
(51) **МПК G01 N 25/00**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО**(12) Описание изобретения**
К МАЛОМУ ПАТЕНТУ

(21) 1701147

(22) 10.10.2017

(46) Бюл.138, 2018

(71) Сафаров М.М.(ТJ).

(72) Сафаров М.М.(ТJ); Мирзоев С.Х.(ТJ);

Зарипова М.А.(ТJ); Гуломов М.М.(ТJ);

Собиров Дж.Ф.(ТJ); Файзиев Б.Г.(ТJ);

Давлатов Р.Дж.(ТJ); Хакимов Д.Ш.(ТJ);

Рафиев С.С.(ТJ); Абдуллоев М.А.(ТJ);

Раджабова Д.Ш.(ТJ); Раджабов А.Р.(ТJ).

(73) Сафаров М.М.(ТJ).

**(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ
НАНОЖИДКОСТЕЙ.**(56) I.П.С.Булкин, О.Н.Васильева, Т.И.Малова,
Я.В.Пузырев. Изучение явлений переноса в
воздухе.(57) Изобретение относится к теплофизике и
может быть использовано для определения
коэффициента теплопроводности наножд-

костей. Устройство содержит вакуумный насос и манометр, присоединенные через краник к внутреннему сосуду измерительной трубки, содержащей внешний сосуд с термостатирующей средой. По оси внутреннего сосуда установлен нагревательный элемент, присоединенный к последовательно соединенному источнику постоянного питания, постоянному резистору, амперметру и вольтметру, который параллельно присоединен к источнику питания и резистору. Устройство дополнительно оснащено емкостью из нержавеющей стали, содержащей исследуемый объект – наножидкость. Емкость посредством трубки через краники присоединена к полиэтиленовому мешочку, размещенному в прежимном сосуде, содержащем глицерин. Прежимной сосуд при помощи трубки присоединен к грузопоршневому манометру.

Изобретение относится к теплофизике и может быть использовано для определения коэффициента теплопроводности наножидкостей.

В качестве прототипа принята установка [П.С.Булкин, О.Н.Васильева, Т.И.Малова, Я.В.Пузырев. Изучение явлений переноса в воздухе. МГУ им. В.И.Ломоносова. Физический факультет. Общий физический практикум. Москва. 2007 год] для определения теплопроводности газов и содержащая вакуумный насос манометр, присоединенных через краник к внутреннему сосуду измерительной трубки, содержащей внешний сосуд, внутри которого содержится термостатирующая среда - воздух. По оси внутреннего сосуда установлен нагревательный элемент - натянута проволока из никеля, которая замыкает электрическую цепь: присоединена к последовательно соединенным источнику постоянного питания, постоянному резистору, амперметру и вольтметру, параллельно присоединенному к источнику питания и резистору.

Недостатками прототипа являются ограничение исследуемых материалов (газов) и возможность определения теплопроводности только при одной комнатной температуре и атмосферном давлении.

Целью является разработка устройства для измерения переносных свойств наножидкостей, а именно их теплопроводности при различных температурах и давлениях с использованием разных термостатирующих веществ.

Технический результат достигается путем дополнительного оснащения конструкции прототипа емкостью с исследуемым объектом, прежимным сосудом, размещенным в нем полиэтиленовым мешочком и грузопоршневым манометром.

Принципиальная схема устройства приведена на Фиг. 1.

Устройство состоит из емкости 1, выполненной из нержавеющей стали и содержащая исследуемый объект 2 - наножидкость. Емкость 1 посредством трубки 3 через краники К1 и К2 присоединена к полиэтиленовому мешочку 4, размещенного в прежимном сосуде 5, содержащем глицерин. Прежимной сосуд 5 при помощи трубки присоединен к грузопоршневому манометру 7 (МП-2500 или МП-600). К трубке, соединяющей емкость 1 и прежимной сосуд 5, через краники К3 и К4 посредством трубки присоединены вакуумный насос 8 и манометр М, который также присоединен и к внутреннему сосуду 9 измерительной трубки, содержащей внешний сосуд 10, служащий в качестве рубашки и внутри которого содержится термостатирующая среда 11 (воздух, вода или масло). По оси внутреннего сосуда 8 установлен нагревательный элемент 12 - натянута проволока из никеля, которая замыкает электрическую цепь: присоединена к

последовательно соединенным источнику постоянного питания 13, постоянному резистору 14, амперметру А и вольтметру V, параллельно присоединенному к источнику питания 12 и резистору 13.

Устройство работает следующим образом.

Предварительно емкость 1 заполняют исследуемым объектом 2, а внешний сосуд 9 измерительной трубки - термостатирующей средой 10. Затем при комнатной температуре и атмосферном давлении в электрическую цепь подают постоянный электрический ток и поставив полученные значения вольтметра V и амперметра Ав формулу (1) определяют мощность нагревательного элемента 11.

$$W=IU \quad (1)$$

где,

W-мощность (Вт); I-сила тока(А); U-напряжение(В).

После перекрывают краны К1, К2 и К4 и при помощи насоса 7 в системе создают вакуум(давлением $\approx 10^{-3}$ мм.рт. столба), достаточного для всасывания исследуемого объекта 2. Затем перекрывают кран К1 и открывают кран К3. Вследствие этого исследуемый объект 2 заполняет полиэтиленовый мешочек 3 прежимного сосуда 4 и внутренний сосуд 8 измерительной трубки. После чего перекрывают краны К3 и К1 и в электрическую цепь подают ток. В зависимости от вида термостатирующей среды 10 пошагово во времени нагревают нагревательный элемент 11: воздух каждые ≈ 10 мин до температуры 50°C, воду - каждые ≈ 5 мин - до 100°C и масло каждые ≈ 5 мин до 200°C. Одновременно, при помощи грузопоршневого манометра 6, пошагово каждые 4,9МПа, увеличивают давление в исследуемом объекте 2.

Используя полученные данные, по формуле (1) определяют подводимую мощность нагревательного элемента 11 в зависимости от температуры, а по формуле (2) - его сопротивление в зависимости от давления. По формуле (2) определяют значение температуры опыта в измерительной ячейке.

$$R=R_0(1+\alpha(T-T_0)), \quad (2)$$

где,

R- сопротивление никелевой проволоки (Ом); R_0 - сопротивление никелевой проволоки при комнатной температуре (Ом); α - коэффициент температурной зависимости от сопротивления(1/К); T_0 - комнатная температура (К); T - температуры опыта при пошаговом нагреве (К).

Поставив значения мощности и удельного сопротивления нагревательного элемента 11, с помощью которого определяется разность температур, по формуле (3) определяют коэффициент теплопроводности исследуемого объекта 2:

5

923

6

$$\lambda_{\text{ср}} = \frac{w \ln\left(\frac{r_1}{r_2}\right)}{2\pi L (T_1 - T_2)}, \quad (3)$$

где, $\lambda_{\text{ср}}$ - коэффициент теплопроводности исследуемых наножидкостей [Вт/(м.К)], W -

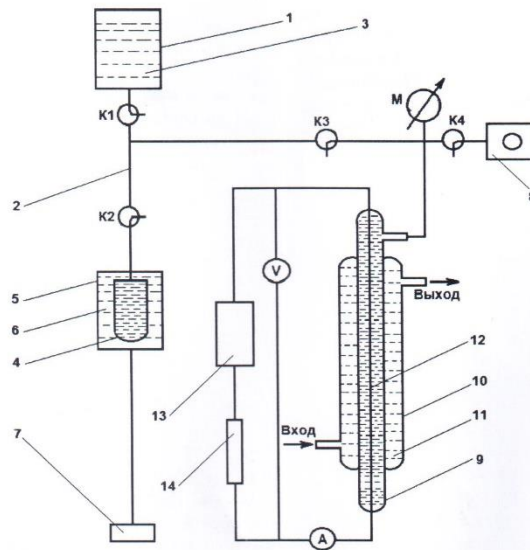
мощность никелевой проволоки (Вт); $T_1 - T_0$ - разность температур (К); L - длина проводника (м); r_0 - радиус никелевой проволоки (мм); r_1 - внутренний радиус внешнего цилиндра (мм).

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Устройство для определения коэффициента теплопроводности наножидкостей, содержащая вакуумный насос и манометр, присоединенные через краник к внутреннему сосуду измерительной трубки, содержащей внешний сосуд, внутри которого содержится термостатирующая среда - воздух, по оси внутреннего сосуда установлен нагревательный элемент - натянута проволока из никеля, которая замыкает электрическую цепь: присоединена к последовательно соединенным источнику постоянного питания, постоянному

резистору, амперметру и вольтметру, параллельно присоединенному к источнику питания и резистору, отличающееся тем, что дополнительно оснащено емкостью из нержавеющей стали, содержащей исследуемый объект - наножидкость, и которая посредством трубки через краники присоединена к полиэтиленовому мешочку, размещенному в прежимном сосуде, содержащем глицерин, присоединенном при помощи трубки к грузопоршневому манометру.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ НАНОЖИДКОСТЕЙ



Фиг. 1

Компьютерный набор: Фатхуллова М.С.

Заказ Тираж Подписное
Национальный патентно-информационный центр РТ734042, г. Душанбе,
ул. Айни, 14а

ҶУМҲУРИИ
ТОҶИКИСТОН



ИДОРАИ
ПАТЕНТӢ

ГУВОҲНОМА

Шаҳрванд Рачабова Д.Ш.

муаллифи ихтирои *Дастгоҳи комплексии офтобӣ барои ҳосил намудани энергияи гармӣ ва барқ*

Ба ихтироъ
нахустпатенти № ТҶ 919 дода шудааст.

Дорандаи
нахустпатент Сафаров М.М., Абдуҷалилзода Ф.

Сарзамин Ҷумҳурии Тоҷикистон

Ҳаммуаллиф(он) Сафаров М.М., Абдуҷалилзода Ф., Мирзоев С.Х.,
Назарзода Х.Х., Зарипова М.А., Ғуломов М.М., Давлатов Р.Ҷ., Ҳакимов Д.Ш.,
Рафиев С.С., Абдуллоев М.А., Рачабов А.Р., Махмадиев Б.М.

Аввалияти ихтироъ 13.02.2018

Таърихи рӯзи пешниҳоди ариза 13.02.2018

Аризаи № 1801177

Дар Феҳристи давлатии ихтироъҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон

27 июли с.2018 ба қайд гирифта шуд

Нахустпатент
этибор дорад аз 13 феввали с.2018 то 13 феввали с. 2028

Ин гувоҳнома хангоми амалӣ гардонидани ҳуқуқи имтиёзхое, ки барои муаллифони ихтироот бо қонунгузории ҷорӣ муқаррар гардидаанд, нишон дода мешавад

ДИРЕКТОР

Ч.Ҷумъахонзода



РЕСПУБЛИКА ТАДЖИКИСТАН
ПАТЕНТНОЕ ВЕДОМСТВО

УДОСТОВЕРЕНИЕ

Гражданин **Раджабова Д.Ш.**

Является автором изобретения **Комплексная солнечная установка для получения тепловой и электрической энергии**

На изобретение выдан малый патент №TJ **919**

Патентообладатель **Сафаров М.М., Абдужалилзода Ф.**

Страна **Республика Таджикистан**

Соавторы **Сафаров М.М., Абдужалилзода Ф., Мирзоев С.Х., Назарзода Х.Х., Зарипова М.А., Гуломов М.М., Давлатов Р.Дж., Хакимов Д.Ш., Рафиев С.С., Абдуллоев М.А., Раджабов А.Р., Махмадиев Б.М.**

Приоритет изобретения **13.02.2018**

Дата подачи заявки **13.02.2018**

Заявка № **1801177**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Республики Таджикистан **23 июля 2018**

Малый действителен с **13 февраля 2018** г. по **13 февраля 2028** г.
Патент

Настоящее удостоверение предъявляется при реализации прав и льгот, установленных действующим законодательством





Республика Таджикистан

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО(19) **TJ** (11) **919**
(51) МПК F24J2/00; F24J2/42

(12) **Описание изобретения**

К МАЛОМУ ПАТЕНТУ

(21) 1801177

(22) 13.02.2018

(46) Бюл. 138, 2018

(71) Сафаров М.М.(ТJ); Абдужалилзода Ф. (ТJ).

(72) Сафаров М.М.(ТJ); Абдужалилзода Ф.(ТJ);

Мирзоев С.Х.(ТJ); Назарзода Х.Х.(ТJ);

Зарипова М.А.(ТJ); Гуломов М.М.(ТJ);

Давлатов Р.Дж.(ТJ); Хакимов Д.Ш.(ТJ);

Рафиев С.С.(ТJ); Абдуллоев М.А.(ТJ);

Раджабова Д.Ш.(ТJ); Раджабов А.Р.(ТJ);

Махмадиев Б.М.(ТJ).

(73) Сафаров М.М.(ТJ); Абдужалилзода Ф. (ТJ).

(54) **КОМПЛЕКСНАЯ СОЛНЕЧНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**

(56) 1. Патент Российской Федерации RU № 2059168

2. Патент Российской Федерации RU № 2347152

3. Патент Российской Федерации RU № 2343367

(57) Изобретение относится к гелиоэнергетической технике и может быть применено для теплоснабжения потребителей в городских, сельских и горных условиях с использованием энергии солнечного излучения.

Установка содержит элементы из полупроводниковых элементов, емкость, патрубки для ввода холодного теплоносителя и отбора нагретого теплоносителя. Емкость окрашена в

серебристый цвет, 1/3 часть которой залита теплоаккумулирующим материалом - водным раствором метилового спирта и к боковой стенке емкости изнутри вмонтирован металлический змеевик, погруженный в теплоаккумулирующий материал. Устройство также содержит люксметр для измерения освещенности или солнечной радиации. В электрической цепи, в качестве полупроводников применены односпайная (хромель-алюмелевая) и дифференциальная (хромель-алюмель-хромелевая) термопары, подключенные к двум нановольтамперметрам, служащим для измерения температур, силы тока и напряжения. К одному нановольтамперметру подключены одни концы односпайной термопары, а другие - к точке крепления на стенке емкости. Ко второму нановольтамперметру одними концами подключена дифференциальная термопара, а двое других ее концов присоединены: один - к точке крепления емкости, а второй - к точки крепления на алюминиевой пластине. Алюмелевый полупроводник термопары соединен с точками крепления на емкости и алюминиевой пластины. К выходу второго нановольтамперметра, через ключ - с одной стороны и нагрузку - с другой стороны, присоединен аккумулятор для накопления электрической энергии.

Изобретение относится к гелиоэнергетической технике и может быть применено для теплоснабжения потребителей в городских, сельских и горных условиях с использованием энергии солнечного излучения.

Известна установка горячего водоснабжения [1]. Гелиоприемник выполнен не менее чем из двух солнечных коллекторов, бака-аккумулятора, патрубков подачи холодной и отбора горячей воды.

Другим аналогом является солнечная установка [2], содержащая солнечный коллектор, бак-аккумулятор, патрубки подвода и отвода теплоносителя, а также потребитель тепла и систему регулирования.

Прототипом является солнечная комбинированная установка для получения электрической энергии и тепла [3], содержащая поперечную ось, на которой укреплены полые полусферические концентраторы, диаметры которых уменьшаются от нижерасположенных до верхнерасположенных, солнечные элементы, расположенные на нижней поверхности концентраторов, верхняя поверхность концентраторов, шарообразный полый резервуар для подогрева жидкости, емкость для накопления подогретой жидкости, труба для подачи подогретой жидкости, потребителям, солнечные лучи и патрубок для ввода жидкости (теплоносителя) в установку.

К основным недостаткам известных технических решений можно отнести большую материалоемкость, значительный объем, большие занимаемые площади и усложненные конструкции.

Целью изобретения является разработка комбинированного устройства для получения тепловой и электрической энергии более простой по конструкции с минимальными затратами.

Принципиальная схема установки приведена на Фиг. 1.

Установка состоит из окрашенной в серебристый цвет алюминиевой емкости 1, оснащенной заливной горловиной 2 с вентилем и сливным патрубком 3, 1/3 часть которой содержит теплоаккумулирующий 4 - водный раствор метилового спирта. Изнутри, к боковой стенке емкости 1, смонтирован металлический змеевик 5, погруженный в теплоаккумулирующий материал 4 и имеющий входной патрубок 6 для подачи холодной воды (теплоносителя) и выходной патрубок 7 для отбора нагретой воды. В электрической цепи устройства используются два нановольтамперметра (тестера) 8 модели UT71A/B/C/D/E. К одному нановольтамперметру подключены один концы односпайной (хромель-алюмелевой) термопары 9, другие концы которой присоединены к точке крепления 10 на стенке емкости 1. Ко второму нановольтамперметру того

же типа одними концами подключена дифференциальная (хромель-алюмель-хромель) термопара 11, двое других ее концов присоединены: один – к точке крепления 10, а второй – к точке крепления 12 на алюминиевой пластине 13. Алумелевый полупроводник термопары 11 соединяет точки 10 и 12. К выходу второго нановольтамперметра через ключ 14 – с одной стороны и нагрузку 15 – с другой стороны присоединен аккумулятор 16, служащий для накопления электрической энергии.

Для измерения температур, силы тока и напряжения емкости 1 и пластины 13 используют тестеры 8, а для измерения освещенности или солнечной радиации – люксметр 17.

Установка работает следующим образом. Посредством заливной горловины 2 с вентилем в емкость 1 до 1/3 его части заливают теплоаккумулирующий материал 4 – водный раствор метилового спирта, который устанавливают под солнцем. Под воздействием прямых солнечных лучей нагреваются гелиопоглощающая поверхность емкости 1 и содержащийся в нем теплоаккумулирующий материал 4, которые в свою очередь, нагревают змеевик 5. Подаваемая холодная вода (теплоноситель) по входному патрубку 6 змеевика 5, нагреваясь, выходит через его выходной патрубок 7 и далее поступает к потребителю. Одновременно, вследствие нагревания в точке 10 на емкости 1 и холодного состояния в точке 12 на алюминиевой пластине 13, срабатывает эффект Петле. А именно, под влиянием разницы температур термопар 9 и 11 возникает термо Э.Д.С. и по цепи течет электрический ток силой 30 мА и напряжением 12В. При замкнутом ключе 14 выработанный электрический ток подается к нагрузке 15 и аккумулятору 16 для накопления заряда и далее – потребителю.

При подключении преобразователя вырабатываемый постоянный электрический ток можно преобразовать в переменный напряжением 220 В и частотой ~50 Гц.

Осуществимость заявленной разработки проверена на экспериментальном стенде. С целью определения наиболее эффективного времени года измерительные работы проводились ежедневно в течение трех месяцев – июль, август и октябрь.

В течение светового дня, каждые 30 мин, нановольтамперметрами 8 определяли температуры емкости 1 и алюминиевой пластины 13, и параллельно люксметром 17 измеряли освещенность. Одновременно тестером 8 измеряли электрический ток и напряжение, возникающих в точке 10 емкости 1 вследствие разности температур спаев дифференциальной термопары 11. Результаты полученных данных эксперимента приведены в таблице 1.

Таблица 1.
Зависимость изменений температуры ёмкость накопителя тепла и алюминиевого пластины при различных время проведение эксперимента

№	Время года	Дата и время	Температура ёмкости, °С	Температура алюминиевой пластины	Температура ёмкости и алюминиевой пластины вместе	Интервал времени измерений
1.	Июль	31.07.2017, 13 ⁰⁰ - 13 ³⁰	74,0	31,8	60,0	9 ⁰⁰ - 18 ⁰⁰
2.	Август	25.08.2017, 11 ⁰⁰ - 11 ³⁰	73,6	31,8	58,6	9 ⁰⁰ - 18 ⁰⁰
3.	Октябрь	30.10.2017, 11 ³⁰ - 12 ⁰⁰	53,3	26,0	52,5	9 ⁰⁰ - 17 ³⁰

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

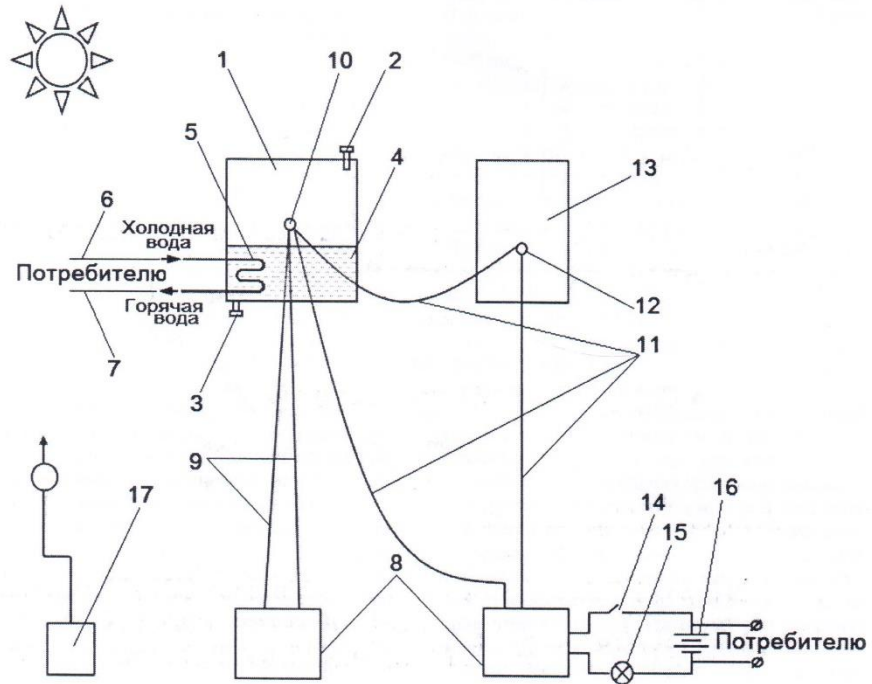
Комплексная солнечная установка для получения тепловой и электрической энергии, содержащая элементы из полупроводниковых элементов, ёмкость, патрубки для ввода холодного теплоносителя и отбора нагретого теплоносителя, отличающаяся тем, что ёмкость окрашена в серебристый цвет, 1/3 часть которой залита теплоаккумулирующим материалом - водным раствором метилового спирта, к боковой стенке ёмкости внутри вмонтирован металлический змеевик, погруженный в теплоаккумулирующий материал, содержит люксметр для измерения освещенности или солнечной радиации, в электрической цепи, в качестве полупроводников применены односпайная (хромель-алюмелевая) и дифференциальная (хромель-алюмель-хромелевая) термопары, подключенные к двум нановольт-

амперметрам, служащим для измерения температур, силы тока и напряжения: к одному нановольтамперметру подключены одни концы односпайной термопары, а другие - к точке крепления на стенке ёмкости; ко второму нановольтамперметру одними концами подключена дифференциальная термопара, а двое других ее концов присоединены: один - к точке крепления ёмкости, а второй - к точке крепления на алюминиевой пластине, а ее алюмелевый полупроводник соединен с точками крепления на ёмкости и алюминиевой пластины; к выходу второго нановольтамперметра, через ключ - с одной стороны и нагрузку - с другой стороны, присоединен аккумулятор для накопления электрической энергии.

Компьютерный набор: Фатхуллова М.С.

Заказ	Тираж	Подписное
Национальный патентно-информационный центр РТ734042, г. Душанбе, ул. Айни, 14а		

КОМПЛЕКСНАЯ СОЛНЕЧНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ
ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ




ВАЗОРАТИ РУШДИ ИҚТИСОД ВА САВДОИ
ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН
МУАССИСАИ ДАВЛАТИИ
МАРКАЗИ МИЛЛИИ ПАТЕНТУ ИТТИЛОӢТ


ШАҲОДАТНОМАИ

бақайдгирии маҳсулоти зехнӣ

Номгӯй **Программа расчета границ
несмешиваемости трехкомпонентных
систем в системе Matlab**

Муаллиф (он) **Раҷабова Ҳ.
Раҷабова Д.Ш.**

Рақам ва санаи бақайдгирӣ **0274 ТҶ 11.08.2010 с.**
Рақам ва санаи ворид гардидани арзнома
274/10 30.07.2010 с.

**Шаҳодатномаи мазкур ба амонат
гузоштани тавсифи маҳсулоти зехниро
дар МД ММПИ-и Вазорати рушди иқтисод
ва савдои Ҷумҳурии Тоҷикистон
дар ҳаҷми 14 сах.
тасдиқ мекунад.**

ДИРЕКТОР 
Нажмудинов Ш.З.




МИНИСТЕРСТВО ЭКОНОМИЧЕСКОГО
РАЗВИТИЯ И ТОРГОВЛИ
РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАТЕНТНО –
ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЦЕНТР

Регистрация интеллектуального продукта

(121) – 0274TJ

(122) – 11.08.2010

**ОПИСАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПРОДУКТА
К СВИДЕТЕЛЬСТВУ О РЕГИСТРАЦИИ**

- (2042) – Республика Таджикистан
 (202) – Раджабова Х.
 (204) – г. Душанбе, ул. Испечак-1, М-2, д.4, кв.6
 (301) – Раджабова Х., Раджабова Д.Ш.
 (119) – 30.07.2010 г.
 (118) – № 274
 (120) – 274/10
 (124) – **Программа расчета границ
несмешиваемости трехкомпонентных
систем в системе Matlab**
 (108) – 14 стр.
 (128) – А-4
 (123) – 2
 (1061) – *Задача посвящена получению важных сплавов для народного хозяйства. Необходимо определить оптимальные комбинации независимых характеристик системы (Т,Р,Х) – температуру, давление и мольные доли компонентов соответственно.*
В работе исследуется уравнение спинодали относительно трехкомпонентных сплавов, которое показывает, что граница несмешиваемости трехкомпонентных систем зависит от знака и величины энергии взаимодействия между двумя компонентами сплавов.



ВАЗОРАТИ РУШДИ ИҚТИСОД ВА САВДОИ
 ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН
 МУАССИСАИ ДАВЛАТИИ
 МАРКАЗИ МИЛЛИИ ПАТЕНТУ ИТТИЛОӢТ



ШАҲОДАТНОМАИ бақайдгирии маҳсулоти зехнӣ


Номгӯй Програма расчета термодинамических
 свойств двухкомпонентных систем
 в системе Матлаб

Муаллиф (он) Рачабова Х.
 Рачабова Д.Ш.

Рақам ва санаи бақайдгирӣ 0275 ТҶ 11.08.2010 с.
Рақам ва санаи ворид гардидани арзнома
 275/10 30.07.2010 с.

Шаҳодатномаи мазкур ба амонат
 гузоштани тавсифи маҳсулоти зехниро
 дар МД ММПИ-и Вазорати рушди иқтисод
 ва савдои Ҷумҳурии Тоҷикистон
 дар ҳаҷми 10 сах.
 тасдиқ мекунад.

ДИРЕКТОР


 Нажмудинов Ш.З.





МИНИСТЕРСТВО ЭКОНОМИЧЕСКОГО
РАЗВИТИЯ И ТОРГОВЛИ
РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАТЕНТНО –
ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЦЕНТР

Регистрация интеллектуального продукта

(121) – 0275TJ

(122) – 11.08.2010

**ОПИСАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПРОДУКТА
К СВИДЕТЕЛЬСТВУ О РЕГИСТРАЦИИ**

(2042) – Республика Таджикистан

(202) – Раджабова Х.

(204) – г. Душанбе, ул. Испечак-1, М-2, д.4, кв.6

(301) – Раджабова Х., Раджабова Д.Ш.

(119) – 30.07.2010 г.

(118) – № 275

(120) – 275/10

(124) – **Программа расчета термодинамических
свойств двухкомпонентных систем
в системе Матлаб**

(108) – 10 стр.

(128) – А-4

(123) – 2

(1061) – *Задача посвящена определению термодинамических свойств двухкомпонентных систем и получению диаграммы состояния несмешивающихся систем на основе щелочноземельных металлов (ЩЗМ) и редкоземельных металлов (РЗМ), что является важным для народного хозяйства.*

Программа рассчитывает по известным атомным долям компонентов (X_1 и X_2), константы межчастичного взаимодействия (Q_1 , Q_2), координаты кривых распада $X_{кр}$ и $T_{кр}$ зависимости активности a_i - зависимость активности двух компонентов от концентрации. Также определяет зависимость избыточной энер-



CERTIFICATION

About registration of science
Literature and art works

04 06 2022 № 138

It is distributed to: Rajabova Husni, Rajabova Dilafruz, Dustov Shahzod and Sharipov Umedjon that it is authors of computer program «National search program «smj.tj» in programming languages PHP, CSS and HTML».

Genre of the work: scientific

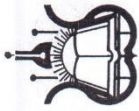
Language of the work: Russian

It consists of: 3 mg.

Additional information: According to Article 6 of the Law on Copyright and related rights of the Republic of Tajikistan this work is protected by copyright.



Head of Department of law, protection
of copyright and related rights of the
Ministry of culture of the Republic of Tajikistan
A. Olimshoev



ШАҲОДАТНОМА

дар бораи ба қайд гирифтани асарҳои илм,
адабиёт ва санъат

04 06 2022 № 138

Дода шуд ба: Раҷабова Хусни, Раҷабова Дилафруз, Дустов Шаҳзод ва Шарипов Умедҷон дар он хусус, ки муаллифони барномаи компютерии «Программа национальной поисковой системы «smj.tj» на языках программирования PHP, CSS и HTML» мебошанд.

Жанри асар: илмӣ

Забони асар: русӣ

Асар иборат аст аз: 3 мг.

Маълумоти иловагӣ: Тибқи моддаи 6-и Қонуни Ҷумҳурии Тоҷикистон «Дар бораи ҳуқуқи муаллиф ва ҳуқуқҳои воқеа ба он» асари мазкур объектҳои ҳуқуқи муаллиф мебошад.



Сардори шӯбаи ҳуқуқ, ҳифзи ҳуқуқи
муаллиф ва ҳуқуқҳои воқеа ба он
Вазорати фарҳанги Ҷумҳурии Тоҷикистон
А. Олимшоев