

ВАЗОРАТИ МАОРИФ ВА ИЛМИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав

ВБД 536.32.45.62.(575.3)

Бо ҳуқуқи дастнавис

ШАРИПОВ Сафарбой Муродалиевич

**ТАЪСИРИ НАНОЗАРРАЧАҲО (ДУДА, НАНОНАЙЧАҲОИ КАРБОНӢ)
БА ТАҒЙИРӢБИИ ГАРМИГУЗАРОНӢ ВА ГАРМИГУНҶОИШИ
МЕТИЛБУТИЛКЕТОН ДАР ФАЗАИ ГУЗАРИШ ВА ПАРАМЕТРҲОИ
ГУНОГУНИ ҲОЛАТ**

Ихтисос: 01.04.14 –Физикаи ҳарорат ва назарияи техникаи гармо

ДИССЕРТАТСИЯ

барои дарёфти дараҷаи илмӣ номзади илмҳои техникӣ

Рохбари илмӣ:

**Арбоби илм ва техникаи Тоҷикистон,
академики Академияи байналмилалӣ
муҳандисӣ, академики Академияи
муҳандисии Ҷумҳурии Тоҷикистон,
доктори илмҳои техникӣ, профессор
Сафаров Махмадали Махмадиевич**

Бохтар – 2024

МУНДАРИҶА

	Номгӯй	Саҳ.
	Ишораҳои шартии асосӣ ва мухтасаркардашуда дар диссертатсия	6
	МУҚАДДИМА.	7
	ТАВСИФИ УМУМИИ ТАДҚИҚОТ (ДИССЕРТАТСИЯ).	9
Боби 1	ШАРҲИ АДАБИЁТ ОИД БА БАЪЗЕ ХОСИЯТҲОИ МАВОДИ ТАҲҚИҚОТӢ. ВАЗИФАГУЗОРИИ ТАДҚИҚОТ.....	18
1.1.	Хосиятҳои асосии физикию-химиявии моеъҳои тадқиқотии баъзе кетонҳо, дуда, нанонайчаи карбонӣ ва истифодабарии онҳо	18
1.1.1.	Тавсиф ва усулҳои ҳосил кардани хокаҳои наноандоза.....	18
1.2.	Хосиятҳои химиявӣ	20
1.3.	Тавсифҳои санитария-гигиенӣ	20
1.4.	Истеҳсолоти саноатӣ.....	21
1.5.	Хосиятҳои физикавӣ	22
1.6.	Татбиқи маҳлулқунанда	22
1.7.	Таъсиркунӣ ба инсон.....	22
1.8.	Муҳофизати меҳнат.....	23
1.9.	Усули муайян кардани коэффитсиенти гармигузаронии маводи хушки дона-дона (усули М. Смолуховский).....	23
	Хулосаҳои боби якум.....	35
Боби 2	ТАҶҲИЗОТ, УСУЛИ ЧЕНКУНИИ ГАРМИГУЗАРОНӢ ВА ХАТОИИ ЧЕНКУНИИ ТАВСИФҲОИ НАМУНАҲОИ ТАҲҚИҚОТӢ.....	37
2.1.	Дастгоҳи таҷрибавӣ барои муайян намудани гармигузаронии наномоеъҳо бо усули нокили тафсон	37

2.2.	Формулаи ҳисобкунӣ барои муайян намудани коэффитсиенти гармигузаронии наномоеъҳо (усули ноқили тафсон).....	39
2.3.	Усули ченкунии коэффитсиенти гармигузаронии моеъҳо ва маҳлулҳо.....	39
2.4.	Ислоҳот ҳангоми ченкунии коэффитсиенти гармигузаронии наномоеъҳои таҳқиқотӣ.....	40
2.4.1.	Ислоҳот дар тағйирдиҳии андозаҳои геометрии ячейкаи ченкунанда.....	41
2.4.2.	Ислоҳот барои тағйир додани ҷойивазкунии радиалии маҳлул дар сатҳи дохилии силиндри ченкунанда.....	42
2.4.3.	Муайян кардани ислоҳот оид ба интиқоли гармӣ бо нурафканӣ.....	42
2.4.4.	Усули муайянкунии суръати хунукшавӣ (усули профессор М.Ф. Казанский).....	43
2.4.5.	Таъсири ҳарорат ба тағйирёбии суръати хунукшавӣ (усули профессор И.Ф. Голубев).....	44
2.4.6.	Таъсири конвексия ба тағйирёбии бузургҳои овардашудаи критерияҳои Грасгоф ва Прандтл.....	44
2.5.	Муайян кардани ҳатоии ченкунии гармигузаронӣ бо усули ноқили тафсон.....	46
2.6.	Муайян кардани ҳатоии методӣ бо усули ноқили тафсон (коэффитсиенти гармигузаронии наномоеъҳо).....	48
	Хулосаи боби дуюм.....	50
Боби 3.	НАТИҶАҲОИ ТАДҚИҚИ ГАРМИГУЗАРОНИИ СИСТЕМАҲОИ ТАДҚИҚОТӢ ДАР ҲАРОРАТ ВА ФИШОРҲОИ ГУНОГУН	52
3.1.	Гармигузаронии системаҳои «метилбутилкетони+нанонайчаҳои карбонии якҷабата ва бисёрҷабата» дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун	52

3.1.1.	Гармигузаронии маҳлулҳои коллоидии тадқиқотӣ дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун.....	52
3.2.	Таъсири нанозаррачаҳо (70%масс. Нанонайчаҳои карбонӣ) ба тағйирёбии гармигузаронии метилбутилкетони моеъ.....	63
3.2.1.	Натиҷаҳои таҷриба.....	64
3.2.2.	Таъсири нанозаррачаҳои (дуда ва 70% нанонайчаҳои карбонӣ) ба рафтори гармигузаронии метилбутилкетон дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун.....	70
3.3.	Таъсири (20% масс. нанонайчаҳои карбонӣ) ба тағйирёбии гармиғунҷоиши метилбутилкетони моеъ.. ..	74
	Хулосаи боби сеюм.....	85
Боби 4.	ТАҲЛИЛИ МАЪЛУМОТҲОИ ТАҶРИБАВИИ ХОСИЯТҲОИ ГАРМОФИЗИКӢ (ГАРМИГУЗАРОНӢ ВА ГАРМИҒУНҶОИШ)-И МАҲЛУЛҲОИ ТАДҚИҚОТӢ	87
4.1.	Таҳлили маълумоти таҷрибавӣ оид ба гармигузаронии маҳлулҳои (метилбутилкетон+нанозаррачаҳо) вобаста аз ҳарорат ва фишор.....	87
4.1.1.	Вобастагиҳои аппроксиматсионӣ барои ҳисоб намудани гармигузаронии системаҳои метилбутилкетон+нанозаррачаҳои нанонайчаҳои карбонӣ) вобаста аз ҳарорат ва фишор.....	87
4.2.	Коркарди натиҷаҳои тадқиқи таҷрибавии гармиғунҷоиши маҳлулҳо.....	92
4.2.1.	Муодилаи ҳолаи системаҳои (метилбутилкетон+нанонайчаҳои карбонӣ) бо истифодаи маълумот оид ба гармиғунҷоиши хоси маҳлулҳои тадқиқотӣ	92
4.3.	Истифодабарии муодилаи намуди Тейт барои ҳисобкунии зичии маҳлулҳои тадқиқотӣ дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун.....	98

4.4	Муқоисаи маълумоти таҷрибавӣ бо қиматҳои бо ёрии муодилаҳои аппроксиматсионӣ ҳисобкардашуда	105
	Хулосаи боби чорум.....	116
	ХУЛОСАҲО.....	118
	Тавсияҳо, дурнамои рушди минбаъдаи мавзӯи тадқиқоти рисола.....	120
	Рӯйхати адабиёт.....	121
	Замимаҳо.....	139

ИШОРАҶОИ ШАРТИИ АСОСӢ ВА МУХТАСАРКАРДАШУДА ДАР ДИССЕРТАТСИЯ

Λ – коэффитсиенти гармигузаронӣ, Вт/(м·К)	U - нишондоди потенциометр, мВ
C_p – гармиғунҷоиши хос, Ҷ/(кг·К)	ε – дараҷаи сиёҳӣ;
τ – вақт, (с)	$\alpha_{\text{нур.}}$ - коэффитсиенти гармидиҳии нурафканӣ, Вт/(м²·К)
T – ҳарорат аз рӯи шкалаи Келвин, К	ν – коэффитсиенти часпакии кинематикӣ, м²/с
Q - миқдори гармӣ, кҶ	d- диаметри ядрои бикалориметр, м
Fo – критерияи Фуре	G _я - вазни ядро, кг
P - фишор, МПа	G ₁ - вазни шиноварак дар ҳаво, кг
ΔT - фарқи бузургҳои ҳарорат, К	G ₂ - вазни шиноварак дар намунаҳои тадқиқотӣ, кг
Pr - критерияи Прандтл;	V _ш - ҳаҷми шиновараки квартсӣ, м³
Gr - критерияи Грасгоф;	V _н - ҳаҷми ноқили манганинӣ, м³
$\rho, \rho_{\text{хока}}$ – зичӣ, зичии хока, кг/м³	НК - нанонайчаҳои карбонӣ;
$t_{a,n-1}$ - коэффитсиенти Стюдент;	НЯК - нанонайчаҳои якқабати карбонӣ;
α – эҳтимолияти эътимоднок;	НБК - нанонайчаҳои бисёрқабатаи карбонӣ;
α_r – коэффитсиенти васеъшавии ҳароратӣ, 1/К	T _{ҷушиш} - ҳарорати ҷушиш, К
β_T - фишурдашавии изотермӣ, 1/Па	T _{гуд.} - ҳарорати гудозиш, К
P _i - фишори дохилӣ, Па	m - суръати хунукшавии мунтазам, 1/с
M – массаи молӣ, кг/мол.	
Ra = GrPr - конвексия, бузургии бевоҳид, адади Релей,	Ah - адади Архимед,
St - адади Стефан,	M - адади Мах.
Pe - адади Пекле,	Le - адади Люис,
Nu - адади Нусселт,	Re - адади Рейнолдс,
Bi - адади Био,	Fo - адади Фурье.

МУҚАДДИМА

Барои такмил додан ва мутобиқ гардонидани равандҳои технологӣ, ҳисобкуниҳои илмӣ асоснок кардашудаи муҳандисӣ барои қиматҳои хосиятҳои гармофизикӣ ва термодинамикии маводи қорӣ дар доираи васеи тағйирёбии параметрҳои ҳолат, аз ҷумла гузариш ба фазаи мувозинатӣ ки маълумот талаб мекунанд, лозим мебошанд. Барои ҳисобкуниҳои ададӣ ва ҳалли муодилаҳои дифференсиалии тартиби якум ва дуум барои раванди гармимубодилакунӣ, маълумот оид ба хосиятҳои гармофизикӣ, махсусан коэффитсиенти гармигузаронӣ, гармиғунҷоиш (гармигузаронии ламинарӣ ва турбулентии метилбутилкетони моеъ ва газмонанд) вобаста аз ҳарорат, фишор ва тағйирёбии фазаи гузариш, зарур мебошад. Истифодабарии маълумоти тақрибӣ ва ё ҳатто наздик ба ҳақиқат дар ҳисобкунии муҳандисӣ оид ба хосиятҳои мавод, сабаби ҳеле зиёд шудани сарфи металл дар дастгоҳҳо ва паст шудани нишондиҳандаҳои техникӣ-иқтисодии онҳо мегардад.

Гармигузаронӣ яке аз параметрҳои муҳимии назоратшаванда дар равандҳои ба монанди технологӣ мебошад. Тадқиқи ин бузургӣҳо дар ҷунин соҳаҳои иқтисодиёт ва саноат, ба монанди саноати истихроҷи маъдан, хоҷагии қишлоқ ва тиб, амалӣ карда мешаванд. Гармигузарониро ба усулҳои назариявӣ ва таҷрибавӣ тақсим кардан мумкин аст.

Вобаста ба ин минбаъд такмил додани гармигузаронии наномоеъҳое, ки дар таркибашон метилбутилкетон (моеъ ва газмонанд) дохил карда шудаанд, захираи калони мукамалгардонии равандҳои технологӣ мебошад.

Як қатор равандҳои нави технологӣ ба вучуд омада, ки дар ҳарорат ва фишорҳои баланд ба амал меоянд, барои такмил додан ва интенсификатсияи равандҳои пештар мавҷудбуда дар соҳаҳои химия, сӯзишворӣ, мошинсозӣ, электроника, маводи наносохтордор, наномоеъҳо ва дигар соҳаҳои саноат асос шуда буданд.

Дар ин маврид хангоми ба метилбутилкетон илова намудани дудай наноандоза ва нанонайчаи карбонӣ ҳосиятҳои физика-химиявии моеъҳои органикӣ тағйир меёбанд. Тадқиқи гармигузаронии системаҳои моеъҳои органикӣ, метилбутилкетони газмонанд, моеъ ва нанозаррачаҳо вобаста аз ҳарорат ва фишор, аз ҷумла дар ҳудуди бӯҳронӣ аҳамияти бузурги илмӣ ва амалӣ доранд ва яке аз асосҳои физикӣ-химиявӣ ба шумор мераванд, ки ҳосиятҳои моеъҳо, маҳлулҳо ва ҳамчун параметрҳои асосӣ ба муодилаҳои гидродинамика ва гармиивазкунӣ дар ҳисобкунӣҳо ва лоиҳакашиҳои равандҳо ва дастгоҳҳо дохил мешаванд. Омӯзиши ҳосиятҳои дар боло зикршудаи моеъҳо ва суспензияҳои коллоидӣ ва кластерӣ ба таҳия ва такмили назарияи муосири наномоеъҳо, равшан кардани механизми таъсири байнимолекулавӣ дар моеъҳо ва маҳлулҳо мусоидат мекунад.

Бинобар ҳамин ҳам натиҷаҳои тадқиқи гармигузаронӣ (ламинарӣ ва турбулентӣ) асоси назарияи муосири молекулярӣ-кинетикӣ газҳо ва моеъҳо гардиданд.

Дарачаи коркарди мавзӯи тадқиқот

Масъалаи ҳосиятҳои гармофизикӣ моеъҳо ҳам дар намуди тоза, ва ҳам бо миқдори гуногуни нанозарраҳои дуда ва нанонайчаҳои карбонӣ вобаста ба ҳарорат ва фишор аз тарафи олимони хориҷӣ мавриди тадқиқ қарор гирифтаанд. Ибтидои ин таҷрибаҳои А.С. Димитриев, В.Я. Рудняк, В.М. Терехов, (Новосибирск) Чои ва дигарон, инчунин корҳои назариявии Гамильтон, Кроссер, Хашин–Штрикман, Максвелл, Кихара ва Викс-Чендлер-Андерсен ва дигарон мебошад. Механизми интиқоли гармӣ қисман тадқиқ карда шудааст, аммо масъалаи тағйир додани ҳосиятҳои гармофизикӣ гуруҳи алоҳидаи моеъҳои органикӣ, ҳам дар намуди тоза ва ҳам моеъҳое, ки нанозаррача доранд, ба қадри кофӣ омӯхта нашудаанд. Бинобар ҳамин ҳам, кори мазкур ба тадқиқи таҷрибавӣ таъсири нанонҳоки дуда ва нанонайчаҳои карбонӣ ба тағйирёбии гармигузаронӣ ва гармиғунҷоиши метилбутилкетони моеъ ва газӣ, омехтаҳои онҳо бо дуда ва нанонайчаҳои

карбонӣ вобаста аз консентратсияи нанозарраҳо, ҳарорат (290 - 640) К ва фишор (0,101-39,24) МПа бахшида шудааст.

ТАВСИФИ УМУМИИ ТАДҚИҚОТ (ДИССЕРТАТСИЯ)

Мақсади рисола: тадқиқи гармигузаронӣ ва гармиғунҷоиши системаҳои тадқиқотии ду ва секомпонентаи дуда (наноандоза), нанонайчаҳои карбонӣ, метилбутилкетони моеъ ва газшакл дар ҳудуди ҳароратҳои (290-640) К ва фишорҳои (0,101 – 39,24) МПа.

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

- интиҳоб ва таҳияи усули муайян кардани коэффитсиенти гармигузаронӣ ва гармиғунҷоиши маҳлулҳо ва суспензияи метилбутилкетон + нанонайчаҳои карбонӣ ва дудай наноандоза;
- нишон додани механизми гузаронидани гармӣ дар наномоеъҳои коллоидии тадқиқотии системаҳои нанонайчаҳои карбонӣ ва дуда+ метилбутил-кетон;
- таҳия ва сохтани дастгоҳи таҷрибавӣ барои чен кардани гармигузаронӣ дар речаи ламинарӣ ва турбулентӣ вобаста аз ҳарорат, фишор ва консентратсияи массавии нанозарраҳо;
- ба даст овардани маълумоти таҷрибавӣ ва ҳисобии гармигузаронӣ ва гармиғунҷоиш дар ҳудуди ҳароратҳои (290-640)К ва фишорҳои (0,101-39,24) МПа (усули ноқили тафсон, амсилаҳои Максвелл ва Г.Н. Дулнев);
- алоқаманд намудани вобастагиҳои коэффитсиенти гармигузаронӣ ва гармиғунҷоиши маҳлулҳои (коллоидии) тадқиқотӣ аз ҳарорат, фишор ва консентратсияи массавии нанонайчаҳои карбонӣ ва дудай наноандоза;
- ба даст овардани вобастагии аппроксиматсионии алоқамандкунандаи гармигузаронӣ бо ҳарорат, фишор, консентратсияи массавии нанозарраҳо ва сохтори махсуси объектҳои тадқиқотӣ, инчунин тозагии маҳлулкунанда;

– муайян намудани алоқамандии байни гармигузаронӣ ва гармиғунҷоиш дар речаҳои ламинарӣ ва турбулентии маҳлулҳои тадқиқотӣ дар ҳудудҳои васеи параметрҳои ҳолат;

– ба даст овардани коррелятсияи миёни гармигузаронии речаи ламинарӣ ва турбулентии наномоеҳои тадқиқотӣ дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун.

Навгониҳои илмӣ тадқиқот инҳо мебошанд:

– усулҳои ҳисобкунии коэффитсиентҳои вобастагӣҳои аппроксиматсионӣ барои маҳлулҳои (коллоидии) тадқиқотӣ таҳия карда шуд;

– дастгоҳҳои таҷрибавӣ барои чен кардани гармигузаронӣ ва гармиғунҷиши моеҳо ва буғи онҳо (усули ноқили тафсон) барои наномоеҳои тадқиқотии системаҳои моеҳои органикӣ бо дарназардошти таъсири нанонайчаҳои карбонӣ ва дудайи наноандоза таҳия карда шудааст;

– маълумоти таҷрибавӣ оид ба коэффитсиенти гармигузаронӣ ва гармиғунҷиши маҳлулҳои тадқиқотӣ ($t = 2$ г, нанонайчаҳои карбонӣ ва дудайи наноандоза) дар ҳудуди ҳароратҳои (290-640) К ва фишорҳои (0,101-39,24) МПа ба даст оварда шуд;

– вобастагӣҳои аппроксиматсионии $\lambda - P - T - m$ -ро тавсифдиҳанда ба даст оварда шуд. Бо ёрии вобастагӣҳои аппроксиматсионии ба даст оварда шуда барои маҳлулҳои тадқиқотӣ дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун бо назардошти ҳудудҳои буҳронӣ тавсиф дода шудааст;

– вобастагии коэффитсиенти гармигузаронӣ дар речаи ламинарӣ ва турбулентии моеҳои объектҳои тадқиқотӣ дар ҳудудҳои васеи параметрҳои ҳолат ($T = (290-640) \text{ К}$, $P = (0,101-39,24) \text{ МПа}$) муайян карда шудааст.

Муқаррароти ба ҳимоя пешниҳодшаванда:

– усулҳои ҳисобкунии гармигузаронӣ ва гармиғунҷоиш дар параметрҳои васеи ҳолат (муодилаи ҳолати Намуди Тейт) барои моеҳо ва таҳлили равандҳои гармиинтиқолдиҳӣ дар объектҳои тадқиқотӣ;

– вобастагҳои аппроксиматсионӣ ва муодилаи ҳолат (дар намуди муолилаи Тейт) барои ҳисоб намудани хосиятҳои калорикии системаҳои моеъҳои органикӣ+нанонайчаҳои карбонӣ ва дудай наноандоза дар ҳудуди васеи ҳарорат ва фишор;

– вариантҳои нави таҷҳизотҳои ҷенкунанда ва асоси имкониятҳои табиқӣ онҳо барои тадқиқи коэффитсиенти гармигузаронии маҳлулҳо (коллоидӣ ва суспензияи онҳо) вобаста аз ҳарорат ва фишор бо назардошти ҳудуди бухронии параметрҳои ҳолат ($T=290-640$) К ва ($P=39,24$ МПа);

– маълумоти ҳисобкарда шуда оид ба хосиятҳои гармофизикии маҳлулҳо (коэффитсиенти гармигузаронӣ дар речаи ламинарӣ ва турбулентӣ) дар ҳудуди $T=(290-640)$ К, $P=(0,101-39,24)$ МПа ва консентратсияи аз 0-2 г. нанонайчаҳои карбонӣ ва дудай наноандоза.

Объектҳои тадқиқот. Метилбутилкетони моеъ ва газмонанд, дуда, нанонайчаҳои карбонӣ, наномоеъҳои коллоидӣ (ҷадвали 1).

Ҷадвали 1. Тавсифҳои асосии маҳлулҳои тадқиқотии метилбутил-кетон+нанозаррачаҳо ва ҳудуди ҷенунии параметрҳои ҳолат

Намуна	Гармибаранда ва ҳудуди ҷенкунӣ	Консентратсияи массавии нано- пуркунандаҳо		Ҳудудҳои ҷенкунии ҳарорат Т, К	Ҳудудҳои ҷенкунии фишор Р, МПа
-ҳо	Метилбутил- кетон (х.тоза)	дуда	НК	(290-640)К	$P=(0,101-39,24)$ МПа
№1	Моеъ	0-2г.	0-0,5%	(290-640)К	$P=(0,101-39,24)$ МПа
№2	Газшакл	0-2г.	0-0,5%	(329,5-640)К	$P=0,101$ МПа
№3	Ҳудуди буҳронӣ	0-2г.	0-0,5%	(290-640)К	$P=39,24$ МПа

Соҳаи тадқиқот. Рисола дар самти илмӣи физикаи ҳарорат ва назарияи техникаи гармо, иҷро карда шудааст.

Зинаҳои тадқиқот. Рисола дар давраи 2019-2023 иҷро карда шудааст.

Усулҳои тадқиқот. Барои чен кардани гармигузаронии наномоеъҳои коллоидӣ усули нокили тафсон (дастгоҳи профессор Л.П. Филлипов) истифода шудааст. Барои коркарди натиҷаҳо қонуни мувофиқоварӣ ва барномаи Microsoft Excel, амсилаи математикии равандҳои физикӣ ва аппарати математикии собитшуда, барои ҳалли адабии муодилаҳои дифференсиалии гармигузаронӣ ва массагузаронӣ, аз ҷумла модели Максвелл, Тейт, Дулнев (гармигузаронӣ) истифода шудаанд.

Аҳамияти амалӣ ва назариявии тадқиқот:

1. Ҷадвалҳои муфасссали гармигузаронӣ ва гармиғунҷоиши маводҳои аз ҷиҳати техники муҳими маҳлулҳои метилбутилкетон+наноайчаҳои карбонӣ ва дуда дар ҳудудҳои васеи ҳароратҳои (290-640 K) ва фишорҳои (0,101-39,24 МПа) бо дарназардошти ҳудуди бухронӣ, ки метавонанд ташкилотҳои лоиҳакашӣ дар равандҳои гуногуни технологӣ, дар энергетикаи гармо ва мошинсозӣ истифода баранд, тартиб дода шудааст.

2. Дастрасии таҷрибавии сохта шуда барои таъҷилан чен кардани гармигузаронӣ метавонад истифода бурда шавад;

3. Бонки бузургҳои гармофизикии пайастагҳои химиявӣ бо маълумоти нав пур карда шуд;

4. Натиҷаҳои тадқиқотҳои гузаронидашуда оид ба гармигузаронӣ ва гармиғунҷоиши маҳлулҳо (метилбутилкетон+нанозаррачаҳо) дар ҳароратҳои гуногуни ($T=290-640$) K, фишорҳои ($P = 0,101-39,24$ МПа) ва консентратсияҳои (0,1 - 0,5) г дар Пажӯҳишгоҳи илмӣ-тадқиқотии Вазорати саноат ва технологияи нави Ҷумҳурии Тоҷикистон ҳангоми ҳисобкунӣҳои модели реакторҳо ва равандҳои технологӣ, бузургҳои таҷрибавӣ бошад ҳамчун маълумот истифода бурда мешаванд (санади тадбиқ пешниҳод карда шудааст).

5. Пешгуии гармигузаронӣ (назарияҳои Максвелл ва Г.Н. Дулнев)-и маҳлулҳои коллоидӣ омехташуда дар асоси сохтори молекулавӣ онҳо аз ҷиҳати назариявӣ асоснок карда шуд.

6. Маълумот оид ба гармигузаронӣ ва гармиғунҷоиши системаҳои моеъ ва газмонанди ду - ва сатаркибаи ба даст омада метавонанд барои ҳисобкуниҳои муҳандисӣ, тартиб додани амсилаи физикӣ ва математикӣ, инчунин барои интиҳоби речаҳои кори механизмҳо ва таҷҳизотҳои гуногун истифода бурда шаванд.

7. Усули муайянкунии таъсири нанозаррачаҳоро (усули профессор В.А.-Алтунин ва дигарон) истифода бурда, саҳми нанозаррачаҳоро барои баланд бардоштани гузаронандагии самаранокӣ дар ҳарорат, фишор ва концентрат-сияҳои гуногуни нанопуркунондаҳо (наноҳокаи дуда ва нанонайчаҳои карбонӣ) вобаста аз ҳарорат (290 – 640)К ва фишорҳои (0,101 – 39,24) МПа, муайян карда шудааст.

8. Дар асоси маълумот оид ба гармигузаронии маҳлулҳои тадқиқотии газмонанд ва моеъ дар ҳароратҳо ва фишорҳои гуногун муодилаҳои эмпирикӣ ҳосил карда шуд (барои фишор ва ҳароратҳои баланд). Аввалин маротиба барои синфи мазкури наномоеъҳо муодилаи намуди Тейт ва М.М. Сафаров истифода бурда шуд, ки коэффитсиентҳои адабии ин вобастагӣҳои аппроксиматсионӣ ба даст оварда шудааст.

9. Дастгоҳи сохташуда барои чен кардани гармигузаронии (усули ноқили тафсон) маҳлулҳои системаи метилбутилкетон, дуда ва нанонайчаҳои карбонӣ дар Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав ихтисоси физика, дар Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи Садриддин Айнӣ, дар Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ барои ихтисоси «Энергетикаи ҳароратӣ ва истгоҳҳои барқӣ ҳароратӣ», инчунин дар Пажӯҳишгоҳи илмӣ - тадқиқотии саноати Вазорати саноат ва технологияи нави Ҷумҳурии Тоҷикистон ва ғайраҳо истифода бурда мешаванд (санадҳои татбиқ пешниҳод карда мешавад).

Дарачаи эътимодноки ва наشري натиҷаҳо

Эътимоднокии натиҷаҳои тадқиқот таъмин карда мешавад:

- бо истифодаи таҷҳизоти ченкунанда бо натиҷаи баланди такроршавандаи ченкунӣ ва санчидашуда;
- бо мувофиқ намудани натиҷаҳои тадқиқот бо маълумотҳои муайян, ки дар натиҷаи тадқиқоти мустақил бо истифода аз усулҳои дигари физикӣ-химиявӣ ба даст оварда шудаанд;
- бо таъмини пурраи метрологии дастгоҳҳои ченкунанда, истифодаи дурусти назарияи ченкунӣ ва назарияи хатоҳо, истифода аз асбоб ва дастгоҳҳои стандартӣ, такроршавандагии натиҷаҳои бадастомада, мувофиқати қаноатбахши байни натиҷаҳои ченкардашудаи гармигузаронӣ ва гармиғунҷоиш бо маълумоти адабиётӣ;
- бо истифодаи амсилаи дурусти математикии равандҳои физикӣ ва аппарати математикии собитшуда барои ҳалли адабии муодилаҳои дифференсиалии гармигузаронӣ ва массагузаронӣ, аз ҷумла модели Максвелл, Дулнев ва Тейт (оид ба гармигузаронӣ), моделронии компютерӣ.

Натиҷаҳои тадқиқот татбиқ шудаанд:

- натиҷаи тадқиқотҳои гузаронидашуда оид ба хосиятҳои гармофизикии системаҳои тадқиқотии (метилбутилкетон+наноайчаҳои карбонӣ ва дудаи наноандоза) дар «Пажӯҳишгоҳи илмӣ - тадқиқотии саноати» Вазорати саноат ва технологияи нави Ҷумҳурии Тоҷикистон барои ҳисобкуниҳои равандҳои технологӣ ва бузургҳои таҷрибавӣ бошад, ҳамчун маълумот истифода бурда мешаванд;
- вобастагҳои аппроксиматсионии ба даст омада оид ба гармигузаронии речаи ламинарӣ ва турбулентӣ дар параметрҳои васеъи ҳолат ва муодилаи намуди Тейт барои ҳисобкуниҳои муҳандисӣ дар «Пажӯҳишгоҳи илмӣ - тадқиқотии саноати» Вазорати саноат ва технологияи нави Ҷумҳурии Тоҷикистон истифода мешаванд;
- ҷадвалҳои муфассал тартиб додашудаи хосиятҳои гармигузаронӣ ва термодинамикии маҳлулҳои аз ҷиҳати техникӣ муҳимро дар ҳудудҳои васеъи

харорат (290-640)К ва фишор (0,101-39,24)МПа, метавонанд, ташкилотҳои лоиҳакашӣ дар равандҳои гуногуни технологӣ истифода баранд;

- таҷҳизотҳои сохташуда барои ҷен кардани гармиғунҷоиш ва гармигузарони дар речаи ламинарӣ ва турбулентӣ (бо нанонайчаҳои карбонӣ ва дудҳои наноандоза) дар озмоишгоҳҳои таълимӣ ва илмӣ кафедраи «Техника ва энергетикаи гармо» Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав, Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи Садриддин Айнӣ аз тарафи омӯзгорон ҳангоми иҷрокунии рисолаҳои илмӣ аз тарафи донишҷӯён ҳангоми иҷро намудани корҳои хатм, лоиҳаҳои курсӣ, корҳои курсӣ ва озмоишӣ истифода мебаранд (санадҳои татбиқ пешниҳод карда шудааст).

Саҳми шахсии муаллиф аз интихоби усулҳо ва коркарди алгоритмҳои ҳалли масъалаҳои ҳангоми иҷрои кор гузошташуда, маълум намудани қонуниятҳои асосии дар равандҳои физикӣ-химиявӣ гузаранда ҳангоми ҳосил намудани гармибарандаҳо, гузаронидани тадқиқотҳои таҷрибавӣ (гармиғунҷоиш ва гармигузаронӣ дар речаи ламинарӣ ва турбулентӣ, ҳисобкунии коэффитсиентҳои модификатсияшудаи муодилаи намуди Тейт) дар шароити реалӣ, коркард ва таҳлили натиҷаҳои ба даст омада, тавсифи ҳулосаҳои асосии рисолаи илмӣ иборат мебошанд. Ҳамаи натиҷаҳои ба даст омада аз тарафи муаллиф таҳти сарвари роҳбари илмӣ иҷро карда шудаанд.

Апробатсия. Натиҷаҳои асосии тадқиқоти илмӣ дар конференсияҳои илмӣ байналмилалӣ ва ҷумҳуриявӣ баррасӣ ва муҳокима карда шудаанд:

1. Конференсияи илмӣ-амалии «Энергетика: ҳолат ва дурнамиҳои инкишоф», бахшида ба 30-солагии Истиқлолияти давлатии Ҷумҳурии Тоҷикистон ва Рӯзи энергетикҳо (Душанбе, 20 декабри с. 2021);

2. Конференсияи ҷумҳуриявии илмӣ-амалӣ бахшида ба 80-солагии профессор М. Исмаилов ва «20-солагии рушди илмҳои табиатшиносӣ, тадқиқ ва риёзӣ» дар мавзӯи «Масъалаҳои муосири назарияи муодилаҳои дифференциалӣ» (Душанбе, 26 сентябри с. 2020);

3. Конференсияи Ҷумҳуриявии илмӣ-назариявӣ дар мавзӯи «Асосҳои инкишоф ва дурнамои илмҳои химия дар Ҷумҳурии Тоҷикистон», бахшида ба 60-солагии факултети химия ва хотираи д.и.х., профессор, академики АМИТ Нумонов Ишонқул Усмонович (Душанбе, 12-14 сентябри с. 2020);

4. VI конференсияи байналмилалӣ илмӣ-техникии «Усулҳои муосир ва масоили тадқиқи хосиятҳои гармофизикии маводҳо» (Санкт-Петербург, 27–28 майи с. 2021);

5. Конференсияи байналмилалӣ «Ҷазаҳои гузариш, ҳодисаҳои критикӣ ва ғайрихаттӣ дар муҳитҳои конденсӣ». Институти физикаи ба номи Х.И. Амирханов, маркази тадқиқоти федералии Дӯғистон, АИР (Махачкала, 12 - 17 сентябри с. 2021);

6. Конференсияи ҷумҳуриявии илмӣ-амалӣ (бо иштироки байналмиллалӣ) «Энергетикаи ҳароратӣ ва хосиятҳои физикаи гармои маводҳо», бахшида ба 30-солагии истиқлолияти давлатии Ҷумҳурии Тоҷикистон, 65-солагии ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ ва 50-солагии мактаби байналмиллалӣ физикаи гармо (Душанбе, 27-28 августи с. 2021);

7. Конференсияи байналмилалӣ илмӣ-амалӣ «Энергетика: Ҳолат ва дурнамои рушд», бахшида ба 30-солагии Истиқлолияти давлатии Ҷумҳурии Тоҷикистон ва рӯзи энергетикҳо, ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ, Душанбе, (20 декабри с. 2021.);

8. Proceedings of the Journal of International University Scientific Forum (Practice Oriented Science), UAE-Russia- India, Dubai-17 June 2022. Pp. 112-116. doi:10.34660 / INF 2022.61;

9. Конференсияи ҷумҳуриявии илмӣ-амалӣ дар мавзӯи «Саҳми Абурайҳони Берунӣ дар инкишофи илмҳои табиатшиносӣ, математика ва техникӣ», бахшида ба 1050 солагии Энсиклопедисти машҳери форсу-тоҷик Абурайҳони Берунӣ» ва «20 солагии омӯзиш ва инкишофи илмҳои табиатшиносӣ, тадқиқ, риёзӣ дар соҳаи илм ва таълим» (Бохтар, 28 майи с. 2022);

10. 13^{-ум} Мактаби байналмиллалии физикаи гармо бахшида ба 60-солагии д.и.т., профессор, аъзо-корр. АМИТ Кобулиев Зайналобуди Валиевич (Кобули Зайналобудини Вали) ва 70-солагии Арбоби илм ва техникаи Тоҷикистон, д.и.т., профессор, академики АМ ҶТ, академики АБМ, академики академияи байналмиллалии Сафаров Маҳмадали Маҳмадиевич. ДДТ ба номи академик М.С. Осимӣ, Институти масъалаи об ва экология, ДДБ ба номи Носири Хусрав (Душанбе-Тамбов-Бохтар, 17-20 октябри с. 2022).

Интишорот. Доир ба натиҷаҳои тадқиқот 23 мақола, аз ҷумла 6 мақола дар маҷаллаҳои аз тарафи КОА назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон тавсияшуда, 1 патенти хурди Ҷумҳурии Тоҷикистон ва 16 мавод дар конференсияҳои ҷумҳуриявӣ ва байналмилалӣ ба нашр расидаанд.

Мувофиқати рисола ба шиносномаи ихтисос. Мавзӯ, усулҳои тадқиқот ва муқаррароти илмӣ пешниҳодшуда ба шиносномаи ихтисоси кормандони илмӣ 01.04.14 - «Физикаи ҳарорат ва назарияи техникаи гармо» мувофиқ мебошад: дар қисми банди 5 «Тадқиқи таҷрибавӣ ва назариявии конвексияи якфаза, озод ва маҷбурӣ дар ҳудудҳои васеи гармибарандаҳо, параметрҳои речавӣ ва геометрии сатҳҳои гармиинтиқолдиҳанда», дар қисми банди 7 «Тадқиқи таҷрибавӣ ва назариявии равандҳои интиқоли якҷояи гармӣ ва масса дар маҳлулҳои бинарӣ ва бисёркомпонента бо иловаи нанозаррачаҳои дуда ва нанонайчаҳои карбонӣ, аз ҷумла наномоеҳои аз ҷиҳати химиявӣ таъсиркунанда», дар қисми банди 9 «Таҳияи асосҳои илмӣ ва ташкили усулҳои ташаккулёбии равандҳои гармӣ- ва массамубодилакунӣ».

Сохтор ва ҳаҷми кор. Диссертатсия аз муқаддима, шарҳи адабиёт, чор боб, рӯйхати адабиёт ва замима иборат мебошад. Кор дар 52 саҳифаи чопи компютерӣ, бо 30 ҷадвал, 56 расм ва рӯйхати адабиёт иборат аз 131 номгӯй (бо муаллифони ватанӣ ва хориҷӣ) ва 13 саҳифаи замима интишор шудааст.

Боби 1. ШАРҲИ АДАБИЁТ ОИД БА БАЪЗЕ ХОСИЯТҲОИ МАВОДИ ТАДҚИҚОТӢ. ВАЗИФАГУЗОРИИ ТАДҚИҚОТ

1.1. Хосиятҳои асосии физикию химиявии моеъҳои тадқиқотии баъзе кетонҳо, дуда, нанонайчаи карбонӣ ва истифодабарии онҳо

1.1.1. Тавсиф ва усулҳои ҳосил кардани хокаҳои наноандоза

Махсусияти ташкилшавии маводи ковок, дона–дона бо усули кутбнокшавии анодӣ муайян карда мешавад. Яке аз самтҳои нисбатан ташаккулёфта ва серталабот дар технологияи муосири ташкили маводҳои функционалӣ ин синтези сохтори ковок, дона–дона ва нанонайчаҳо мебошанд [1]. Ин ба, масалан, кремнийи ковокидор [2] ва оксиди металлҳои ковокидор тааллуқ дорад [3]. Маводи функционалӣ дар асоси оксиди металлҳои анодии ковок дар татбиқи технологияи весеъи гуногун, ба монанди элементҳои офтобӣ, рангкунандаҳои ҳассос [4], сенсорҳо ва датчикҳо барои муҳитҳои ҳавоӣ ва обӣ [5,6], катализаторҳои электролизи об [7] ва дигар соҳаҳои оптика ва электроника ва таври васеъ татбиқ мешаванд. Бо усулҳои оксидкунии анодии металлҳо сохтори ковоки баланд инкишофёфтaro бо тавсифҳои маводҳои бадастомадаро ҳосил кардан мумкин аст. Раванди оксидкунии анодӣ имкони назорат кардани андозаҳои геометрии ковокиҳоро (ба монанди диаметри ковокӣ, ғафсии деворҳо, дарозии найчаҳо, андозаи зарраҳо ва ғайраҳо) медихад, ки нанонайчаҳо, наномехвар ё ин, ки ковокӣ дар масоҳати сатҳҳои калон мунтазам ва ботартиб ба даст оварда шавад. Оксиди анодии алюминийи ковок (ОАА) нисбатан ба таври васеъ маълум мебошад [8], ки аксар вақт ба сифати қолиб барои синтези нанозаррачаҳо, наномехварҳо ва нанонайчаҳои гуногун истифода бурда мешаванд. Инчунин оксидҳои анодии ковокидор барои металлҳои вентиلى (рӯйпӯшкунӣ), масалан, титан [9], сирконий [10], тантал [11], волфрам [12], гафний [13], ванадӣ [14] ҳосил карда шудааст. Аввалин маротиба маълумот

оид ба синтези оксидҳои дар боло зикршуда дар солҳои 1990-2000 пайдо шуданд. Баъд аз ҳосил намудани сохтори ковокиҳои ботартиб тадқиқи васеъ дар миёни олимони тамоми ҷаҳон ба омӯхтани хосиятҳои физикӣ-химиявӣ, физикӣ-механикӣ, микросохторӣ ва оптикӣ мавод, ки дар натиҷаи истифодаи ин технологияҳо ба дастоварда шудаанд, таваҷҷуҳи зиёди тадқиқотӣ пайдо намуданд [15].

Баъзе хосиятҳои асосии атсетон дар ҷадвалҳои 1.1 ва 1.2 оварда шудааст.

Ҷадвали 1.1. - Хосиятҳои физикӣ-химиявии атсетон

№	Номгӯи хосиятҳо	Бузургӣҳо
1.	Зичӣ дар 20°C ва фишори 0,101 МПа	790,8
2.	Зичӣ дар ҳолати фишурдашуда 190К	620,8
3.	Зичии буғ аз рӯи ҳаво, кг/м ³	2,0
4.	Ҳарорати ҷӯшиш дар фишори 0,101 МПа	56,5
5.	Ҳарорати ғудозиш (кристаллизатсия) дар фишори 0,101 МПа	- 95,35
6.	Ҳарорати бӯҳронӣ, °C	235
7.	Фишори бӯҳронӣ, МПа	4,76
8.	Гармии сӯзиш, кҶ/мол	-1821,38
9.	Гармии ҳоси сӯзиш, кҶ/кг	31360
10.	Доимиҳо муодилаи Антуан дар интервалҳои ҳароратҳои 258 то 366К	А - 6,37551 В - 1281,721 С - 237,088

Ҷадвали 1.2. - Фишори буғи сери атсетон

p, мм. сут. сим.	1	2	10	20	40
t, °C	-59,4	-40,5	-31,1	-20,8	-20,8
p, мм. сут. сим.	60	100	200	400	760

t, °C	-2,0	7,7	22,7	39,5	56,5
-------	------	-----	------	------	------

Ҷадвали 1.3. - Фишори буғи сери атсетон

p, атм	1	2	5	10	20	30	40
t, °C	56,5	78,6	113,0	144,5	181,0	205,0	214,5

1.2. Хосиятҳои химиявӣ

Ҳалшавандагӣ дар об беҳудуд мебошад. Қобилияти реаксионӣ ба ҳалқунандаҳои органикӣ тааллуқ дорад. Пайвастагиҳои кристаллӣ бо гидросулфати металлҳои ишқорӣ ҳосил мекунад. Танҳо оксидқунандаҳои қавӣ, масалан, маҳлули KMnO_4 -и ишқорӣ ва кислотаи хромат атсетонро то сирко ва кислотаи мӯрча ва минбаъд – то CO_2 ва об оксид мекунад. Бо таъсири хлор ва ишқор атсетон ба хлороформ табдил меёбад. Атсетон спиртҳои дуҷумдараҷаро бо иштироки алкоғолятҳои Al то кетонҳо оксид мекунад. Ҳангоми расиш бо перекиси натрий ё ангидриди хром атсетон бо таркиш месӯзад. Бо эфирҳои содда, метанол, этанол ва эфирҳои мураккаб омехта мешавад.

1.3. Тавсифҳои санитарӣ ва гигиенӣ

Рақами ба қайд гирифташуда аз рӯи CAS	67-64-1
Дараҷаи ҳатарнокӣ дар ҳавои минтақаи корӣ	4
ПДК м.р./с.с. дар ҳавои минтақаи корӣ, мг/м^3	800/200
Коди маводи ҳавои атмосфериро ифлосқунанда.	
Дараҷаи ҳатарнокӣ дар ҳавои атмосферӣ	4
ПДК м.р./с.с. дар ҳавои атмосферӣ, мг/м^3	0,350/3

Таъсир ба инсон: таъсири нарқологӣ дорад. Ба пусти солим адсорбсия мешавад. Ҳангоми нафаскашии дарозмуддати буғҳо, атсетон дар бадан ҷамъ мешавад. Заҳролудшавӣ бо атсетон ба воситаи нафаскашии буғҳои он дар консентратсияи зиёда аз ПДК-и баланд имконпазир аст. Ҳудуди қабулкунӣ буғ – 0,0011 мг/л .

Тадбирҳои эҳтиётӣ: хама корҳо бояд бо истифода аз вентилатсияи маҷбурии ҳаво, дур будан аз оташ ва манбаъҳои шарора ба амал бароварда шаванд. Дар шароити истеҳсоли герметикунонии таҷхизот, дастгоҳҳо, равандҳои дренажӣ ва пуркунии бояд риоя карда шаванд, то ба ҳаво ворид шудани буғи атсетонро пешгирӣ кунанд. Аз қувваи ҷараёни электрикӣ муҳофизат карда шавад.

1.4. Истеҳсолоти саноатӣ

Дар истеҳсолот метилэтилкетонро аз бутенҳо ба даст меоранд, ки дар фраксияҳои бутан-бутиленӣ газҳои коркарди нафт мавҷуд мебошанд. Дар марҳалаи якум бутенҳо бо кислотаи сулфати 70-85% дар 30-40°C ва фишори ~0,1 МПа то 2-бутанол бо ташаккули фосилавии 2-бутилсулфат гидрат карда мешаванд. 2-бутанолро бо роҳи ректификатсия (ҷудокунии компонентҳои маҳлӯл) ҷудо карда ва дар метилэтилкетон тавассути дегидрогенизатсия дар ҳароратҳои 400-500°C (катализатор ZnO ба ғайр аз пемза (санги сабуки ковокидор) ё рӯҳи миси) ё дар 500 °C (пемзаи нукрадор) оксид карда мешавад. Интиҳоби гидратсияи бутен 80-85%, дегидрогенизатсияи 2-бутанол - тақрибан 99%, дегидрогенизатсияи оксидшаванда - 85-90 фоизро ташкил медиҳанд.

Норасоии раванд: ташаккули миқдори зиёди оби партовӣ дар марҳалаи гидрататсия, харчи зиёди энергия, ки бо эҳтиёҷоти концентратсия алоқаманд аст (ҳангоми ҷараёни гидрататсия, он то 35% концентратсия ҳал карда мешавад).

Равандҳои бевоситаи гидрататсияи бутенҳо (дар Япония, Олмон) бо истифодабарии гетерокислотаҳо ва сулфокатионитҳо ба сифати катализатор, ки норасоии мазкурро надоранд таҳия ва татбиқ карда шуда истодаанд. Бо роҳи оксид кардани бутенҳо дар катализатори якхела-маҳлули обии намаки палладий ва агенти оксидкунандаи баръакс амалкунанда (масалан, кислотаи гетерополии ванадий фосфомолибден) ба даст овардани кетони метилэтил ояндадор мебошад.

Дар шароити лабораторӣ кетони метилэтилиро ба воситаи дегидро-генизатсияи 2-бутанол ба даст овардан мумкин аст. Барои муайян кардани кетони метилэтил ҳосилаҳои онро синтез мекунанд: нимкарбазон (харорати ғудозиш-148°C) ё 2,4-динитрофенилгидразон (харорати ғудозиш -115°C), мебошад.

Истеҳсоли ҷаҳонии метилэтилкетон ~ 800 ҳазор. т/сол мебошад.

1.5. Хосиятҳои физикӣ

Дар об ба таври маҳдуд омехта мешавад, дар ҳама гуна таносубҳо бо аксари ҳалкунандаҳои органикӣ омехта мешавад. Ҳангоми бо об омехта кардан моддаи азеотропӣ ба вучуд меорад (харорати ҷӯшиш 73,41°C; 88,7% аз рӯи массаи метилэтилкетон). Нуқтаи алангагирӣ 2,2°C, ҳудуди концентратсияи таркиш - 1,97-10,2 Ҷоизро ташкил дода ва дар ҳудуди ин концентратсияҳо он ҳангоми омехта шудан бо ҳаво метаркад.

1.6. Татбиқи маҳлулқунанда

Ҳамчун ҳалқунанда дар маводи поливинилхлоридҳо, нитроселлюлозҳо, полиакрилҳо, рангуборқунандаҳо, ширешҳо, дар рангҳои полиграфӣ, депраффинозатсияи равшанҳои молиданӣ ва беравшангардонии парафинҳо (берун кардани равшан ва парафини пастғудохташаванда); маҳсулоти мобайнӣ дар истеҳсоли пероксиди метилэтилкетон (сахтқунандаи қатрони полиэфирҳо), фтор-бутил-амин ва ғайраҳо истифода бурда мешаванд. Инчунин барои истеҳсоли ранг ва қатрарони борик дар технологияи ҷопи рангӣ ҳангоми истифодаи принтерҳои ранга барои тамғагузории маҳсулот (санаи истеҳсол, муҳлати истифода, ва ғайра) истифода мешавад.

1.7. Таъсирқунӣ ба инсон

Дар концентратсияи 1 мг/л дар давоми 3-5 дақиқаи таъсир ба инсон боиси ангиэзии луобпардаи ҷашм, бинӣ ва гулӯ мегардад, 30 мг/л – ангиэзии

тоқатнопазир мегардад. ПҚД-и минтақаи корӣ тибқи ГОСТ 12.1. 005-88 200 мг/м³ мебошад.

1.8. Муҳофизати меҳнат

Метилэтилкетон ба осонӣ оташ мегирад, дар омехтагӣ бо ҳаво дар консентратсияҳои аз 1,4 то 11,4% тарканда мебошад [16-18]. Консентратсияи ғаврии ҳатарнок 8850 мг/м³ мебошад [19]. Метилэтилкетон — маводи заҳролудкунанда мебошад [20]. Аз рӯи маълумоти [21] ПҚД дар ҳавои минтақаи корӣ ба 200-мг/м³ (басти миёна аз 8 соат зиёд) ва 400 мг/м³ (якмаротибагии максималӣ) мебошад. Ҳадди дарккунии бӯй метавонад, масалан, ба 1000 мг/м³ [22] ва 250 мг/м³ [23] расад. Истифодаи филтрҳои васеъ истифодашавандаи Сизод дар якҷоягӣ бо «иваз кардани филтрҳо ҳангоми пайдо шудани бӯй дар зери ниқоб» (чунон, ки дар Федератсияи Русия тақрибан ҳамеша аз ҷониби таъминкунандагони Сизод тавсия дода мешавад) боиси таъсири аз ҳад зиёди метилэтилкетони барои як қисми коргарон аз сабаби дер иваз кардани филтрҳои зиддигазӣ интизор шудан мумкин аст. Барои муҳофизат тағйир додани технология ва воситаҳои муҳофизати коллективиро хеле самарабахштар истифода бурдан лозим аст. Чунки ин маводи заҳролуд-кунанда метавонад тавассути пӯст ба бадан ворид шавад; чашм, системаи марказии асаб, пӯст, узвҳои нафас осеб бинанд [18].

Дар кори [25] таҳлили ҳисобкунии мавҷудаи гармигузаронии масолеҳҳои дона-донаи хушк оварда шудааст ва дар асоси он қайд карда мешавад, ки баъзе камбудии онҳо масъалаи ташкили усулҳои мукамалтари ҳисобро ба миён гузорад.

1.9. Усули муайян кардани коэффитсиенти гармигузаронии маводҳои хушкӣ дона-дона (усули М. Смолуховский)

Мақсади асосии ин кор пешниҳод кардани усули ҳисобкунӣ, ки ягонагии механизми гузаронандаро дар ҳокаи майдадона ва маводи калондона бо дарназардошти ҳама омилҳои муайянкунанда ҳам барои

маводи хока ва ҳам маводи калондона инъикос намояд, мебошад: таъсири муковимати термикӣ дар сарҳади ҷисми сахт – газ, андозаи донаҳо, ковокии хока, тасвири ҷойгиршавӣ ва алоқамандии донаҳо, хосиятҳои маводҳои дона ва гази пуршудаи байни онҳо. Дар маълумоти дигар пешбинӣ карда шудааст, ки натиҷаҳои санҷиши таҷрибавии усули пешниҳодшудаи ҳисоб кардани гармигузаронии маводи дона-дона, нишон дода шавад.

Аз сели гармии дида баромадашуда ва тақсимои гармии тавассути буриши байни ду дона интиқолшаванда чунин бармеояд, ки майдони ҳудуди назди нуқтаи расиш миқдори нозизи гармиро интиқол медиҳад, бинобар ин, дониستاني гармигузаронии маводи дона-дона бояд бо дарназардошти гармии дар тамоми ҳудуди байни донаҳо гузаронидашуда анҷом дода шавад; инчунин муқаррар карда шудааст, ки шартҳои ҳатмии тартиб додани усули боэътимоди ҳисобкунии дуруст ба назар гирифтани характери алоқа вобаста мебошад.

Барои равшан кардани хусусияти алоқа ва усули қабат-қабат ҷамъ кардани донаҳо, мо одитарин мушоҳидаҳои ба вучуд омадани сохторро ҳангоми пур кардани мавод, пешниҳод намудем, ки ин имкон медиҳад:

1. Донаҳо дар ҳолати «муаллақ» набуда, балки алоқаи нуқтавӣ ё сатҳӣ дошта бошанд.

2. Аз рӯи шароити мустаҳкамӣ мавҷудияти алоқаи аз як дона ба се донаи дигари нахобида (нисбат бо се донаи пешхобида) эътимодноктар мебошад. Ҷи тавре ки мувофиқи [28] гармӣ аз як дона ба донаи дигар ҳангоми алоқаи нуқтавӣ ё сатҳӣ додашуда қариб якхела мебошанд, он гоҳ ҳисоб мекунем, ки ҳисобкунӣ аз баҳамрасии нуқтавӣ имкон дорад.

Маводи донагии додашуда аз донаҳои номунтазам ва ба таври тасодуфӣ ҷойгиршуда шакли нодурустро доранд. Аммо барои назариявӣ дида баромадан, истифода бурдани қабати донаҳо, яъне қабати дорои заррачаҳои якхелаи сферикӣ, ки бо тартиб ҷойгир шудаанд, қулай мебошад. Ҷор тарзи ба тартиб андохтани заррачаҳои курашакл дар як қабат мавҷуд аст: кубӣ, пирамидаи квадратӣ, секунҷаи ҳамвор ва тетраэдрӣ. Аз ин тарзҳо

танҳо охиринаш дорои хосияте мебошад, ки ҳар як дона дар се кураи дар қабат нахобида ҷойгир аст, бинобар ин, он нисбат ба дигар тарзҳо ба иловаи воқеии маводи донагӣ бештар мувофиқат мекунад. Аз ин мулоҳизарониҳо, аз ҷамъкунии тетраэдралии донаҳои сферӣ ҳамчун амсилаи қабат-қабат қабул гардидааст.

Яке аз хосиятҳои муҳими маводи дона-дона ин мавҷуд будани сатҳи инкишофёфтаи тақсимот миёни ҷисмҳои саҳт ва газӣ мебошад. Тадқиқоти бисёри М. Смолуховский ва П. Лазарев [26-28] ба он оварда расонд: онҳо ба хулосае омаданд, ки дар сарҳади тақсимои фазаи саҳтӣ ва газмонанд метавонад фарқи ҳароратҳои андозаҳои охирин пайдо шавад (ҷаҳиши ҳароратӣ), ки ба муқовимати термикии иловагии сатҳи фазаи тақсимот алоқаманд мебошад. Ин муқовимати гармии иловагиро ҳамчун қабати иловагии газ муаррифӣ кардан мумкин аст, ки агар фарқи ҳарорати байни газ ва девор аз рӯи муқовимати асосии гармии газ ҳисоб карда шавад бояд онро ба эътибор гирем.

М.Смолуховский [28] нишон дода аст, ки ғафсии чунин қабати иловагӣ δ_0 –ро бо истифодаи зерин ҳисоб кардан мумкин аст

$$\delta_0 = \frac{C}{p} \cdot 10^{-7}, \text{ м}$$

ки ин ҷо p – фишори газ, атм; C – бузургии доимӣ барои ҳар як гази аз таҷриба маълум кардашуда, м·атм.

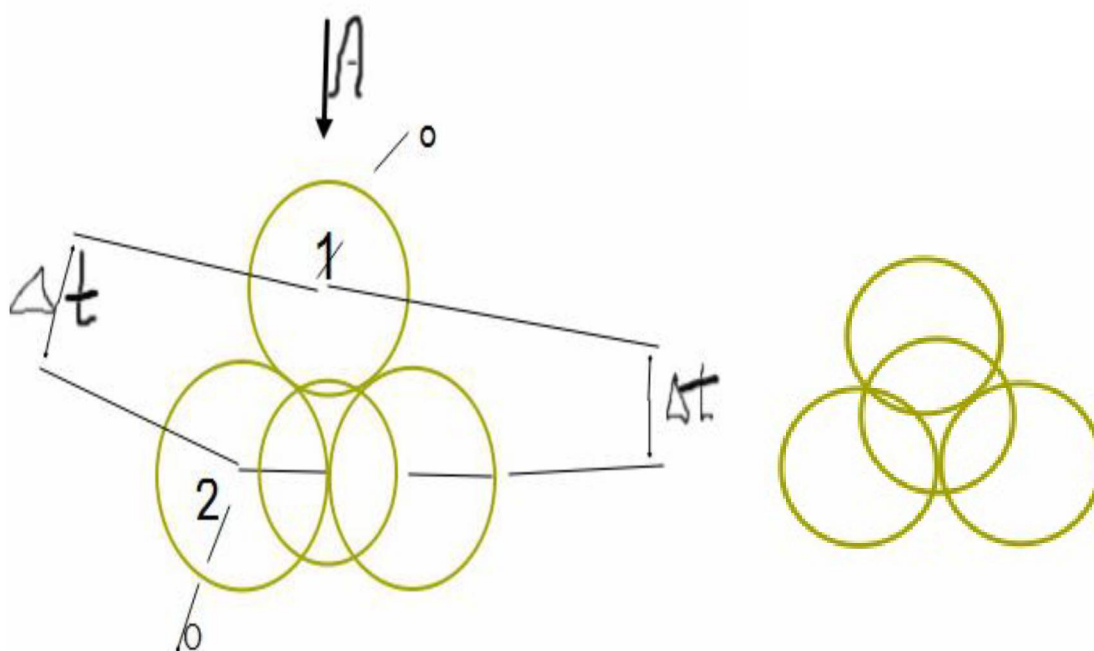
Аз рӯи таҷрибаҳои Смохуловский, Герке [29] ва Лазарев, барои ҳаво бузургии C мувофиқан ба 1,53-1,70; 1,8; 1,34-1,96 баробар мебошад.

Муқовимати термикии иловагӣ дар сарҳади тақсимои фазаҳо метавонад ба гармигузаронии маводи хокагӣ, махсусан вақте, ки майда карда мешаванд ба таври назаррас таъсир расонида тавонад.

Усули ҳисобкунии гармигузаронии маводи хокагӣ [27] бо дарназардошти механизми интиқоли гармӣ аз ҷисми саҳт ба газ бо натиҷаҳои таҷриба мувофиқ мебошад.

Кӯшиши ҳисоб кардани ин усул барои маводҳои калондона [30], ба андешаи мо, ба мақсад мувофиқ мебошад.

Аммо ин усул [30] норасоӣҳо дорад ва онҳо аз он бармеояд, ки ҳисобкунӣ аз бастабандии кубӣ бармеояд, дуршавии эҳтимолии ковокии системаҳои воқеиро аз ковокии бастабандии кубӣ ба назар намегирад ва аз ин рӯ ҳамаи онҳо дар ҳисобкунӣҳои назариявӣ бо коэффитсиенти ададӣ, ки аз таҷриба барои системаҳои гуногуни ҷойгиркунии донаҳо муайян карда шудаанд, ба назар гирифта намешаванд.

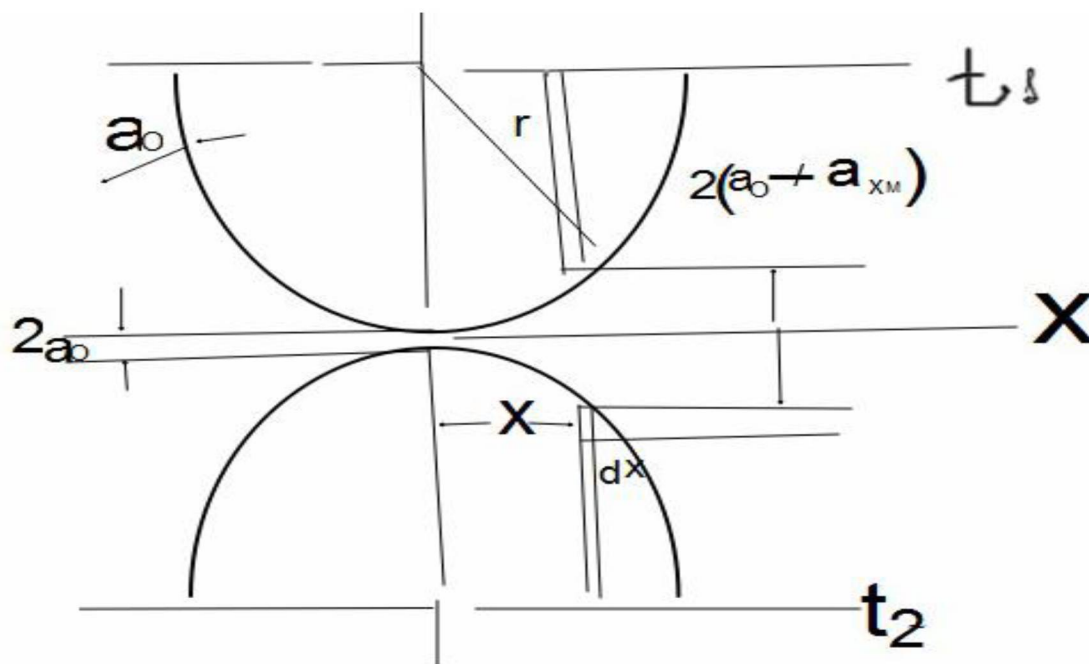


Расми 1.1. Тарҳҳои реалӣ миёни донаҳо

Ба сифати тарҳи ҳисобкунӣ ҷойгиршавии тетраэтрии донаҳоро қабул мекунем (расми 1.1). Он ковокии доимии $m=25,95$ фоизро дорад. Тағйирёбии ковокиро барои тарҳҳои воқеӣ дар охири ҳисобкунӣ ба назар гирифта мешавад. Алоқаи байни донаҳоро нуқтавӣ ба ҳисоб мегирем.

Бигузор дар миёни каторҳои ҳамсои донаҳо фарқи ҳароратҳои $t_1 - t_2 = \Delta t$ мавҷуд бошад. Агар қабул карда шавад, ки сатҳҳои изотермӣ моҳияти асосии ҳамвориҳои горизонталӣ бошанд, пас фарқи ҳарорат миёни донаҳои ҳамсоя ба самти 00 ҳам ба Δt баробар мешавад. Интиқоли гармиро

дар миёни ду дона бо ҷудокунии элемент, чи тавре, ки дар расми 1.2. тасвир шудааст, дида мебароем.



Расми 1.2. Тарҳи алоқаи байни донаҳо барои ҳисобкунии гармигузаронии эффективӣ

Муқовимати гармии маводи донагӣ, муҳити газӣ ва муқовимати иловагиро дар сарҳади фаза ба назар гирифта онро дар шакли қабати иловагии газӣ- δ_0 ба ҳисобкунӣ ворид менамоем. Охиринаш имкон медиҳад, ки донаҳои бо ковоқӣ ҷудокардашуда- $2\delta_0$ ҳисоб карда шавад. Он гоҳ барои гармии додашудаи байни донаҳо ба воситаи элементи ҳалқавӣ- dx , чунин навиштан мумкин аст:

$$dQ_o = \frac{\Delta t}{R_x} dS = \frac{\Delta t}{\frac{2\delta_{\lambda_M}}{\lambda_M} + \frac{2(\delta_0 + \delta_{xT})}{\lambda_T}} dS \quad (1.1)$$

ки дарин ҷо R_x – муқовимати хоси термикии элементи ҳалқавӣ- dx ; λ_M - коэффитсиенти гармигузаронии маводи дона; λ_T - коэффитсиенти гармигузаронии газ.

Вале

$$\delta_{x.M} = \sqrt{r^2 - x^2},$$

$$\delta_o + \delta_{x\Gamma} = \delta_o + \left(r - \sqrt{r^2 - x^2}\right)$$

$$dS = 2\pi x dx$$

бинобар ҳамин ҳам

$$dQ_o = \frac{\Delta t \pi x dx}{\frac{\delta_o + r}{\lambda_2} + \left(\frac{1}{\lambda_M} - \frac{1}{\lambda_2}\right)} \sqrt{r^2 - x^2}. \quad (1.2)$$

Ифода мекунем: $\delta_o + r = b$ ва $1 - \frac{\lambda_\Gamma}{\lambda_M} = k$.

Он гоҳ:
$$dQ = \Delta t \lambda_2 \frac{x dx}{b - k \sqrt{r^2 - x^2}} \quad (1.3)$$

Микдори умумии гармии додашуда аз донаи мазкур ба сетои дигар чунин мешавад:

$$Q = 3\Delta t \pi \lambda_2 \int_0^x \frac{x dx}{b - k \sqrt{r^2 - x^2}} \quad (1.4)$$

Ҳангоми градиенти ҳарорат баробари $1^\circ\text{C}/\text{м}$ будан фарқи ҳароратҳо ба як қатори дона дар ҷойгузориҳои тетраэдрӣ чунин мешавад:

$$\Delta t = \frac{r}{3} \sqrt{24} \quad (1.5)$$

Масоҳати қабати ба як дона мувофиқоянда ба

$$S_T = 2\sqrt{3} \cdot r^2 \quad (1.6)$$

баробар мебошад.

Азбаски коэффитсиенти гармигузаронӣ ин интиқоли гармӣ дар воҳиди вақт ба воситаи воҳиди масоҳат ҳангоми градиенти ҳарорат ба як воҳид баробар будан мебошад, он гоҳ (1.5)-ро ба (1.6) гузошта ба (1.5) тақсим намуда, ҳосил мекунем:

$$\lambda = \frac{\sqrt{2}\pi\lambda_2}{r} \int_0^x \frac{x dx}{b - k \sqrt{r^2 - x^2}} \quad (1.7)$$

Ифодаи (1.7)-ро дар натиҷаи дар ҳудудҳои аз $x=0$ то $x=k$ интегронидан ҳосил менамоем:

$$\lambda = \frac{\sqrt{2}\pi\lambda_2}{r} \cdot \frac{b}{k} \left[\frac{1}{k} \ln \left[\frac{1 + \frac{\delta_o}{k}}{(1-k) + \frac{\delta_o}{r}} \right] - 1 \right], \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}) \quad (1.8)$$

Ифодаи (1.8) барои маводи донагӣ бо қабати тетраэдриӣ ковокидори доимии $m=25,95\%$ ба даст омадаст. Тағйирёбии ковокӣ дар системаҳое, ки дар зичии ҷойгузорӣ аз тетраэдрӣ дур мешаванд; мулоҳизаҳои зерин ба назар

гирифта мешаванд. Масоҳати ба як дона мувофиқоянда, ки гармии интиқолшуда ҳангоми муайян кардани λ барои системаҳои зикршуда ба он дахл дорад, тағйирёбанда буда аз андозаи ковокӣ вобаста мебошад. Вай метавонад ба воситаи ковокӣ ва ҳаҷми қабати ба як дона мувофиқоянда ифода кардан шавад, агар баландии ин ҳаҷмро доимӣ ва ба $h = \frac{r}{3}\sqrt{24}$ ба монанди ҷойгиркунии тетраэдрӣ баробар ҳисоб намоем.

Азбаски

$$V = 1 - \frac{V_{\text{ф.с.}}}{V_{\text{х.п.}}},$$

ин ҷо $V_{\text{ф.с.}}$ - ҳаҷми фазаи саҳти дар ячейкаи ба ҳаҷми қурра баробар мебошад

$$V_{\text{с.}} = \frac{4}{3}\pi r^3$$

$V_{\text{х.п.}}$ – ҳаҷми қурраи ячейка

$$V_{\text{қурра.}} = \frac{4/3\pi r^3}{(1-m)},$$

Он гоҳ масоҳати ба як дона мувофиқоянда, чунин мешавад:

$$S = \frac{V_{\text{полн.}}}{h} = \frac{4\pi r^2}{\sqrt{24}(1-m)} \quad (1.9)$$

Азбаски ифодаи (1.8) дар асоси майдони ба ҷойгиркунии тетраэдрӣ мувофиқ гирифта шуда, барои системаҳои дорои ковокии аниқ, тағйирёбии майдонро ба назар гирифтани лозим аст, ки барои он (1.8) ба таносуби $\frac{S_T}{S}$ зарб карда мешавад:

$$\lambda = \frac{\frac{2\sqrt{3}r^2}{4\pi r^2} \cdot \frac{\sqrt{2}\pi\lambda_2}{r} \cdot \frac{b}{r} \left[\frac{1}{k} \ln \left[\frac{1+\frac{\delta_0}{r}}{(1-k)+\frac{\delta_0}{r}} \right] - 1 \right], \text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К}) \quad (1.10)$$

Аз сабаби он, ки b ва r ададҳои наздик мебошанд ва бе талафот барои саҳеҳи ҳисобкунӣ яклухт кардани онҳо мумкин аст, ки дар маҷмӯъ ба даст меорем:

$$\lambda = \frac{6(1-m)\lambda_2}{k} \left[\frac{1}{k} \ln \left[\frac{1+\frac{\delta_0}{r}}{1+\frac{\delta_0}{r}-k} \right] - 1 \right], \text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К}) \quad (1.11)$$

Формулаи (1.11) ҳамаи омилҳои асосиро, ки ба гармигузаронии маводи дона-дона таъсир мерасонанд, ба назар мегирад. Ҳангоми ҳисоб кардани коэффисиенти λ мувофиқи ифодаи (1.11) истифода бурдани натиҷаҳои тадқиқот оид ба муқовимати ҳарорати иловагӣ дар қисми фазаҳои сахт ва газ, ки дар баробарии (1.11) бо қимати δ_0 ифода шудааст, дар назар дошта мешавад.

Бояд хотиррасон кард, ки ифодаи (1.11) барои маводи донадор бо донаҳои сферикӣ ба даст омадааст истифода бурда мешавад. Истифодаи он барои маводи дорои донаҳои ғайрисферикӣ омӯзиши иловагии таъсири шаклро ба гармигузаронии маводро талаб мекунад.

Дар мақолаи [31] муаллиф алоқаро барои ҳисоб кардани гармигузаронии маводҳои хокагии доначаҳои хушкдошта, ки намуди дар адабиёти зерин [25-27,31] овардашуда, пешниҳод гардидааст:

$$\lambda = \frac{6(1-m)\lambda_2}{k} \left[\frac{1}{k} \ln \left[\frac{1+\frac{\delta_0}{r}}{1+\frac{\delta_0}{r}-k} \right] - 1 \right], \text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К}) \quad (1.12)$$

Дар қори мазкур натиҷаи таҷрибаҳои бо мақсади санҷиши мувофиқати ҳисобкуниҳои (1.12) бо таҷриба нишон дода шудааст.

Коэффитсиенти гармигузаронии λ –и намунаҳои маводи донагӣ бо ифодаи (1.3) бевосита муайян карда мешавад:

$$\lambda = a \cdot c \cdot \gamma, \quad \text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К}) \quad (1.13)$$

Коэффитсиенти ҳароратгузаронии a ва зичии γ аз таҷриба ёфта шуда, гармиғунҷоиши c барои монолит ва майдакардашуда якхела буда аз маълумот гирифта мешавад. Барои муайян кардани коэффицент a калориметри якченакаи сели гармӣ тарҳрезӣ ва сохта шуд, ки он аз зарфи Дюар иборат мебошад, ки дар он термпарҳо қад-қади меҳвари зарф ҷойгир ҳастанд.

Асосҳои назариявии дастгоҳ ин ҳалли масъала оид ба баробар хунукшваии стержени тафсон дар муҳити ҳарорати доимӣ мебошад. Бо ёрии ҳисобкуниҳо маълум карда шуд, ки дар калориметри истифодакардамон

шароити сатҳҳои паҳлӯӣ ва дарозии беохири асосҳои назариявии дастгоҳро ташкилкунанда бо боварӣ иҷро карда шуда ва хатоии муайян кардани коэффитсиенти α аз 6,6 Ҷоиз зиёд намебошад.

Дастгоҳи таҷрибавӣ барои тадқиқи ҳароратгузаронии маводи дона-дона асосан аз калориметри сели гармии якченака, термостат-яхдон, галванометри оинагии ГЭС-47, асбоби галванометр, 5 - магазини муқовимат, автотрансформатори озмоишӣ, шкафи хушккунӣ, ва сониясанҷ ё соат бо акрабаки сониядор иборат мебошад.

Хушккунии калориметр дар градиентҳои пасти ҳарорат гузаронида мешавад. Диаметри донаҳои маводи тадқиқотӣ аз 5 мм хурд бояд бошанд. Ҳамаи ин имкон медиҳад, ки конвексия ва нурафканӣ хурд мебошад, ки онҳоро сарфи назар кардан мумкин аст.

Маводи дона-донагӣ дар шакли сфераҳои пӯлодӣ, сурбӣ, мисӣ ва алюминий озмуда шудаанд, зеро шакли сферии дона дар ҳисобкуниҳои назариявии λ қабул карда шуда буд. Ҳамагӣ 10 намуна ва ҳар як намуна 3 маротиба ва на камтар 2 ё 4 маротиба санҷида шудааст.

Бузургиҳои λ барои маводи дона-донаи сферикӣ бо ифодаи (1.13) дар асоси бузургиҳои таҷрибавӣ α ва γ муайян карда шуда, дар ҷадвали 1.4 оварда шудааст. Дар ин ҷо инчунин бузургиҳои λ –и бо (1.12) ҳисоб карда шуда ва нисбати бузургиҳои ҳисобкардашуда мувофиқи таҷриба $\left(\frac{\lambda_{\text{ҳисоб.}}}{\lambda_{\text{таҷр.}}} \right)$ низ пешниҳод гардидааст.

Бузургиҳои гармиғунҷоиши хос ва гармигузаронии маводи дона-дона ва ҳаво аз рӯи маълумотномаи М.А. Михеев ба даст оварда шудааст [32].

Ҷадвали 1.4. - Хосиятҳои механикӣ ва гармофизикии маводҳои дона-дона дар ҳаво

№	Маводи донагӣ	Андозаи миёнаи донаҳо d , мм	Зичии хока γ , кг/м ³	Ковокӣ, m , %	λ , Вт/(м·К) таҷриба	λ , Вт/(м·К) ҳисобкунӣ	$\frac{\lambda_{\text{ҳисоб.}}}{\lambda_{\text{таҷр.}}}$
1	Пӯлод,	5,60	4723	40,22	0,486	0,560	1,15

2	$\gamma_m = 7900$	3,10	4697	40,55	0,517	0,557	1,08
3	Курғошим	4,27	6187	45,73	0,549	0,509	0,923

Давоми ҷадвали 1.4

4	$\gamma_m = 11400$	3,77	6300	44,74	0,510	0,515	1,01
5		3,10	6569	42,38	0,536	0,539	1,01
6		1,67	6620	41,93	0,545	0,551	0,97
7	Алюминий $\gamma_m = 2670$	4,80	1615	39,15	0,561	0,698	1,25
8		4,80	1571	41,01	0,487	0,669	1,37
9		2-3	1575	41,01	0,417	0,577	1,38
10	Мис $\gamma_m = 7900$	4,70	5200	40,91	0,603	0,713	1,18

Муковимати ҳароратӣ дар интерфейси байни ашёи саҳт ва газ, ки дар (1.12) бо қимати δ_0 ба назар гирифта мешавад, барои ҳаво дар фишори атмосферӣ аз формулаи зерин пайдо карда мешавад. Муковимати ҳароратиро дар сатҳи ҷисми саҳт ва газ, ки бо ифодаи (1.12) бо бузургии δ_0 ба назар гирифта барои ҳаво дар фишор атмосферӣ бо формулаи зерин ёфта мумкин аст:

$$\delta_0 = \frac{C}{p} \cdot 10^{-7} \text{ м.}$$

Агар бо маълумоти Смолухинский, Герке ва Лазарев, ба сифати бузургии миёнаи коэффитсиенти C бузургии $C=1,65$ м атм, қабул шудааст, он гоҳ ҳосил мекунем $\delta_0 = 0,65 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ [28].

Ҳамин тавр, дар ин асос дида мешавад, ба ҳулосае омадан мумкин аст, ки усули ҳисобкунии пешниҳодшуда имкон медиҳад, ки тартиби бузургии гармигузаронии маводи дона-дона бо донаҳои шакли сфера дошта боэътимод муайян карда шавад, ва бинобар ин онро барои ҳисобкуниҳои амалӣ тавсия додан мумкин аст.

Ҳангоми пошдиҳии ионӣ маводи пошдиҳанда одатан дар қабат дар намуди лавҳаи якҷинса ҷойгир карда мешавад [33]. Пешниҳод карда

мешавад, ки маводи пошдодашуда кундаланг бо гази аз минтакаи ҳолӣ гирифта, дар як сатҳ дар шакли нанозаррачаҳо ҷойгир карда шавад. Дар натиҷаи таҷрибаҳо мо имкон пайдо намудем, ки микро ва нанозаррачаҳои металлӣ ва металлооксидӣ, синтез намоем. Усули синтези нанонайчаҳои карбонӣ бо истифода аз разряди камон дар карбогидридҳои моеъ тавассути электродҳои ҷарҳзананда такмил дода шудааст. Ҳамин тавр, раванди синтези нанонайчаҳои карбонӣ бефосила таъмин карда шуд. Ҳангоми таҷзияи карбогидридҳои моеъ бо ёрии камони электрикӣ, ба ғайр аз нанонайчаҳои карбонӣ, маҳсулоти фойданок, яъне газҳои карбогидрид ба даст оварда мешавад.

Амсилаи статистикийи сефазаи пештар таҳиякардашудаи маводи содаи дар адабиёти [34, 35] барои наносистема таҳлил карда шудааст. Дар асоси потенциали ҷуфтҳои таъсири мутақобилаи байниатомии Ми-Ленард-Джонса ифодаи аналитикии энергияи озоди Гелмголтс ва муодилаи ҳолат ва бузургҳои дилхоҳи зичӣ, ҳарорат ва шумораи атомҳо дар система ба даст овардан мумкин аст. Ҳисобкунии муодилаи ҳолати (МХ)-и аргон нишон дод, ки ҳангоми кам шудани шумораи атомҳо дар системаи S-гиреҳ аз рӯи изотермаҳо муодилаи ҳолат барои гузариши фазавӣ (ГФ) кристалл-моеъ (К-М) кам мешавад ва дар шумораи муайяни атомҳо (He) гиреҳи S-и фазаи гузариши кристалл – моеъ (ФГК –М) нопадид мегардад. Нишон дода шудааст, ки бузургии N_0 вақте, ки шакли наносистема аз намуди беҳтарини энергетикӣ дур гардад, зиёд мешавад. Бо афзоиши ҳарорат дар изотерма бузургии N_0 зиёд мешавад. Дар кластери $N < N_0$ атомҳои фазаи гузариши кристалл – моеъ (ФГК-М) аллакай нест мешаванд. Ҳангоми кам шудани адади атомҳо дар гиреҳи S барои фазаи гузариши моеъ-газ (М-Г) ҳам кам мешавад. Параметрҳои нуктаи бӯҳронӣ барои фазаи гузариши моеъ – газ (ФГМ-Г) бо камшавии адади атомҳо, ҳарорат ва фишори бӯҳронӣ тағйир ёфта ҳаҷми хоси бӯҳронӣ меафзояд.

Пештар, чӣ таҷрибавӣ ва ҳам дар амсиларонии компютерӣ қайд карда мешуд, ки камшавии андозаи наносистема ҳамчун наздикшавии андозаҳо

вобастагии ҳарорати гудохташавӣ ва кристаллизатсия ва камшавии гармии хос ва тағйирёбии ҳаҷм ҳангоми ба моеъ табдил ёфтан, мушоҳида карда мешаванд.

Дар асоси ин далелҳо ва омӯзиши экстраполятсия ин вобастагии андозаҳо ба андозаҳои хурд, дар муодилаи [36] қайд карда шуд, ки фазаи гузариши кристалл – моеъ (ФГК –М) метавонад бо кам шудани шумораи атомҳо дар наносистема нобуд гардад. Дар қори мазкур нишон дода шудааст, ки нест шудани S-гиреҳ дар фазаи гузариши кристалл – моеъ (ФГК –М) аз ҳисоби зиёд шудани фраксияи атомҳои ва кам шудани андозаи наносистема мебошад.

Нанолавҳаҳо ва наноноқилҳои силитсий ва германий намунаи классикии сохторҳое мебошанд, ки дар онҳо роҳи миёнаи озоди гармиинтиқолдиҳандагон (фонон) бо андозаи хурдтарини намуна (ғафсии лавҳа, диаметри ноқил) муқоиса карда мешаванд [37]. Чунин ҳолат сабаби пайдоиши таъсири ба ном эффекти андоза - вобастагии хосиятҳо аз андозаи характернок ва геометрии намуна, мегардад [38,39]. Барои баҳодихӣ ба таъсири андоза ба хосиятҳои гармофизикӣ усули ҳалли муодилаи се портаи Болтсман дар наздикшавии вақти релаксатсия асосёфта васеъ истифода мешавад [40]. Дар ин маврид барои қорӣ намудани ҳисобкунии миқдории мушаххас, аввалан, қонуни дисперсия (вобастагии басомади фонон аз вектори мавҷ) ва дуом, вақти роҳи фононҳо байни ҳодисаҳои пай дар пайи таъсиррасонӣ зарур аст. Дар қори мазкур муносибатҳои дисперсия бо роҳи ҳалли муодилаи чандирии муҳити яклухт барои лавҳа ва цилиндр [41, 42] бо сарҳадҳои озод, ба даст оварда шудааст [41, 42].

Вақти роҳи озод мувофиқи қоидаи Маттиссен ҳамчун комбинатсияи вақти таъсироти мутақобилаи пайдарпай бо сарҳади намуна [40] муайян карда шуд. Дар натиҷаи гузаронидани ҳисобкуниҳо вобастагиҳои гармиғунҷоиш ва гармигузаронии нано пленкаҳо ва наноноқилҳои силитсий ва германий аз ҳарорат ва андозаҳои сохтор ба даст оварда шудааст.

Натиҷаҳои пешниҳодшударо метавон барои баҳодиҳии равандҳои гармиинтиқолдиҳӣ дар дастгоҳҳои нимоқилӣ истифода бурд.

Хулосаҳои боби якум

Дар боби мазкур муқаддимаи рисола, мақсад, наwgониҳои илмӣ, нуқтаҳои асосие, ки ба ҳимоя пешниҳод карда мешаванд, аҳамияти амалии кор, интишорот, сохтор, шарҳи адабиёт оид ба хосиятҳои объектҳои омӯхташаванда (гарми-барандаҳо), хосиятҳои асосии нанозаррачаҳо, моеъҳо барои ҳосил кардани наномоеъҳо оварда шудааст. Барои ҳисоб намудани гармигузаронии маводҳои дона-дона усулҳои профессор Г.Н.Дулнев, Сухомлинский, Максвелл ва дигарон мавриди муҳокима қарор гирифтааст.

Барои ҳисоб намудани гармигузаронии наномоеъҳо дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун модели Максвелл истифода бурда шуд. Ҳангоми ҳисоб кардани коэффитсиенти гармигузаронии наномоеъҳо саҳми коэффитсиенти гармигузаронии барандагон дар фазаҳои моеъгӣ ва газӣ, гармигузаронии панҷараи кристаллӣ, гармигузаронии металлӣ пурқунанда ба эътибор гирифта шудааст.

Коэффитсиенти гармигузаронӣ намунаи классикии сохторҳо мебошад, ки дар онҳо дарозии миёнаи онҳо озоди гармиинтиқолдиҳандаҳо (фононҳо) бо андозаи хурдтарини намуна (ғафсии пленка, диаметри ноқил) муқоиса карда шудааст. Чунин ҳолат сабаби пайдоиши таъсири ба ном эффекти андоза - вобастагии хосиятҳо аз андозаи характернок ва геометрии намуна мегардад. Барои баҳодиҳӣ ба таъсири андоза ба хосиятҳои гармофизикӣ усули ба ҳалли муодилаи се портаи Болтсман дар наздикшавии вақти релаксатсия асос ёфта васеъ истифода бурда шудааст.

Имкониятҳои принципиалии тадбиқи усули баланси элементарӣ барои сохтани амсилаҳои математикии равандҳои ҳароратӣ ва ҳисобкунии майдонҳои ҳароратии ғайристатсионарӣ дар наносохторҳо нишон дода шудааст. Аз рӯи натиҷаҳои маълумоти адабиёт оид ба мавзуи кори мазкур хулоса баровардан мумкин аст, ки то ҳозир гармигузаронии наномоеъҳои тадқиқотӣ, аз он ҷумла дар асоси метилбутилкетони моеъ ҳам дар намуди тоза ва ҳам бо

иловаи нанозаррачаҳо (найчаҳои карбонӣ ва дуда) дар харорат, фишор ва консентратсияҳои гуногуни нанозаррачаҳо, нокифоя омӯхта шудааст.

Бинобар ҳамин ҳам мо дар назди худ вазифа гузоштем: пурра намудани бонки маълумот оид ба гармигузаронӣ дар ҳудудҳои нисбатан васеи хосиятҳои гармофизикӣ бо бузургҳои тадқиқотии таҷрибавӣ ва назариявӣ, ки ҳангоми ҳисобкуниҳои муҳандисии равандҳои технологӣ метавонанд истифода шаванд.

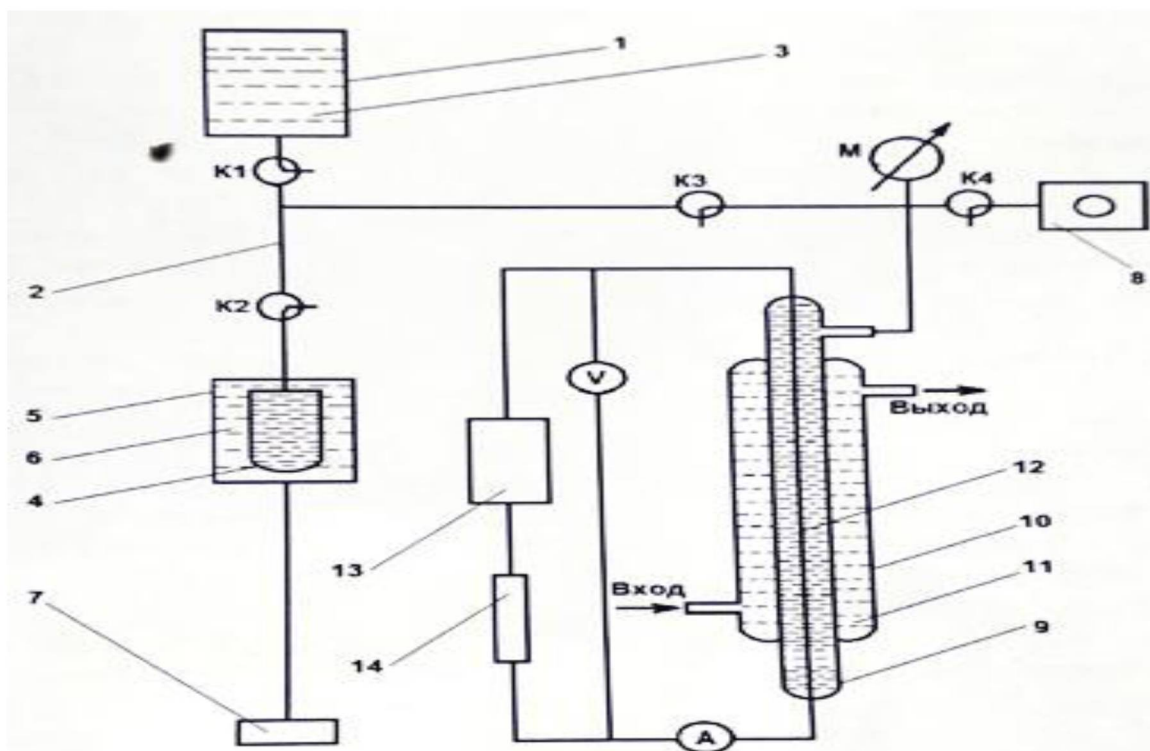
Боби 2. ТАҶҲИЗОТ, УСУЛИ ЧЕНКУНИИ ГАРМИГУЗАРОНИИ ВА ХАТОИИ ЧЕНКУНИИ ХОСИЯТҲОИ НАМУНАҲОИ ТАДҚИҚОТӢ

2.1. Дастгоҳи таҷрибавӣ барои муайян намудани гармигузаронии наномоеъҳо бо усули ноқили тафсон

Барои тадқиқи гармигузаронии наномоеъҳо дар параметрҳои васеи ҳолат мо дастгоҳи таҷрибавиро бо усули ноқили тафсон коркунандаро таҳия карда ва ҷамъоварӣ намудем, ки дар натиҷа ба патенти хурди Ҷумҳурии Тоҷикистон ноил гардидем. №ТҶ 923,2017с. [43]. Дар дастгоҳи пешниҳод кардашуда (Патент ҚТ №ТҶ 923,2017с,5 с.), ки таҷҳизот бо изолятсия насб карда шудааст (филиали ДДМ ба номи М.В. Ломоносов дар ш. Душанбе), зарфи фишороваранда ва насоси гидравлики илова намудем, ки имконияти ҷен кардани гармигузаронии маҳлулҳоро таҳти фишор ва вобаста аз ҳароратро медиҳад. Дастгоҳ асосан аз насоси вакуумӣ, манометр ва ячейкаи ҷенкунанда (шишагин) иборат мебошад. Ячейка бо наномоеъи тадқиқотӣ пур карда мешавад. Барои ҳосил ва ҷен кардани фишори наномоеъҳо дастгоҳи таҷрибавӣ бо зарфи фишороварандаи фишорбаланд таъмин карда шудааст. Тавсифи муфассал ва тарҳи дастгоҳи таҷрибавӣ дар замимаи рисолаи [45] ҷой дода шудааст. Хатоии нисбии умумии ҷенкунии гармигузаронии наномоеъҳо бо ин усул, ҳангоми эҳтимолияти эътимоднокӣ $\alpha = 0,95$ будан ба 2,56 фоизро ташкил медиҳад. Эътимоднокии маълумот оид ба гармигузаронии наномоеъҳо бо ин усул ва дастгоҳи пешниҳодшуда бо гузаронидани таҷрибаҳои санҷишӣ тасдиқ карда шудаанд. Ба сифати намунаи санҷишӣ толуол, бензол ва ҳаво истифода барда шудааст. Натиҷаҳои ба даст омада барои намунаҳои санҷишӣ дар ҳудуди хатоии таҷриба (то 3%) бо маълумоти адабиёт мувофиқат менамояд (Ниг. патент №ТҶ 923,2017с., 5с.) [43].

Тарҳи принципалии дастгоҳ дар расми 2.1 оварда шудааст, ки аз

қисмҳои зерин иборат мебошад: зарфи аз пӯлоди зангнозан (1) сохта шудаи объекти тадқиқотӣ (2), ки бо наномоеъ пуркарда шудааст.



Расми 2.1. Дастгоҳи таҷрибавӣ барои ченкунии коэффитсиенти гармигузаронии наномоеъҳо (усули ноқили тафсон) Патенти хурди №ТJ 923,2017с., 5с. [43].

Зарфи (1) ба воситаи найчаи (2) ва чумакҳои K_1 ва K_2 ба халтачаи полиэтиленӣ (4) дар дохили зарфи фишоровардандаи (5) ҷойгиркарда шудаи глитсерин (6) дошта пайваст гардидааст. Зарфи фишороваранда (5) бо ёрии найчаҳо ба манометри бордори (7) (МП-2500 ё МП-600) пайваст карда шудааст. Насоси вакуумӣ (8) ва манометр М ба найчае, ки зарфи (1) ва зарфи фишороваранда (5) бавоситаи чуммакҳои K_3 ва K_4 пайваст мебошанд, инчунин ба зарфи дохилӣ (9) – найчаҳои ченкунанда, ки зарфи берунӣ (10), ки ҳамчун рӯйпӯш ба сифати муҳити гармкунанда (11) (ҳаво, об ё равған) хизмат мекунанд. Бо қад-қадӣ меҳвари зарфи дихилии (8) элементи гармкунандаи (12) насб карда шудааст – ноқили аз никел сохташуда ба занҷири электрикиро пайваст гардидааст, ки ба манбаи доимии қувваи чараён

(13), резистори доимӣ (14), амперметр [A] ва вольтметр [V] ба манбаи чараён (13) ва резистор (14) параллел пайваст карда шудаанд.

2.2. Формулаи ҳисобкунӣ барои муайян намудани коэффитсиенти гармигузаронии наномоеъҳо (усули ноқили тафсон)

Формулаи ҳисобкунӣ барои муайян кардани коэффитсиенти гармигузаронии наномоеъҳо вобаста аз ҳарорат ва фишор дар асоси қонуни баланси гармӣ ҳосил карда шудааст [32].

$$\lambda = \frac{U^2}{R \left(\frac{dT}{dn} \right) S}, \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)} \quad (2.1)$$

дар ин ҷо U – шиддаи чараёни доимӣ, В; R – муқовимати ноқили никелӣ, Ом; S – масоҳати буриши кундалангии ноқили никелӣ, м²; $\left(\frac{dT}{dn} \right)$ - градиенти ҳарорат, К/м.

1. $\left(\frac{dT}{dn} \right)$ градиенти ҳарорат ба воситаи ифодаи функционалии $\left(\frac{dT}{dn} \right) = f(\lambda)$ намунаҳои эталонӣ муайян карда мешавад.

2. Муқовимати ноқили никелӣ аз рӯи қонуни Ом ҳисоб карда мумкин аст.

3. Барои он, ки масоҳати буриши кундалангӣ муайян карда шавад, онро доништан зарур аст. Диаметри гармкунак ба воситаи микрометр чен карда мешавад.

4. Шиддат ба воситаи вольтметр чен карда мешавад, ки дар расми 2.1 нишон дода шудааст.

2.3. Усули ченкунии коэффитсиенти гармигузаронии моеъҳо ва маҳлулҳо

Пеш аз он ки ячейкаи ченкунанда пур карда шавад калидро маҳкам карда (ҷумаки K_3) ва ҷумаки K_4 -ро дар ҳолати кушода мемонем. Бо ёрии насоси (8) ҳавои дар дохили ячейкаи ченкунанда (9) бударо кашида мегирем. Фишори дохили ячейкаи ченкунандаро (9) ба воситаи манометри M чен мекунем. Баъд аз ин ҷумаки K_3 –ро маҳкам карда ва ҷумаки K_4 –ро мекушоем.

Ҳангоми кушода будани чумаки K_1 маҳлули тадқиқотӣ (3) аз истакони металлӣ ба ячейкаи ченкунанда (9) пур карда мешавад. Баъд аз он, ки речаи статсионарӣ ҳосил шуд, гармкунаки (12) ба манбаи чараёни доимӣ (13) ва резистор (14) пайваست карда мешаванд. Бояд қайд кард, ки ноқили никелӣ (12) инчунин ба сифати датчики гармӣ низ истифода бурда мешавад. То саршавии гузаронидани таҷриба диаметри ноқили никелиро бо ёрии микрометр чен менамоянд. Бо ёрии микронановолтметр муқовимати датчики гармӣ ё гармкунакро чен мекунем. Инчунин шиддат ва қувваи чараёни доимиро ба воситаи вольтметр ва амперметр чен менамоем. Маълумоти аввалини ба даст омадаро ба формулаи ҳисобкунии (2.1) гузошта коэффитсиенти гармигузаронии намунаҳои тадқиқотиро дар ҳолати додашуда, дар фишори атмосферӣ ва вобаста аз ҳарорат ҳисоб мекунем.

Дар марҳалаи дуюм мо чумаки K_2 -ро дар ҳолати пӯшида будани чумакҳои K_1 ва K_2 мекушоем ва фишори таҷрибаро бо истифода аз манометри бордор (7) иваз мекунем ва бузургии параметрҳои асосиро барои ҳисоб кардани коэффитсиенти гармигузаронии наномоеъҳо ҳамчун ченкунии аввала мегузаронем. Ҳамин тавр ҳар даъфа фишори таҷрибаро барои наномоеъҳои тадқиқотӣ бо ёрии манометри бордор баланд бардошта ченкунии параметрҳои асосиро барои ҳисоб кардани коэффитсиенти гармигузаронии маҳлулҳо машғул мешавем.

Дастгоҳи таҷрибавии мазкурро истифода бурда мо коэффитсиенти гармигузаронии наномоеъҳои дар рисолаи мазкур овардашударо дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун тадқиқ намудем.

2.4. Ислоҳот ҳангоми ченкунии коэффитсиенти гармигузаронии наномоеъҳои тадқиқотӣ

Ҳангоми чен намудани гармигузаронии маҳлулҳои тадқиқотӣ ислоҳотҳои гуногун ҳисоб карда шуд, ба монанди:

- ислоҳот дар ҷойгиршавии гиреҳҳои термopараҳои дифференциалӣ;
- ислоҳот ба гармшавии силиндри беруна;

- ислоҳот ба тағйир ёфтани андозаҳои геометрии ячейкаи ченкунанда бо тағйирёбии ҳарорат;
- ислоҳот ба тағйир ёфтани андозаҳои геометрии ячейкаи ченкунанда бо таъсири фишор [45, 47, 48];
- ислоҳот ба интиқоли гармӣ бо нурафканӣ [45, 47];
- ислоҳот ба риоя кардани шартҳои канории назарияи речаи гармкунии мунтазам ҳангоми гузаронидани таҷриба;
- ислоҳоти дастгоҳ ба мавҷуд набудани конвексия.

2.4.1. Ислоҳот дар тағйирдиҳии андозаҳои геометрии ячейкаи ченкунанда

Аз ин ҷо бармеояд, ки дар муодилаи ҳисобкунӣ бояд ислоҳоти тавсифдиҳандаи тағйирёбии андозаҳои геометрии ячейкаи ченкунанда бо тағйирёбии ҳарорат дохил карда шавад.

Ин ислоҳот намуди зеринро дорад:

$$\frac{\delta}{F} = \frac{(R_2 - R_1)}{F} = \frac{(R_2 - R_1)_{t_0}(1 + \alpha \Delta t)^2}{F_{t_0}(1 + \alpha \Delta t)^2} = \frac{(R_2 - R_1)_{t_0}}{F_{t_0}[1 + \alpha(t_{\text{чен.}} - 20)]^2} \quad (2.2)$$

ки дар ин ҷо, α – коэффитсиенти васеъшавии ҳаттии зарфи силиндршакли беруна; $t_{\text{чен}}$ – ҳарорати таҷриба; 20°C – ҳарорате, ки дар он ченкунии андозаҳои ячейкаҳои ченкунанда мебошад, гузаронида мешавад.

Тағйирёбии андозаҳои геометрии ячейкаи ченкунандаи дастгоҳро бо тағйирёбии ҳарорат ҳисоб мекунем:

$$\frac{(R_2 - R_1)}{F} = \frac{0,8 \cdot 10^{-3}}{60 \cdot 10^{-4}[1 + 0,000013(280 - 20)]} = 0,1003.$$

Дар, ҳарорати 293 K $(R_2 - R_1)/F = 0,1003$ мешавад. Мувофиқи ин маълумот, ислоҳот $0,83$ фоизро ташкил медиҳад. Аз сабабе, ки силиндри (ячейка) ченкунанда ҳангоми ченкуниҳо таҳти фишори то $39,24 \text{ МПа}$ қарор мегирад, бинобар ҳамин ҳам, зарур аст, ислоҳот ба тағйирёбии андозаҳои геометрии силиндри ченкунанда аз фишор дохил карда шавад.

2.4.2. Ислохот барои тағйир додани ҷойивазкунии радиалии маҳлулҳо дар сатҳи дохилии силиндри ченкунанда

Ҷойивазкунии радиалии сатҳи дохилии силиндр чунин муайян карда мешавад [45, 49]:

$$U_{r=r_1} = \frac{P \cdot r_1}{E} \left(\frac{1+K^2}{1-K^2} + \mu_0 \right). \quad (2.3)$$

Ин ҷо $P = 164 \cdot 10^5$ Па; $K = r_1 / r_2 = 9,05/55 = 0,165$;

$$\mu_0 = \frac{E}{2G} - 1 = 0.125; G = 4,8 \cdot 10^{10} \text{ Па}; E = 1,08 \cdot 10^{11} \text{ Па}.$$

Мувофиқи ин маълумот ҷойивазкунии радиалӣ дар сатҳи дохилии силиндрҳо чунин мешавад:

$$U_{r=r_1} = \frac{490 \cdot 10^5 \cdot 9,05 \cdot 10^{-3}}{1,08 \cdot 10^{11}} \left(\frac{1+0,02723}{1-0,02723} + 0,125 \right) = 0,00485 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Агар фишори 16,42 МПа нисбат ба сатҳи дохилии бошад, он гоҳ радиуси дохилӣ фақат ба 0,054% тағйир меёбад, хангоми фишор аз 49,01 МПа хурд будан тағйирёбӣ назарногир мебошад.

Хангоми ҳисоб намудани коэффитсиенти гармигузаронӣ ҳамон қисми гармиро ба эътибор гирифтани лозим аст, ки бо роҳи нурафкани дода мешавад.

2.4.3. Муайян кардани ислохот оид ба интиқоли гармӣ бо нурафкани

Ислохот ба гармигузаронии $\lambda_{\text{нур}}$ миёни ду сатҳҳои силиндрӣ бо радиусҳои R_1 ва R_2 сабаби гармигузаронии нурафкани мешавад, ки бо ифодаи зерин муайян карда мешавад:

$$\lambda_{\text{нур}} = \alpha_{\text{нур}} (R_2 - R_1), \quad (2.4)$$

ин ҷо: $\alpha_{\text{нур}}$ – коэффитсиенти гармидихии нурафкани бо муодилаи зерин ҳисоб карда мешавад.

$$\alpha_{\text{нур}} = 19,52 T^3 \varepsilon_{1,2} \cdot 10^{-8} = 22,7 T^3 \varepsilon_{1,2} \cdot 10^{-8}, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}). \quad (2.5)$$

Ин ҷо:

$$\varepsilon_{1,2} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{F_1}{F_2} \left(\frac{1}{\varepsilon_2} - 1 \right)} \quad (2.6)$$

ин чо F_1 ва F_2 —масоҳати сатҳи нурафкананда, маҳдудкунандаи кабати маводи тадқиқотӣ, ки мувофиқан ба $60,8 \cdot 10^{-4}$ ва $1,33 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ баробар мебошанд; ε_1 ва ε_2 — дараҷаи сиёҳии сатҳҳо [64-68].

Барои дастгоҳи мо дар ҳарорати $T = 493 \text{ К}$ $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 \approx 0,07$ мебошад.

Он гоҳ
$$\varepsilon_{1,2} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + 0,933 \left(\frac{1}{\varepsilon_2} - 1 \right)} = 4,28 \cdot 10^{-2} \quad . \quad (2.7)$$

Акнун $\alpha_{\text{нур}}$ —ро дар ҳарорати 573 К ҳисоб мекунем:

$$\alpha_{\text{нур}} = 22,7 \cdot (573)^3 \cdot 4,28 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-8} = 1,83 \cdot 10^{10} \cdot 10^{-10} = 1,83, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Аз формулаи (2.7) бузургии $\lambda_{\text{нур}}$ -ро меёбем:

$$\lambda_{\text{нур}} = 1,83 \cdot 0,36 \cdot 10^{-3} = 0,66 \cdot 10^{-3}, \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}).$$

Бузургии λ атсетони газмонанд ва ҳаво дар ҳарорати $T = 373 \text{ К}$ ба $0,018 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ баробар буда, $\lambda_{\text{нур}}$ 1,2% λ атсетонро ташкил медиҳад. Ҳангоми ҳисоб намудани коэффитсиенти гармигузаронии объектҳои тадқиқотии газмонанд мо ислоҳоти $\lambda_{\text{нур}}$ —ро ба эътибор гирифтаем.

2.4.4. Усули муайянкунии суръати хунукшавӣ (усули профессор М.Ф. Казанский)

Ин ходисаро бори аввал профессор М.Ф. Казанский [50] ба назар гирифтааст. Вай асбоби дақиқи назорати ҳароратро истифода бурда, суръати доимии хунукшавиро ба қайд гирифт. Баъд ҳарорати термостатро тағйир дода, ҳангоми таҷриба тағйироти суръати хунукшавиро ба даст оварда, алокаи байни мушоҳида ва бузургии ҳақиқии суръати хунукшавиро бо формулаи эмпирикии зерин муқаррар намуд:

$$m_{\text{чен.}} = m_{\text{ҳақиқи}} + K \frac{\Delta\theta_T}{\Delta\theta_B}, \quad (2.8)$$

ин чо $\Delta\theta_T$, $\Delta\theta_B$ — тағйирёбии ҳароратҳои термостат ва ячейкаи ченкунанда дар вақти ба ҳисобгирии суръати хунукшавӣ; K — бузургии доимӣ, ки ба 6,1 $^\circ\text{C}^{-1}$ баробар аст. М.Ф. Казанский нишон дод, ки тағйирёбии ҳарорати

термостат ба $0,01^{\circ}\text{C}$ сабаби хатойӣ дар бузургии суръати хунукшавӣ ба 0,6% ташкил медиҳад.

2.4.5. Таъсири ҳарорат ба тағйирёбии суръати хунукшавӣ (усули профессор И.Ф. Голубев)

Аз тарафи профессор И.Ф. Голубев [51] вобастагии нисбатан сода миёни бузургиҳои ҳақиқӣ ва ченшавандаи суръати хунукшавӣ ба даст оварда шудааст, ки ба чунин ифода муайян карда мешавад:

$$\frac{m}{m_{\text{чен.}}} = \frac{\ln N_1 - \ln N_2 (N_1 - N_2) C_M / \bar{C}_M}{\ln N_1 - \ln N_2}, \quad (2.9)$$

ин ҷо N_1 и N_2 – шкалаи тақсмоти галванометр; C_M и $\bar{C}_M$ – мувофиқан гармигунҷоиши ҳоси гармкунак ва силиндри беруна.

Дар қори [51] ифода барои ислоҳот ба суръати хунукшии ячейкаи ченкунандаи усули ноқили тафсон оварда шудааст [49, 54, 55]:

$$\frac{m}{m_{\text{чен.}}} = \frac{\ln \theta_1 - \ln(\theta_1 - \Delta t)}{\ln \theta_1 - \ln \theta_2}, \quad (2.10)$$

дар ин ҷо Δt – тағйирёбии ҳароратҳои муҳит дар вақти гузаронидани таҷриба.

Дар ченкуниҳои худ дар ячейкаи ченкунанда мо аз ифодаи (2.10) истифода бурдем. Ҳангоми муайян намудани гармигузаронии моеъҳо ва маҳлулҳо истисноии мубодилаи конвективии гармӣ хеле муҳим мебошад.

2.4.6. Таъсири конвексия ба тағйирёбии бузургиҳои овардашудаи критерияҳои Грасгоф ва Прандтл

Таъсири конвексия бо бузургиҳои овардашудаи критерияҳои Грасгоф ва Прандтл муайян карда мешавад ($Gr \cdot Pr$) [51]. Аз тадқиқи муфассали таъсири конвексия ба гармигузаронии моеъҳо Н. Крауссолд [53] бо хулосае омад, ки ҳангоми $Gr \cdot Pr \geq 1000$ будан интиқоли гармии конвективӣ мебошад.

Мавҷуд набудани конвексияро дар ченкуниҳои мо бо роҳи ҳисоб кардани критерияҳо Грасгоф ва Прандтл ҳисоб намудем:

$$Gr \cdot Pr = \frac{\delta^3 \beta g \Delta T}{\nu^2} \cdot \frac{\nu \rho C_p}{\lambda}, \quad (2.11)$$

ин чо δ , β – ғафсӣ ва коэффитсиенти васеъшавии ҳаҷмии қабати моеъ, маҳдуд ё гази тадқиқшаванда; g – шитоби озодафтии ҷисм; ΔT – фарқи ҳароратҳо миёни сатҳҳои гармкардашуда ва хунук; ν – коэффитсиентҳои часпакии кинематикӣ; ρ – зичӣ; C_p – гармиғунҷоиши хос дар фишори доимӣ; λ – гармигузаронӣ [54, 55] (Параметрҳои часпакӣ ва хосиятҳои гармофизикӣ аз маълумотномаҳо гирифта шудааст) [49,54,55].

Р.В. Шингарев [56] ҳангоми муайян намудани гармигузаронии газҳои табӣ бо усули ноқили тафсон маълум кард, ки барои фосолаҳои ковокии калони цилиндр ($\delta = 0,4$ мм) интиқоли конвективии гармӣ $Gr \cdot Pr \geq 2500$ мушоҳида карда мешавад. Мо ҳосили зарби $Gr \cdot Pr$ –ро барои толуол ҳисоб намудем. Барои ҳисоб намудани ҳосили зарби $Gr \cdot Pr$ маълумот аз адабиёт [54, 56] гирифтем:

$$\begin{aligned} T &= 293 \text{ К}; \quad P = 0,98 \cdot 10^5 \text{ Па}; \quad \delta = 0,55 \text{ мм}; \quad \Delta T = 1,31 \text{ К} \\ \beta &= 1,38 \cdot 10^{-5} \text{ 1/К}; \quad g = 9,81 \text{ м/с}^2; \quad C_p = 1,67 \cdot 10^3 \text{ Ҷ/(кг·К)} \\ \nu &= \frac{\eta}{\rho} = \frac{0,586 \cdot 10^{-3}}{866,9} = 6,78 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2 / \text{с}^2; \quad \lambda = 0,135 \text{ Вт/(м·К)}; \end{aligned}$$

Ба ҷои он ифода бояд ифодаи мазкур бошад.

$$Gr \cdot Pr = \frac{\sigma^2 \beta g \Delta T}{\nu^2} \cdot \frac{\nu \rho C_p}{\lambda} = \frac{\sigma^2 \beta g \Delta T \rho C_p}{\nu \cdot \lambda} = 4,68. \quad (2.12)$$

Ҳангоми ҳисобкуниҳои бузургҳои Грасгофу Прандтел аз ифодаи (2.12) бузургии 4,68 ба даст меорем.

Барои ҳаво ҳангоми ғафсии қабати тадқиқотӣ $\delta = 0,36$ будан $Gr \cdot Pr = 4,68$ мешавад. Мавҷуд набудани гармиинтиқолдиҳии конвективӣ дар таҷрибаҳо бо ҷенкунии бузургҳои гуногуни фарқи ҳарорат миёни сарҳадҳои гарми-ивазкунанда санҷида шудааст. Дар ин ҷо гузаронидани таҷриба дар ҳамин гуна шароитҳо бузургҳои якхелаи гармигузаронӣ ба даст оварда шуд.

2.5. Муайян кардани хатоии ченкунии гармигузаронӣ бо усули нокили тафсон

Ҳангоми ҳисоб кардани хатогии ченкунии гармигузаронӣ маълумоти [46, 49, 51, 58, 57 – 62] ҳамчун дастур истифода бурда шудааст.

Қимати миёнаи арифметикий (интихобии миёна) $\bar{X}$ натиҷаҳои мушоҳида бо формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (2.13)$$

ин ҷо n – адади мушоҳидаҳо; X_i – натиҷаи i -то ченкунӣ.

Бузургиҳои мутлақ (S) ва нисбии ($S_{\text{нисбӣ}}$)-и квадрати тамоилхӯрии натиҷаи як мушоҳида интихобӣ, чунин ҳисоб карда мешавад:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}, \quad (2.14)$$

$$S_{\text{отн}} = \frac{S}{\bar{X}} \cdot 100 \%. \quad (2.15)$$

Ададҳои бузургиҳои мутлақ ($S_{\bar{X}}$) ва нисбии ($S_{\text{нисбӣ}}$) квадрати тамоилхӯрии миёнаи натиҷаи якчанд мушоҳидаҳо бо формулаҳои зерин муайян карда шудааст:

$$S_{\bar{X}} = \frac{S}{\sqrt{n}}, \quad (2.16)$$

$$S_{\bar{X}_{\text{отн}}} = \frac{S_{\bar{X}}}{\bar{y}} \cdot 100 \%. \quad (2.17)$$

Ҳудуди эътимодноки хатоии тасодуфӣ натиҷаи ченкунӣ $X_{\text{тас.}}$ Аз ифодаи зерин ба даст меоранд.

$$\Delta X_{\text{тас.}} = S_{\bar{X}} \cdot t_{n-1, 1-\alpha/2}. \quad (2.18)$$

Барои ҳисоб кардани ҳудуди эътимодноки хатогии системаҳои натиҷаи ченкуниҳо Θ формулаи зеринро истифода мебарем.

$$\Theta = K \sqrt{\sum_{j=1}^m O_j^2}, \quad (2.19)$$

ин чо θ_j – худуди j - то хатоии системаноки ғайриистисноии ташкилкунанда;
 K – коэффитсиенти муайянкунандаи эҳтимолияти эътимодноқ хангоми $\alpha = 0,95$ қабулшуда, ки ба бузургии 1,1 баробар аст.

Худуди эътимодноки хатоҳои натиҷаҳои ченкунӣ бо формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$\Delta = t_{\Sigma} \cdot S_{\Sigma} . \quad (2.20)$$

Коэффитсиенти аз таносуби хатоҳои истисноӣ ва ғайриистисноӣ вобастаи t_{Σ} , чунин ҳисоб карда шуд:

$$t_{\Sigma} = \frac{\Theta + S_x \cdot t_x}{S_v + S_x}, \quad (2.21)$$

дар ин чо $t_{\bar{x}}$ – коэффитсиенти Студент, ки аз эҳтимолияти эътимодноки интихобии α ва адади мушоҳидаҳо n вобаста мебошад.

Тамоили квадрати миёнаи хатоҳои системаноки истисноӣ ва тасодуфӣ S_{Σ} бо формулаи зерин ҳисоб кардан мумкин аст:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_x^2 + S_v^2}, \quad (2.22)$$

ин чо $S_v^2 = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^m \Theta_j^2$ - тамоили квадрати миёнаи суммаи хатоҳои системаноки ғайриистисноӣ.

Худуди эътимодноки натиҷаи бузургҳои хатоҳои ченкунӣ ба вобаста функсияҳои $y = F(y_1, y_2, \dots, y_n)$ буда, хангоми $\alpha = 0,95$, будан бо формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$\Delta y = \sqrt{\left(\frac{\partial F}{\partial y}\right)^2 (\Delta y_1)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial y}\right)^2 + (\Delta y_2)^2 + \dots + \left(\frac{\partial F}{\partial y_n}\right)^2 (\Delta y_n)^2}, \quad (2.23)$$

ин чо $\Delta y_1, \Delta y_2, \dots, \Delta y_n$ – худуди эътимодноки натиҷаи хатоҳои ченкунии бузургҳои $y_1, y_2, \dots, y_n$.

Худуди эътимодноки хатоии ченкунӣ дар намуди нисбӣ бо ифодаи зерин ҳисоб кардан мумкин аст:

$$\sigma = \frac{\Delta X}{X} \cdot 100 \% . \quad (2.24)$$

Мувофиқи муодилаи (2.1), ҳудуди эътимодноки натиҷаи ченкуниҳои гармигузаронӣ чунин муайян карда мешавад:

$$\lambda = \frac{u^2}{R \cdot S \left(\frac{\partial T}{\partial n} \right)}$$

$$\Delta \lambda = \sqrt{\left(\frac{\partial \lambda}{\partial n} \right)^2 (\Delta u)^2 + \left(\frac{\partial \lambda}{\partial R} \right)^2 (\Delta R)^2 + \left(\frac{\partial \lambda}{\partial S} \right)^2 (\Delta S)^2 + \left(\frac{\partial \lambda}{\partial T} \right)^2 (\Delta T)^2 + \left(\frac{\partial \lambda}{\partial n} \right)^2 \cdot (\Delta T)^2} \quad (2.25)$$

Ин ҷо

$$\frac{\partial \lambda}{\partial C} = \frac{\gamma m R_1^2 \ln(R_2 / R_1)}{2} \left[1 + \frac{C K_{\text{ц}}^2}{C m (1 + K_{\text{ц}} + K_{\text{ц}}^2)} \right] = 0,34 \cdot 10^{-4};$$

$$\frac{\partial \lambda}{\partial R} = \frac{C^1 \gamma R_1^2 \ln(R_2 / R_1)}{2} \left[1 + \frac{C K_{\text{ц}}}{(1 + K_{\text{ц}} + K_{\text{ц}}^2)} \right] = 7,9;$$

$$\frac{\partial \lambda}{\partial S} = \frac{C^1 K_{\text{ц}}^2 \gamma m R_1^2 \ln(R_2 / R_1)}{2(1 + K_{\text{ц}} + K_{\text{ц}}^2) C_m} = 7,9 \cdot 10^{-6};$$

$$\frac{\partial \lambda}{\partial T} = \frac{m C C^1 K_{\text{ц}}^2 \gamma R_1^2 \ln(R_2 / R_1)}{2 C_m^2 (1 + K_{\text{ц}} + K_{\text{ц}}^2)} \left[(1 + K_{\text{ц}} + K_{\text{ц}}^2) C_m + C K_{\text{ц}} \right] = -3,6 \cdot 10^{-4};$$

$$\frac{\partial \lambda}{\partial M_1} = \frac{C^1 m \gamma / 2 R_1 \ln(R_2 / R_1) - 1}{2(1 + K_{\text{ц}} + K_{\text{ц}}^2) C_M} \left[(1 + K_{\text{ц}} + K_{\text{ц}}^2) C_M + C K_{\text{ц}} \right] = -18,9.$$

2.6. Муайян кардани ҳатоии методӣ бо усули нокили тафсон (коэффициенти гармигузаронии наномоеъҳо)

Ҳатогии методии ченкунии ҳарорат мувофиқи [47] ба назар гирифта шудааст. Мо инчунин ҳатоии асбобӣ ҳангоми ченкунии ҚЭХ-и термopараҳо бо потенциометр низ ба эътибор гирифтаем.

Мисоли ҳисобкунии ҳатоиҳои методӣ ва асбобиро меорем.

Ҳатоии методӣ $\Delta_t(x)$ аз ду ҷамъшаванда иборат мебошад:

$$\Delta_t(x) = t_g(x) - t_o(x) = \Delta_L(x) + \Delta_B(x), \quad (2.26)$$

ин ҷо $t_0(x)$, $t_3(x)$ – ҳароратҳои ҳақиқӣ ва ҷеншудаи ҷисм дар масофаи x . Аз муодилаи (2.26) ҷамъшавандаи якум $\Delta_L(x)$ аз ҷуқурии ҷойгиршавии термопараҳо L ва фарқи байни ҳароратҳои t_{II} ва t_B сатҳи ҷисм ва муҳит вобаста мебошад ва дуҷумаш – ба воситаи градиенти ҳарорат дар ҷисми тадқиқотӣ муайян карда мешавад. Барои дастгоҳи мо ҷунин ҳисобидан мумкин аст: $\Delta_B(x) = 0$.

Барои қимати тахминии ташкилдихандаи якум муодилаи зеринро истифода мебаранд:

$$\Delta_L(x) = -\frac{t_{II} - t_B}{1 + F} \cdot \frac{\theta \operatorname{ch} \theta (1 - \beta) + \xi \operatorname{Sh} \theta (1 - \rho)}{\theta \operatorname{ch} \theta + \xi \operatorname{Sh} \theta} \quad (2.27)$$

Дар ин ҷо

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

$$F = \frac{L_B}{L} \frac{\theta \operatorname{Sh} \theta + \xi_{\text{Э}} \operatorname{ch} \theta}{\theta \operatorname{ch} \theta + \xi \operatorname{Sh} \theta} \frac{\theta}{\omega \theta \omega}; \omega = \sqrt{\frac{K_B P}{\alpha S}} L_B,$$

ин ҷо λ_0 , $\lambda_{\text{Э}}$, $\lambda_{\text{ЭП}}$, λ_3 – мувофиқан, гармигузаронии маводи калориметр, маводи термопара дар самтҳои дарозӣ ва кундалагӣ, ковокӣ (ҳаво), фосила; L_B – қисми баромади термопара, ки дар гармиивазкунии нурафканӣ-конвективӣ бо муҳит мебошад; h_3 – ғафсии эффе́ктивии ковокӣ миёни гиреҳҳои термопараҳо ва девори силиндрикӣ; R , P , S – радиус, периметр ва масоҳати буриши кундалангии гиреҳи термопара.

Қиматҳои ададии ин бузургҳо ҷунин мебошанд:

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

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

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

Ин қиматҳоро ба муодилаҳои (2.28) ва (2.29) гузошта ҳисоб менамоем:

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

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

Ҳатоии нисбии ҷенкунии ҳароратро дар 220°C муайян мекунем:

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

Ҳангоми ченкунии ҚЭХ-и термопараҳо бо потенциометр хатогии асбобӣ, яъне ҳудуди имконпазири хатогии асоси бо ифодаи зерин муайян карда мешавад

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

ин ҷо U – нишондоди потенциометр.

Барои потенциометри мо истифода бурда шуда $\sigma_{U_{cp}} = \pm 0,01 \%$.

Ҳудуди имконпазири хатогии асосии ченкунии шиддати автокомпенсатори потенциометр $\sigma_{AK} = 1$ фоизро ташкил медиҳад. Яъне ҳудуди имконпазири хатогии асосии потенциометр σ_U :

$$\sigma_u = \sigma_{\text{импена}} + \sigma_{AK} = 0,01 \% + 1,0 \% = 1,01\%.$$

Маълумоти зарурӣ барои баҳодихии микдории гармигузаронӣ бо усули ноқили тафсон дар чадвали 4.1 оварда шудааст.

Хулосаҳои боби дуюм

1. Дар асоси усулҳои ченкунии ҳосиятҳои гармофизикии газҳо ва моеъҳо барои тадқиқи гармигузаронӣ маҳлулҳо, моеъҳо, маҳлулҳои коллоидии системаҳои нанозаррачаҳои диметилбутилкетон дар параметрҳои васеи ҳолат усули ноқили тафсон истифода шудааст.

2. Дастгоҳҳои таҷрибавӣ барои чен кардани гармигузаронии моеъҳо ва маҳлулҳои системаҳои коллоидӣ ва суспензии омӯхташаванда вобаста аз ҳарорат ва фишор таҳия ва сохта шуд (патенти хурди Ҷумҳурии Тоҷикистон таҳти рақами № TJ 923,2017с.,5с.) (усули ноқили тафсон).

3. Дастгоҳҳои таҷрибавӣ барои чен намудани гармигузаронии маҳлулҳо вобаста аз ҳарорат, фишор дар ҳудуди параметрҳои васеи ҳолат азнавсозӣ карда шудааст.

4. Ҳисоб кардани хатой бо муайян набудани маълумоти таҷриба оид ба ченкунии гармигузаронӣ ва гармиғунҷоиши наномоеъҳои омӯхташуда оварда шудааст.

5. Ҳангоми ҳисоб намудани коэффитсиенти гармигузаронии маводи газмонанди тадқиқотии мо ислохотро барои гармигузаронии нурафканӣ ($\lambda_{\text{нур.}}$) ба эътибор гирифтаем.

6. Барои ошкор намудани раванди диффузия дар дастгоҳи мазкур адади Грасгоф ва Прандтл ҳисоб намудем.

7. Хатоии методӣ барои усули ноқили тафсон (коэффитсиенти гармигуза-ронии наномоеъҳо) муайян карда шудааст.

8. Формулаи ҳисобкунӣ барои муайян намудани коэффитсиенти гармигуза-ронии наномоеъҳо (усули ноқили тафсон) ҳосил карда шудааст.

9. Ислохот ба суръати хунукшавӣ ва гармшавӣ (усули ноқили тафсон) истифода бурда шуд.

10. Ҳангоми ҳисобкунии хатоҳои гармигузаронии эффективнок хатоҳои истиснонашудаи тасодуфӣ ва системанок ба эътибор гирифта шудааст.

11. Хатогии методӣ дар усули ноқили тафсон (коэффитсиенти гармигуза-ронии наномоеъҳо) вобаста аз ҳарорат ва фишор, муайян карда шуд.

Боби 3. НАТИҶАҶОИ ТАДҚИҚИ ГАРМИГУЗАРОНИИ СИСТЕМАҶОИ ТАДҚИҚОТӢ ДАР ҲАРОРАТ ВА ФИШОРҶОИ ГУНОГУН

Дар дастгоҳи таҷрибавии дар расми 2.1. овардашуда барои чен кардани гармигузаронӣ бо усули речаи гармкунии мунтазами навъи якум ва дуум ва усули ноқили тафсон; барои чен кардани зичӣ усули боркашкунӣ гидростатикӣ, мо гармигузаронӣ, зичии системаҳои тадқиқотиро дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун тадқиқ намудем [44,70-81]. [1-М]-[22-М].

3.1. Гармигузаронии системаҳои «метилбутилкетони+наноайчаҳои карбонии якҷабата ва бисёрҷабата» дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун.

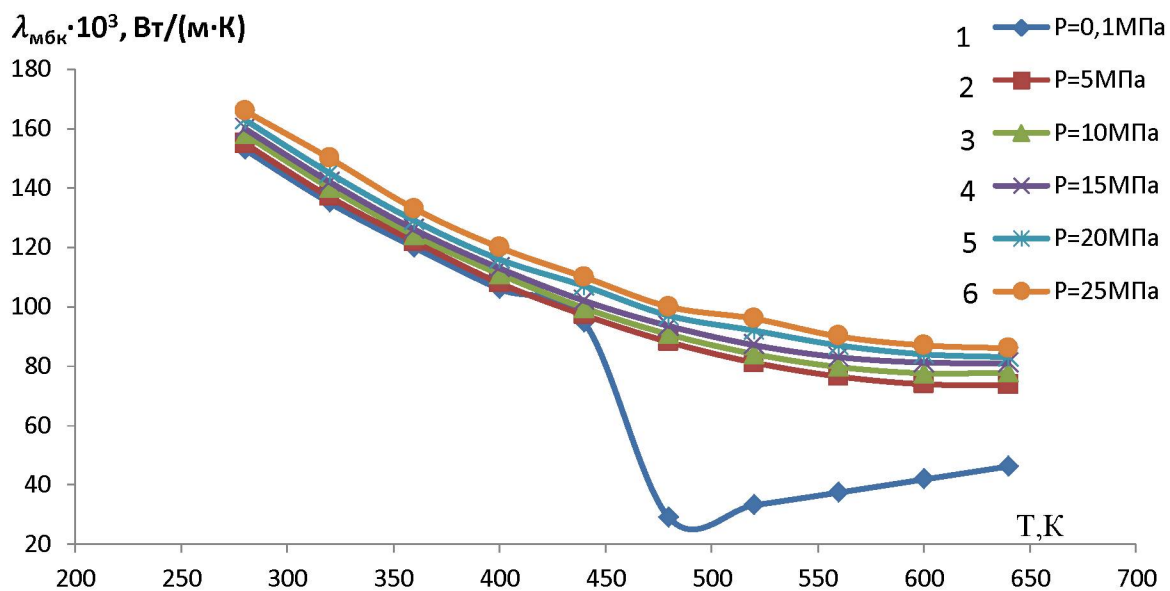
3.1.1. Гармигузаронии маҳлулҳои коллоидии тадқиқотӣ дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун

Дар дастгоҳи таҷрибавӣ (ниг. рас. 2.1) гармигузаронии метилбутилкетон ҳам дар намуди тоза ва ҳам бо илова кардани нанозаррачаҳои гуногуни карбонӣ (НКЯ - наноайчаҳои карбонии якҷабата ва наноайчаи карбонии бисёрҷабата - НКБ) вобаста аз ҳарорат ($T=290-640$)К дар фишорҳои ($P=0,101-25$ МПа) бо иловаи аз 0,5 то 2 г (бо интервали 0,5 г) нанозаррачаҳо чен карда шуда [44,82-89] ва барои чен кардани гармиғунҷоиши хоси системаҳои тадқиқотӣ ва хосиятҳои электрофизикии дастгоҳи таҳия кардаи профессор Сафаров М.М. бо шогирдонашро истифода бурдем [44, 88, 89].

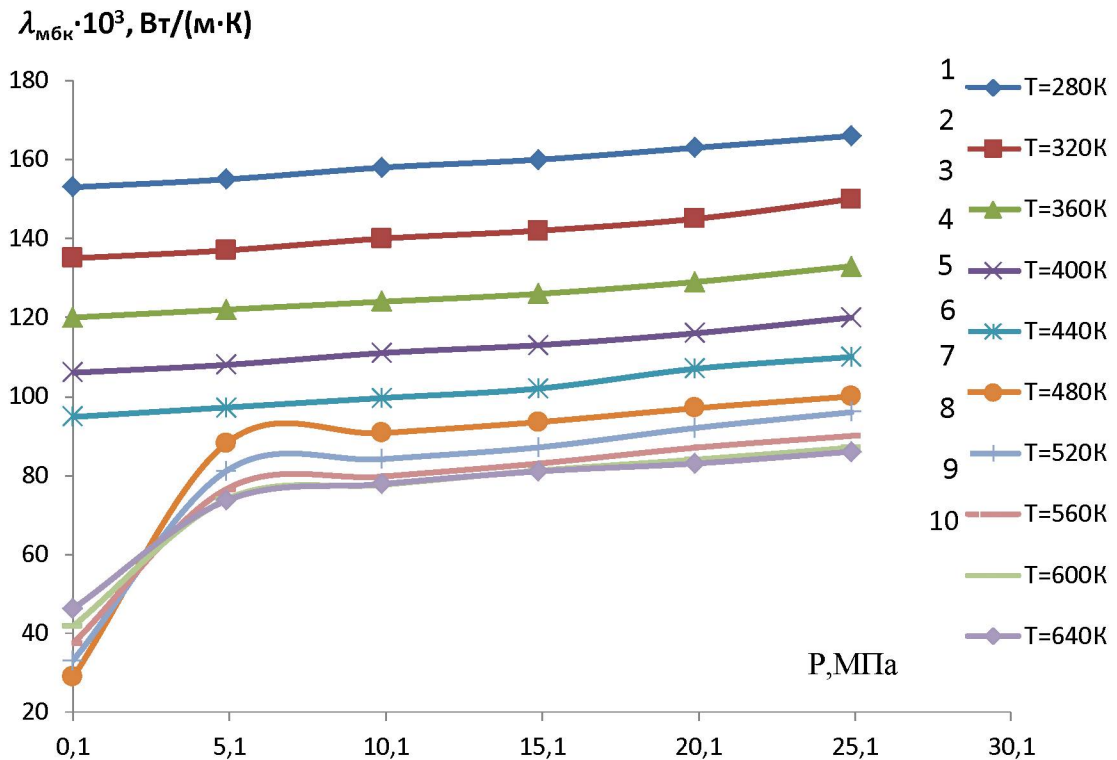
Гармигузаронии метилбутилкетони моеъ ҳам дар намуди тоза ва ҳам дар намуди иловашудаи (НЯК) наноайчаҳои якҷабата карбонии ва наноайчаи карбонии бисёрҷабата НКБ дар ҳароратҳои ($290 - 640$)К ва фишорҳои ($0,101-25,0$)МПа чен карда шудааст [44,88,89]. Натиҷаи таҳқиқот дар ҷадвалҳои 3.1-3.5 ва расмҳои 3.1- 3.6 оварда шудааст.

Ҷадвали 3.1. - Коэффитсиенти гармигузаронии ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)) метилбутил-кетони моеъи аз ҷиҳати химиявӣ тоза дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун

Ҳарорат, К	Фишор					
	$(\lambda \cdot 10^3, \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}))$ дар p , МПа					
	0,1	5	10	15	20	25
290	153	155	158	160	163	166
320	135	137	140	142	145	150
360	120	122	124	126	129	133
400	106	108	111	113	116	120
440	94,8	97,2	99,6	102	107	110
480	28,9	88,1	90,7	93,5	97	100
520	33,1	81,2	84,1	87,1	92	96
560	37,4	76,5	79,7	83,0	87	90
600	41,8	73,9	77,6	81,2	84	87
640	46,2	73,6	77,8	81,0	83	86



Расми 3.1. Вобастагии коэффитсиенти гармигузаронии метилбутил-кетони моеъи аз ҷ.х.тоза аз ҳарорат ва фишорҳои гуногун. (1-0,1; 2-5; 3-10; 4-15; 5-20; 6-25 МПа)

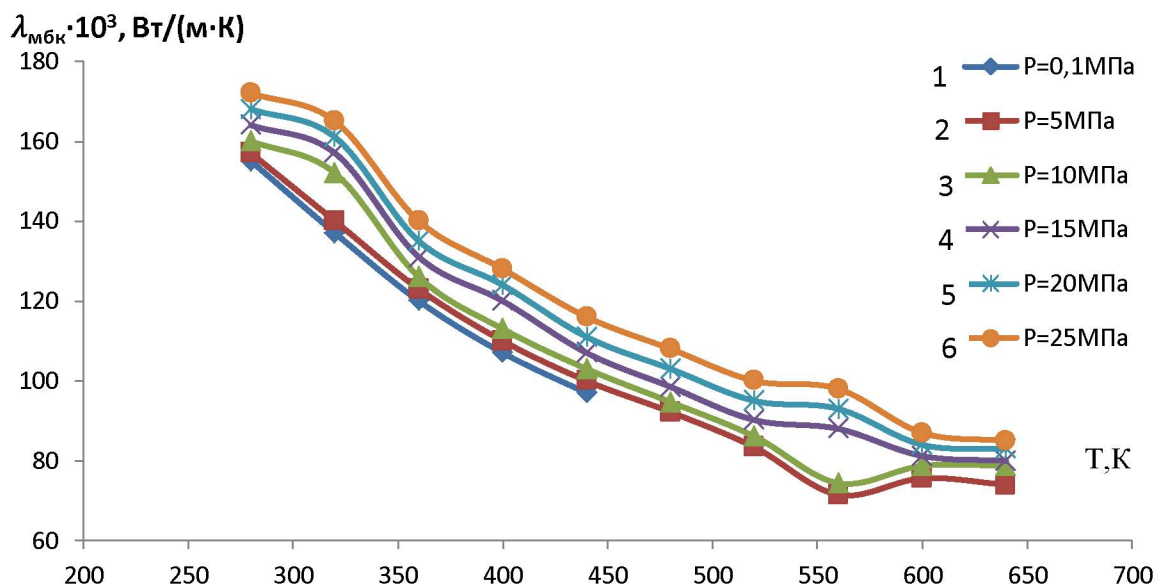


Расми 3.2. Вобастагии коэффитсиенти гармигузаронии метил-бутилкетони моеъи аз ч.х.тоза аз фишор ва ҳароратҳои (1-290; 2-320; 3-360; 4-400; 5-440; 6-480; 7-520; 8-560; 9-600; 10-640K)

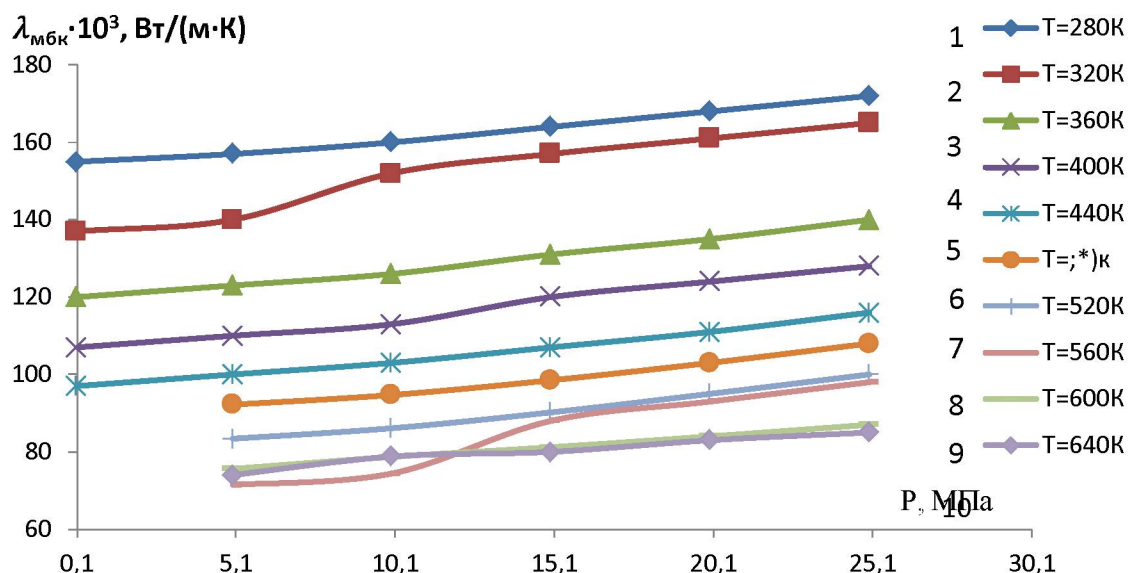
Чи тавре ки аз расми 3.1 ва 3.2 дида мешавад, гармигузаронии метилбутилкетони моеъ ва газмонанд аз ҳарорат, фишор ва консентратсияи нанонайчаҳои якҷабатаи карбонӣ вобаста мебошад. Натиҷаи тадқиқотҳои нишон доданд, ки гармигузаронии намунаҳо бо зиёдшавии ҳарорат кам шуда бо афзоиши фишор меафзоянд. Масалан, барои намунаи «метилбутилкетони моеъ» дар ҳарорати хона 298K ва тағйирёбии фишор то 25 МПа гармигузарони ба 8,5% зиёд шуда ва барои намунаи мазкур дар ҳарорати 640K ин тағйирот то 8,6% мерасад. Ин вобастагӣ бо тағйирёбии ҳарорат аз 290K то 640K барои фишори 0,1 МПа коэффитсиенти гармигузаронӣ ба 70% кам мешавад. Барои фишори 25 МПа дар ҳамаи ҳудуди ҳарорат коэффитсиенти гармигузарони ба 48% кам мешавад. [1-М, 3-М, 5-М, 8-М,].

Ҷадвали 3.2. - Коэффициенти гармигузаронии ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)) метил-бутилкетони моеъи аз ч.х.т. бо иловаи 0,5 г концентратсияи массавии (70% нанонайчаҳои карбонии яккабата) дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун (маълумоти мо) [44, 88, 89] [1-М, 2-М, 3-М, 4-М, 5-М, 6-М, 7-М, 8-М, 9-М].

Ҳарорат, К	Фишор					
	($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)) дар p, МПа					
	0,1	5	10	15	20	25
290	155	157	160	164	168	172
320	137	140	152	157	161	165
360	120	123	126	131	135	140
400	107	110	113	120	122	125
440	97	100	103	107	111	116
480	-	92,2	94,7	98,5	103	108
520	-	83,4	86,1	90,2	95	100
560	-	71,5	74,4	88,0	93	98
600	-	75,6	78,7	81,2	84	87
640	-	74,0	78,8	80,0	83	85



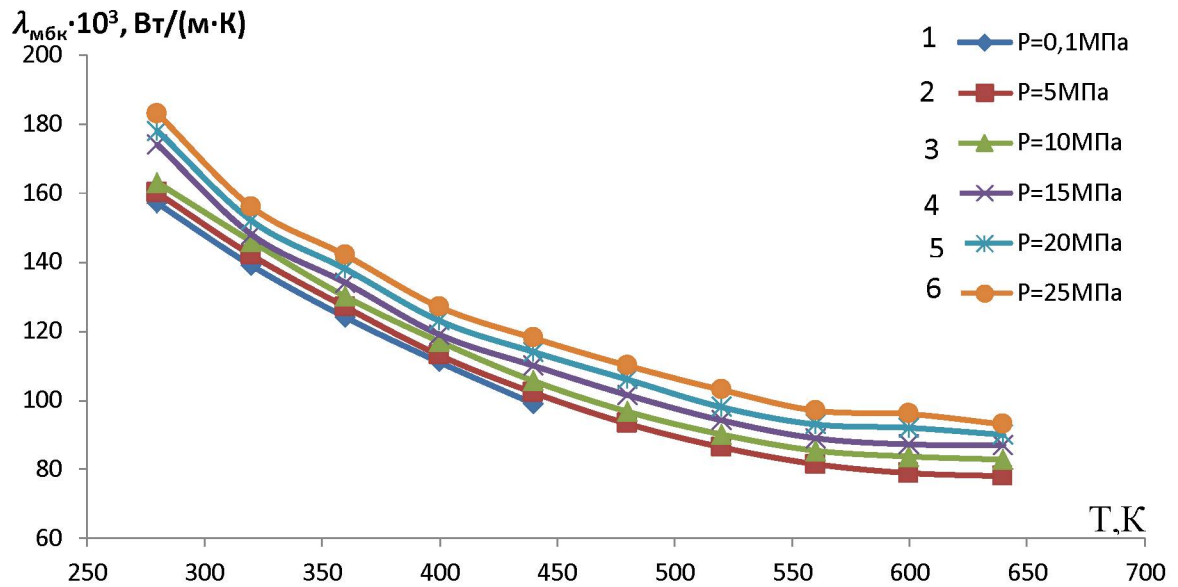
Расми 3.3. Вобастагии коэффитсиенти гармигузаронии метилбутил-кетони моеъи аз ч.х.тоза бо илова 0,5 г концентратсияи массавии (70% нанонайчаҳои карбонии яккабата) аз ҳарорат ва фишор (1-0,1; 2-5; 3-10; 4-15; 5-20; 6-25 МПа) [44, 88, 89, 1-М - 12-М, 13-М, 16-М, 18-М].



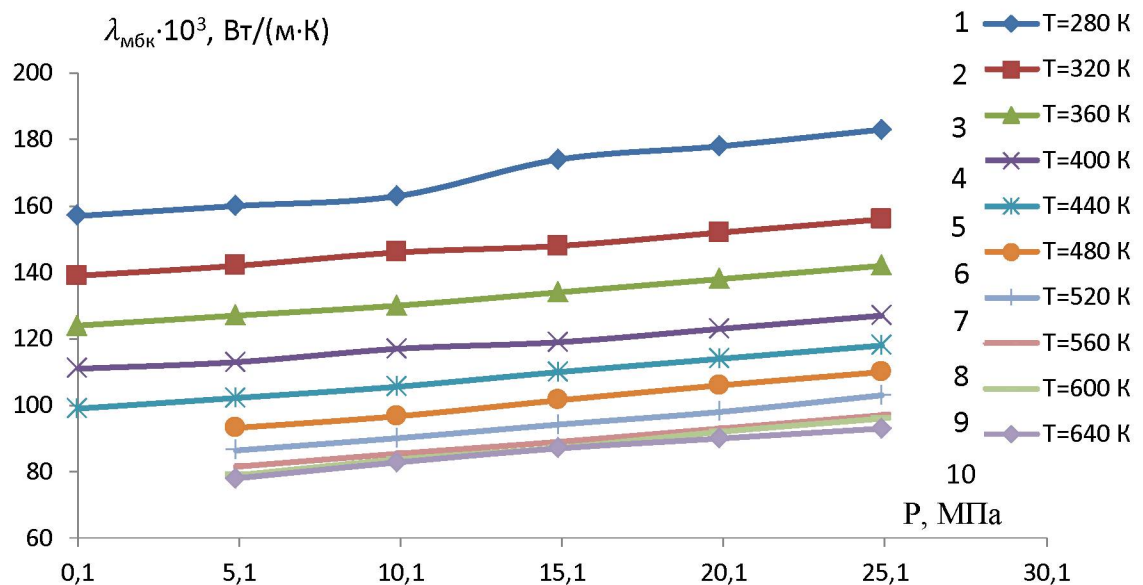
Расми 3.4. Вобастагии коэффитсиенти гармигузаронии моеъи аз ч.х.тоза бо иловаи 0,5 г консентратсияи массавии (70% наноайчаҳои карбо-нии яккабата) аз фишор (1-290; 2-320; 3-360; 4-400; 5-440; 6-480; 7-520; 8-560; 9-600; 10-640K) [44, 88, 89] [1-М, 2-М, 3-М, 4-М].

Чадвали 3.3. Коэффитсиенти гармигузаронии ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)) метил-бутилкетони моеъи аз ч.х.тоза бо иловаи 1 г консентратсияи массавии (70% наноайчаҳои карбонии яккабата) дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун (маълумотҳои муаллиф) [44, 88, 89, 1-М, 2-М, 4-М, 6-М, 7-М,].

Ҳарорат, К	Фишор					
	$(\lambda \cdot 10^3, \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}))$ дар p , МПа					
	0,1	5	10	15	20	25
290	157	160	163	174	178	183
320	139	142	146	148	152	156
360	124	127	130	134	138	142
400	111	113	116	119	123	127
440	99	102,2	105,6	110	114	118
480	-	93,2	96,7	101,5	106	110
520	-	86,4	90,1	94,2	98	103
560	-	81,5	85,4	89,0	93	97
600	-	78,9	83,7	87,2	92	96
640	-	78,0	82,8	87,0	90	93



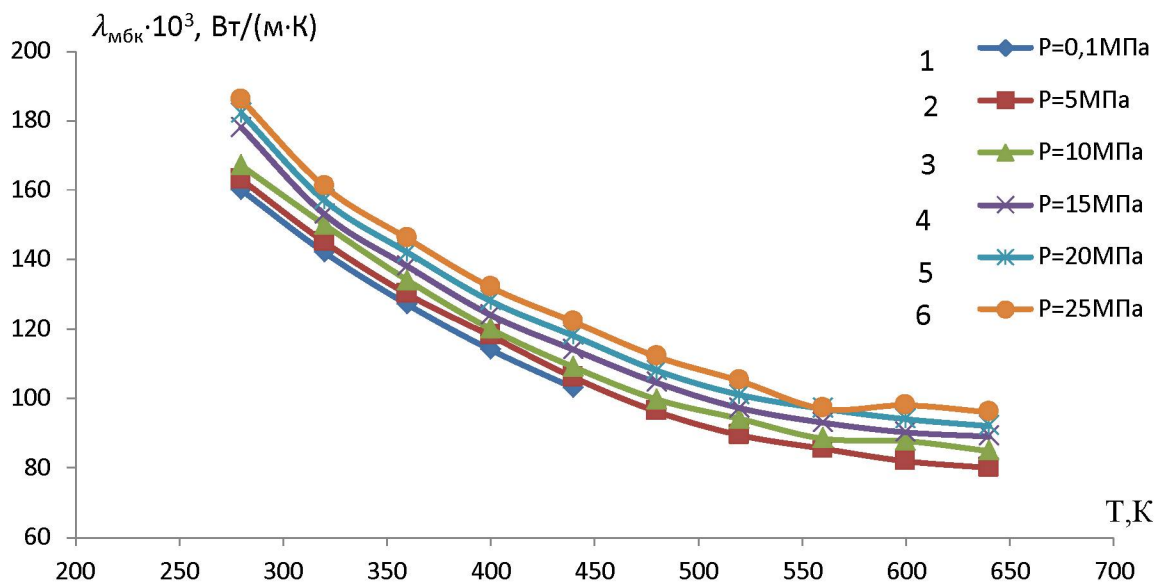
Расми 3.5. Вобастагии коэффитсиенти гармигузаронии метилбутил-кетони моеъи аз ч.х.тоза бо иловаи 1 г консентратсияи массавии (70% наноайчаҳои карбонии якҷабата) аз ҳарорат (1-0,1; 2-5; 3-10; 4-15; 5-20; 6-25 МПа) [44, 88, 89] [3-М, 4-М, 6-М, 9-М, 11-М, 16-М].



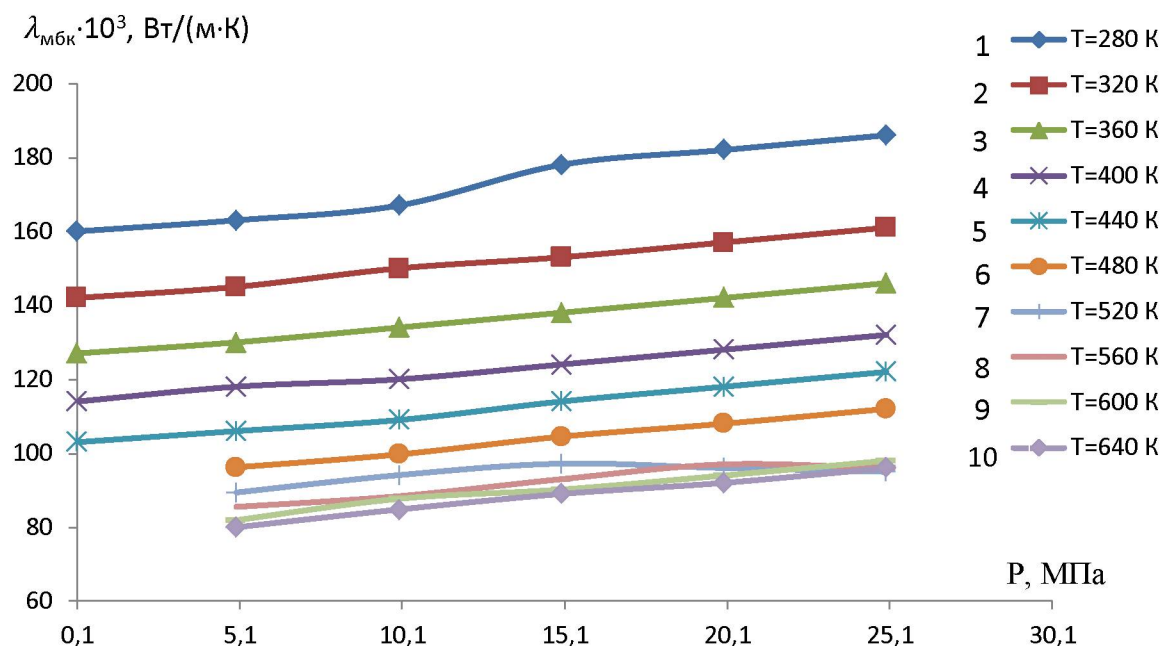
Расми 3.6. Вобастагии коэффитсиенти гармигузаронии метилбутил-кетони моеъи аз ч.х.тоза бо иловаи 1 г консентратсияи массавии (70% наноайчаҳои карбонии якҷабата) аз фишор дар ҳароратҳои гуногун (1-290; 2-320; 3-360; 4-400; 5-440; 6-480; 7-520; 8-560; 9-600; 10-640К) [44,88,89] [1-М, 3-М, 4-М, 6-М, 7-М, 9-М, 11-М, 13-М, 14-М, 16-М].

Ҷадвали 3.4. -Коэффитсиенти гармигузаронии ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)) метил-бутилкетони моеъи аз ч.х.тоза бо илвои 1,5 г консентратсияи массавии (70% нанонайчаҳои карбонӣ) дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун (маълумоти мо) [44,88,89] [2–М, 4 – М, 5–М, 6 – М].

Ҳарорат ,К	Фишор					
	$(\lambda \cdot 10^3, \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}))$ дар p,МПа					
	0,1	5	10	15	20	25
290	160	163	167	178	182	186
320	142	145	150	153	157	161
360	127	130	134	138	142	146
400	114	118	120	124	128	132
440	103	106	109	114	118	122
480	-	96,2	99,7	104,5	108	112
520	-	89,4	94,1	97,2	91	95
560	-	85,5	88,4	93,0	97	82
600	-	81,9	87,7	90,2	94	98
640	-	80,0	84,8	89,0	92	96



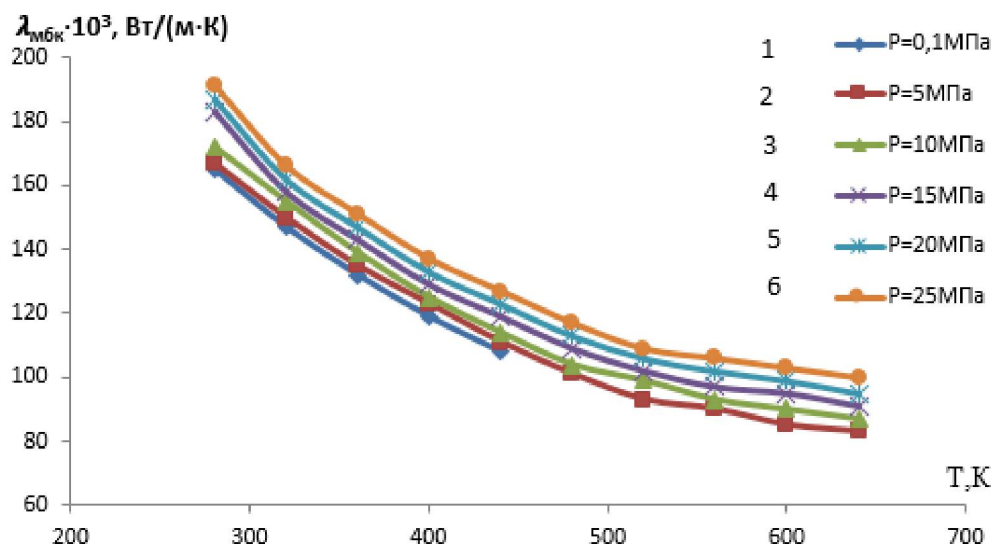
Расми 3.7. Вобастагии коэффитсиенти гармигузаронии метилбутил-кетони моеъи аз ч.х.тоза бо иловаи 1,5 г консентратсияи массавии (70% нанонайчаҳои карбонӣ) аз ҳарорат (1-0,1; 2-5; 3-10; 4-15; 5-20; 6-25 МПа) [44,88,89], [1-М, 3-М, 5-М, 6-М, 10-М, 12-М, 14-М].



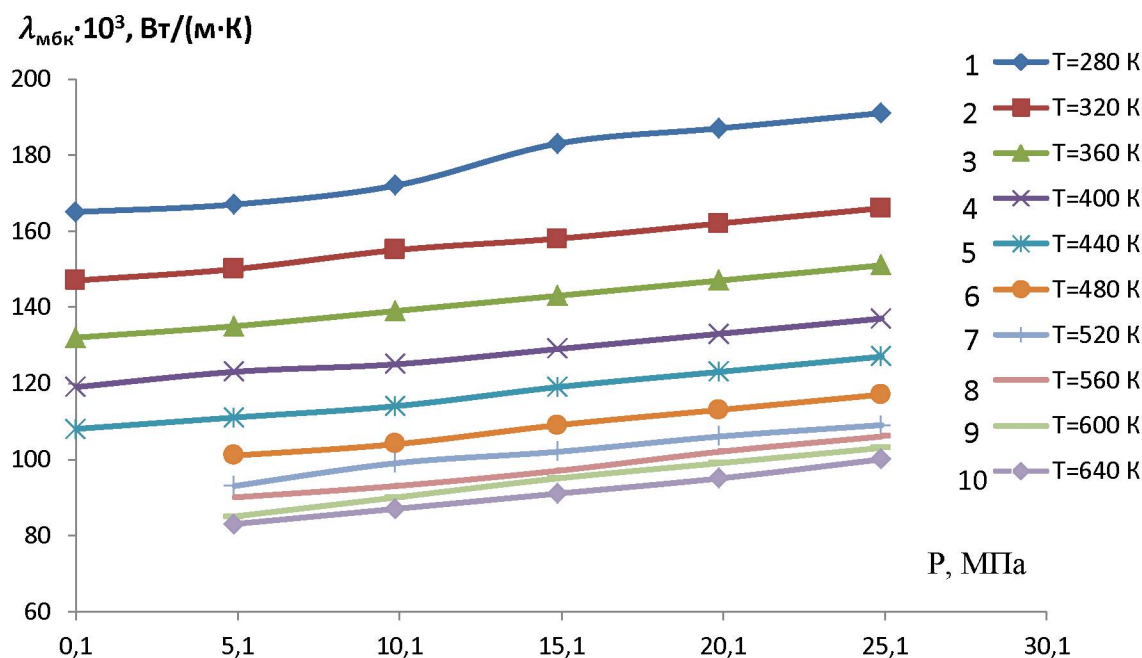
Расми 3.8. Вобастагии коэффитсиенти гармигузаронии метилбутил-кетони моеъи аз қ.х.тоза бо иловаи 1,5 г консентртсияи массавии (70% нанонайчаҳои карбонӣ) аз фишор (1-290; 2-320; 3-360; 4-400; 5-440; 6-480; 7-520; 8-560; 9-600; 10-640К) [44,88,89], [1-М, 4-М, 6-М, 9-М, 11-М, 12-М, 16-М, 17-М].

Ҷадвали 3.5. - Коэффитсиенти гармигузаронии ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)) метил-бутилкетони моеъи аз қ.х.тоза бо иловаи 2,0 г консентратсияи массавии (70% ННК) дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун (натиҷаҳои муаллиф)

Ҳарорат, К	Фишор					
	($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)) дар p, МПа					
	0,1	5	10	15	20	25
290	165	167	172	183	187	191
320	147	150	155	158	162	166
360	132	135	139	143	147	151
400	119	123	125	129	133	137
440	108	111	114	119	123	127
480	-	101	104	109	113	117
520	-	93	99	102	106	109
560	-	90	93	97	102	106
600	-	85	90	95	99	103
640	-	83	87	91	95	100

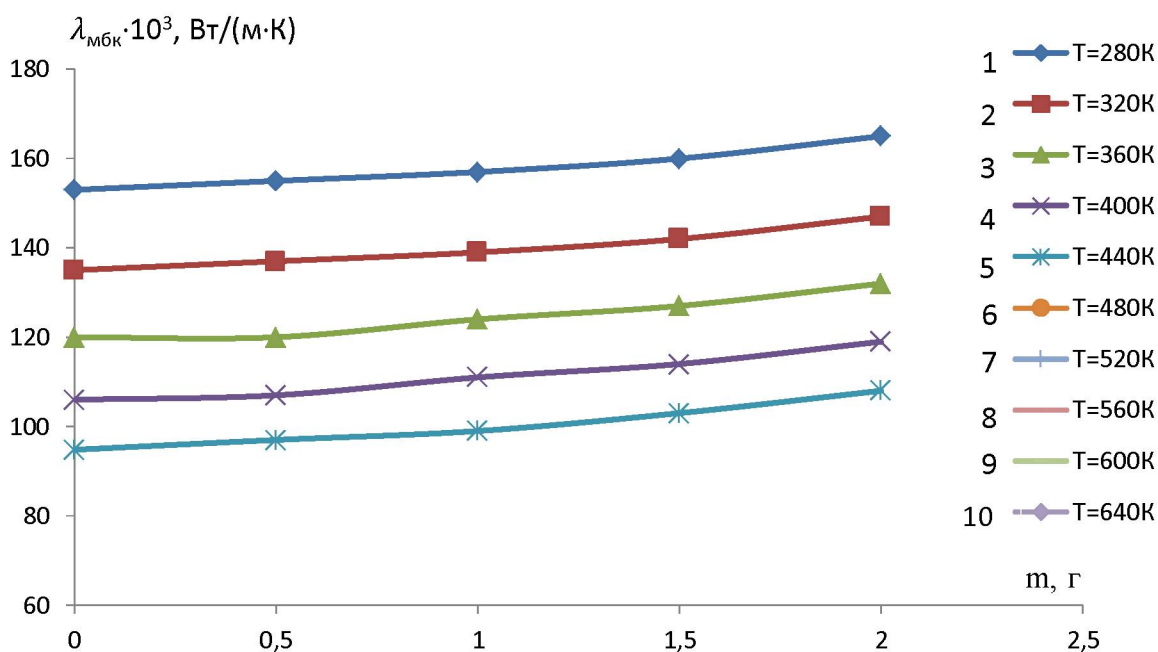


Расми 3.9. Вобастагии коэффитсиенти гармигузаронии метил-бутилкетони моеъи аз ч.х.тоза бо иловаи 2,0 г концентратсияи (70% нанонайчаҳои карбонӣ) аз ҳарорат (1-0,1; 2-5; 3-10; 4-15; 5-20; 6-25 МПа) [44, 88, 89, 1–М, 2–М, 4–М, 6–М, 7–М, 8–М, 10–М].



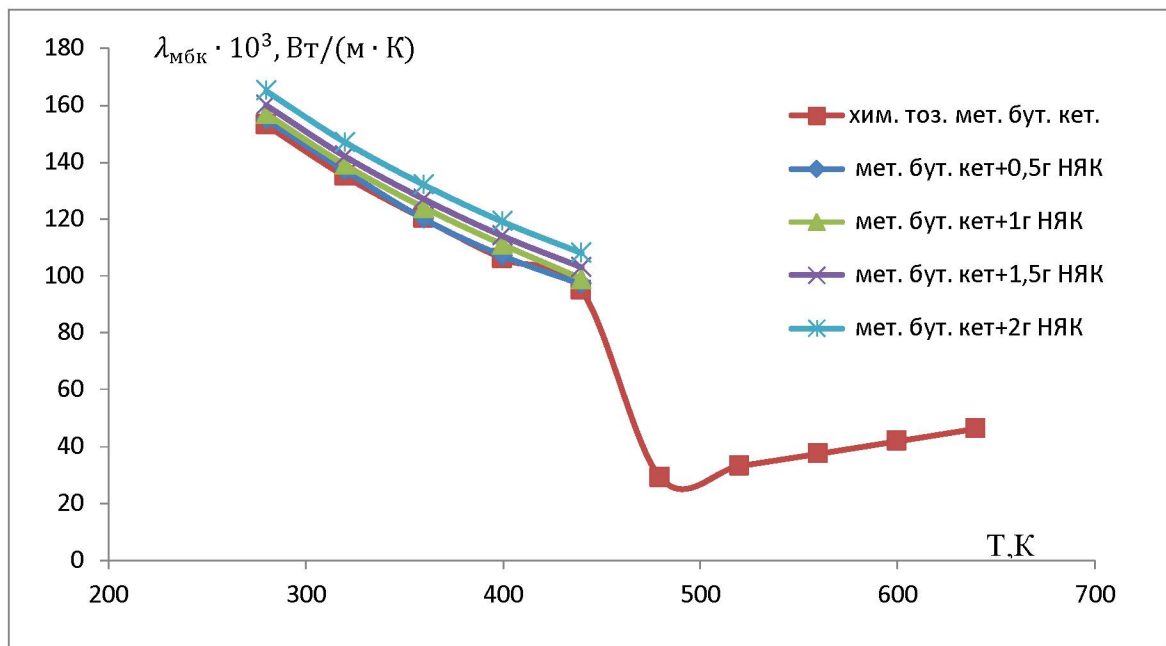
Расми 3.10. Вобастагии коэффитсиенти гармигузаронии метил-бутилкетони моеъи аз ч.х.тоза бо иловаи 1,5 г. концентратсияи массавии (70% нанонайчаҳои карбонӣ) аз фишор (1-290; 2-320; 3-360; 4-400; 5-440; 6-480; 7-520; 8-560; 9-600; 10-640К) [44,88,89]

Чи тавре, ки аз расмҳои 3.3-3.10 дида мешавад, гармигузаронии системаҳои «метилбутилкетони моеъ» бо зиёдшавии ҳарорат кам шуда ва бо зиёдшавии фишор бошад ба афзоиши гармигузаронии системаи наномоеъҳои коллоидии «метилбутилкетони моеъ+нанонайчаҳои карбонии бисёрқабата» меорад. Масалан, дар ҳарорати 280K барои системаи «метилбутилкетони моеъ+0,5г нанонайчаҳои карбонии бисёрқабата» зиёдшавии фишор аз 0,1 то 25 МПа гармигузаронии маҳлулҳои коллоидии тадқиқотиро ба 10% зиёд намуда, дар ҳарорати 320K ин тағйирёбии ба 17%, инчунин дар ҳарорати 440K ба 16% мерасад (ҷадвали 3.2). Дар ҷадвали 3.3 бошад барои ҳудудҳои фишори аз 0,1 то 25 МПа гармигузаронии системаи метилбутилкетон дар ҳудуди аз 14% то 16% тағйир меёбад. Ҳамин тавр ин тағйирёбии барои дигар концентратсияҳои массавии 1,5 ва 2 г хеле хуб баназар мерасад [2-М, 4-М, 6-М, 7-М, 12-М, 14-М, 21-М, 22-М, 23-М].



Расми 3.11. Вобастагии коэффитсиенти гармигузаронии маводи тадқиқотии метилбутилкетони аз ч.х.т+70% нанонайчаҳои карбонии якқабата аз масса ва ҳарорат дар фишори атмосферӣ (1-290; 2-320; 3-360; 4-400; 5-440; 6-480; 7-520; 8-560; 9-600; 10-640K).

Чи тавре, ки аз расми 3.11 дида мешавад гармигузаронии системаи «метилбутилкетони аз ҷиҳати химияви тоза+0,5 то 2 г нанонайчаҳои карбони бисёрқабата» бо афзоиши ҳарорат ва фишор тағйир меёбанд. Ҳангоми зиёдшавии консентратсияи нанопуркунанда (нанонайчаҳои карбонии бисёрқабата) афзоиши гармигузаронии маҳлулҳои коллоидии тадқиқотӣ дар тамоми ҳудудҳои ҳарорат ва фишор мушоҳида карда шудааст.



Расми 3.12. Вобастагии коэффитсиенти гармигузаронии маводҳои тадқиқотӣ (метилбутилкетони аз ҷ. х.т.+70% нанонайчаҳои карбонии якқабата) аз ҳарорат дар фишори (0,101 МПа) [44, 88, 89] [1-М, 3-М, 6-М, 14-М, 16-М, 19-М].

Чи тавре ки аз расми 3.12 дида мешавад коэффитсиенти гармигузарони барои фишори атмосферӣ (0,1МПа) бо афзудани ҳарорати маводҳои таҳқиқшаванда, яъне системаи «метилбутилкетони моеъ + (0,5 – 2г) нанонайчаҳои карбонии бисёрқабата» зиёд мешавад [44, 88, 89], [2-М, 4-М, 6-М, 8-М].

3.2. Таъсири нанозаррачаҳо (70%масс. нанонайчаҳои якҷабатаи карбонӣ) ба тағйирёбии гармигузаронии метилбутилкетони моеъ

Дар рисолаи мазкур натиҷаҳои тадқиқоти таҷрибавии коэффитсиенти гармигузаронии метилбутиликетон ҳам дар намуди тоза ва ҳам бо иловаи миқдори муайяни нанозаррачаҳо (нанонайчаҳои карбонӣ) дар ҳудуди ҳароратҳои (аз ҳарорати хона то ҳарорати ҷӯшиши метилбутилкетон) дар фишори атмосферӣ (0,101 МПа) оварда шудааст. Барои чен кардани коэффитсиенти гармигузаронии маҳлулҳои метилбутилкетон ва нанозаррачаҳои (нанонайчаҳои карбонӣ) усули ноқили тафсон истифода бурда шудааст. Хатоии умумии нисбии ченкунии коэффитсиенти гармигузаронии наномоеъҳо дар ҳудуди эътимоднокии $\alpha = 0,95$ ба 2,6 фоиз баробар мебошад. Аз рӯи натиҷаҳои тадқиқоти таҷрибавии коэффитсиенти гармигузаронии нанозаррачаҳои омӯхташаванда (метилбутилкетон+нанозаррачаҳо) ва қонуни монандии термодинамикӣ вобастагии аппроксиматсионӣ ҳосил карда шуд, ки он имкони бе гузаронидани таҷриба вобаста бо ҳарорат коэффитсиенти гармигузаронии маҳлулҳои тадқиқотиро бо хатоии 2,5 фоиз ҳисоб кардан мумкин аст.

Метилбутилкетон ҳамчун ҳалкунанда барои лакҳои нитроселлюлоза, полиакрилит, перхлоровинил дар истеҳсоли линолеум, инчунин ширешҳо, равғанҳои депарафинизатсияшуда барои молидан, рангҳои барои чопкунӣ, ҳамчун таркиби равған баровардани парафинҳо (барои тоза кардани лакҳои дар ҳарорати паст обшавандаи парафин дар омехтаҳои онҳо гудохта мешавад) истифода гардад. Инчунин барои истеҳсоли ранг ва технологияи чопи катрагӣ-фавракӣ ҳангоми истифодаи принтерҳои ранга татбиқи худро ёфтааст [1-М, 3-М, 5-М, 8-М, 9-М, 10-М, 14-М, 16-М, 18-М].

Мақсади асосии тадқиқот омӯختани коэффитсиенти гармигузаронии метилбутилкетони моеъ ҳам дар намуди тоза ва ҳам бо иловаи 70% нанонайчаҳои карбонӣ (то 2 г) дар ҳудуди ҳароратҳои (аз ҳарорати хона то ҳарорати ҷӯшиш) ва фишори (0,101) МПа мебошад.

Дастгоҳи таҷрибавӣ (патенти хурди Ҷумҳурии Тоҷикистон, № ТҶ 923, 2017, 5 с.) [44]. Принсипи кори дастгоҳ ва усули ченкунӣ бо дастгоҳи дар боло зикр-шуда монанд мебошад, ки дар корҳои [43,44,71] оварда шудааст. Дастгоҳ ва усули таҳияшуда, ки мо тавсиф додем дар корҳои мазкур оварда шудааст [43,44,71], [4-М, 6-М, 6-М, 8-М].

Дар зербоби 2.1 ва расми 2.1 навиштаҷоти пурраи дастгоҳи таҳқиқоти оварда шудааст [43,44,71], [1-М, 3-М, 5-М, 6-М, 9-М, 11-М].

3.2.1. Натиҷаҳои таҷриба

Дар айни замон гармигузаронии метилбутилкетони моеъи аз ҷиҳати химиявӣ тоза дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун аз тарафи муаллифони корҳои [90-93] омӯхта шудааст. Муайян карда шуд, ки коэффитсиенти гармигузаронии метилбутилкетони моеъ ҳам дар намуди тоза ва ҳам бо иловаи нанозарраҳо бо афзоиши ҳарорат кам шуда бо баландшавии фишор зиёдшавии гармигузаронии наномоеъҳо дар асоси метилбутилкетон мушоҳида карда мешавад [1-М, 2-М, 3-М, 4-М, 5-М, 6-М, 7-М, 8-М, 11-М, 12-М, 13-М, 15-М, 18-М, 19-М, 22-М].

Дар асоси маълумоти таҷрибавӣ ва қонуни мувофиқоварии ҳолат вобастагҳои аппроксиматсионӣ ҳосил карда шуд, ки бо ёрии онҳо коэффитсиенти гармигузаронии наномоеъҳоро дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун, ки асосан метилбутилкетон аст, ҳисоб кардан мумкин аст. [1-М, 2-М, 3-М, 4-М, 5-М, 6-М, 7-М, 8-М, 11-М, 12-М, 13-М, 15-М, 18-М, 19-М, 22-М].

Дар кори [112] натиҷаҳои тадқиқотҳои таҷрибавии коэффитсиенти гармигузаронии кори [92] оид ба метилбутилкетони моеъ таҳлил карда шуда аст, ва қонуни монандии термодинамикиро истифода бурда як қатор вобастагҳои аппроксиматсионӣ ба даст оварда шуд, ки баъзе аз онҳо поёнтар дида баромада мешавад.

Формулаи ҳисобкунӣ барои коэффитсиенти гармигузаронии метилбутилкетон чунин намуд (3.1)-ро дорад.

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 p + A_2 p^2, \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)} \quad (3.1)$$

Таҳлили бузургҳои A_0, A_1, A_2 нишон доданд, ки онҳо функсияи ҳарорат мебошанд, ки барои коэффитсиенти гармигузаронии метилбутилкетони моеъ чен карда шудааст. Ифода барои ҳисоб кардани коэффитсиентҳои муодилаи (3.1), яъне A_0, A_1, A_2 намуди зеринро доранд:

$$A_0 = 334 - 0,829T + 6,49 \cdot 10^{-4}T^2, \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}; \quad (3.2)$$

$$A_1 = 1,551 - 6,49 \cdot 10^{-3}T + 7,24 \cdot 10^{-6}T^2, \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)} \cdot \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}} \right) \text{ Па}; \quad (3.3)$$

$$A_2 = -0.0322 + 1,511 \cdot 10^{-4}T - 1,68 \cdot 10^{-7}T^2, \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}} \right) \text{ Па}^2; \quad (3.4)$$

Ба воситаи муодилаи (3.1), бо дарназардошти ифодаҳои (3.2)-(3.4), коэффитсиенти гармигузаронии диметилбутилкетони моеъ (аз ҷиҳати химиявӣ тоза) дар ҳудуди ҳароратҳои (290-640)К ва фишорҳои (0,1-50) МПа бо ҳатоии то 3% ҳисоб карда мешавад. Вобастагии аппроксиматсионии (3.1) бо дарназардошти ифодаҳои, имкони медиҳад, ки коэффитсиенти гармигузаронии метилбутилкетонро ҳам дар ҳолати моеъгӣ ва ҳам дар ҳолати газӣ ҳисоб намоем. Баъзе аз маълумотро оид ба коэффитсиенти гармигузаронии метилбутилкетони моеъи аз ҷиҳати химиявӣ тоза дар ҳароратҳо ва фишорҳои гуногун, ки аз тарафи профессорон Маҷидов Х. ва Сафаров М.М. ба дастовардаанд, дар қорҳои [90, 92, 93] нишон дода шудаанд. Дар асоси таҷрибаҳо қиматҳои коэффитсиенти гармигузаронӣ барои маводи таҳқиқотӣ вобаста аз ҳароратҳои (290-640) К ва фишорҳои (0,101-25)МПа ва консентратсияи массавии наноайчаи карбони (0,5 – 2)г ба даст оварда дар ҷадвали 3.6 нишон дода шудааст, дида мебароем.

Чӣ тавре, ки дар боло зикр шуда буд, вазифаи тадқиқоти мазкур дар тадқиқи таҷрибавии коэффитсиенти гармигузаронии системаи маҳлулҳои метилбутилкетон ва 70% мас. наноайчаҳои карбонӣ дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун мебошад. Натиҷаҳои таҷрибавӣ-ҳисобкуниҳои бузургии коэффитсиенти гармигузаронии маҳлулҳои тадқиқотӣ дар ҷадвалҳои 3.7 – 3.10 оварда шудаанд. Бояд қайд кард, ки коэффитсиенти гармигузаронии маҳлулҳо дар асоси метилбутилкетон ҳамчунин бо амсилаи Максвелл ҳисоб карда шудааст.

Ҷадвали 3.6. - Коэффитсиенти гармигузаронии ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)) метил-бутилкетони аз ҷиҳати химиявӣ тоза дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун [43,44, 71,90, 92, 93] [1-М, 2-М, 4-М, 6-М, 8-М, 10-М, 11-М, 13-М, 15-М, 18-М, 21-М]

Ҳарорат , К	Фишор					
	($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)) дар p, МПа					
	0,1	5	10	15	20	25
290	153	155	158	160	163	166
320	135	137	140	142	145	150
360	120	122	124	126	129	133
400	106	108	111	113	116	120
440	94,8	97,2	99,6	102	107	110
480	28,9	88,1	90,7	93,5	97	100
520	33,1	81,2	84,1	87,1	92	96
560	37,4	76,5	79,7	83,0	87	90
600	41,8	73,9	78,6	81,2	84	87
640	46,2	73,6	77,8	81,0	83	86

Ҷадвали 3.7. -Коэффитсиенти гармигузаронии ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)) метил-бутилкетони аз ҷиҳати химиявӣ тоза бо иловаи 0,5 г консентратсияи массавии (70% наноайчаи карбонӣ) дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун (натиҷаҳои муаллиф) [1-М] - [22-М]

Ҳарорат, К	Фишор					
	($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)) дар p, МПа					
	0,1	5	10	15	20	25
290	155	157	160	164	168	172
320	137	140	152	157	161	165
360	120	123	126	131	135	140
400	107	110	113	120	124	128

Давоми ҷадвали 3.7

440	97	100	103	107	111	116
480	-	92,2	94,7	98,5	103	108
520	-	83,4	86,1	90,2	95	100
560	-	71,5	74,4	88,0	93	98
600	-	75,6	78,7	81,2	84	87
640	-	74,0	78,8	80,0	83	85

Ҷадвали 3.8. -Коэффитсиенти гармигузаронии ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)) метил-бутилкетони аз ҷиҳати химиявӣ тоза бо иловаи 1,0 г концентратсияи массавии (70% нанонайчаҳои карбонӣ) дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун (натиҷаҳои муаллиф) [2-М] - [10-М].

Ҳарорат, К	Фишор					
	($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)) дар p, МПа					
	0,1	5	10	15	20	25
290	157	160	163	174	178	183
320	139	142	146	148	152	156
360	124	127	130	134	138	142
400	111	113	117	119	123	127
440	99	102,2	105,6	110	114	118
480	-	93,2	96,7	101,5	106	110
520	-	86,4	90,1	94,2	98	103
560	-	81,5	85,4	89,0	93	97
600	-	78,9	83,7	87,2	92	96
640	-	78,0	82,8	87,0	90	93

Ҷадвали 3.9. - Коэффитсиенти гармигузаронии ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)) метилбутилкетони аз ҷиҳати химиявӣ тоза бо иловаи 1,5г. концентратсияи массавии (70% наноайчаҳои карбонӣ) дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун (маълумоти мо) [1-М, 3-М, 6-М, 11-М, 14-М, 16-М, 20-М, 21-М, 22-М].

Ҳарорат, К	Фишор					
	($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)) дар p, МПа					
	0,1	5	10	15	20	25
290	160	163	167	178	182	186
320	142	145	150	153	157	161
360	127	130	134	138	142	146
400	114	118	120	124	128	132
440	103	106	109	114	118	122
480	-	96,2	99,7	104,5	108	112
520	-	89,4	94,1	97,2	91	95
560	-	85,5	88,4	93,0	97	82
600	-	81,9	87,7	90,2	94	98
640	-	80,0	84,8	89,0	92	96

Ҷадвали 3.10. -Коэффитсиенти гармигузаронии ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)) метил-бутилкетони аз ҷиҳати химиявӣ тоза бо иловаи 2,0 г концентратсияи массавии (70% наноайчаҳои карбонӣ) дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун (маълумоти мо) [1-М, 3-М, 6-М, 11-М, 14-М, 16-М, 20-М, 21-М, 22-М].

Ҳарорат, К	Фишор					
	($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)) дар p, МПа					
	0,1	5	10	15	20	25
290	165	167	172	183	187	191
320	147	150	155	158	162	166
360	132	135	139	143	147	151
400	119	123	125	129	133	137

Давоми ҷадвали 3.10

440	108	111	114	119	123	127
480	-	101	104	109	113	117
520	-	93	99	102	106	109
560	-	90	93	97	102	106
600	-	85	90	95	99	103
640	-	83	87	91	95	100

Чӣ тавре, ки аз қиматҳои дар ҷадвалҳои 3.6-3.10 овардашуда دیدан мумкин аст, натиҷаҳои тадқиқоти таҷрибавии коэффитсиенти гармигузаронии метилбутилкетони аз ҷиҳати химиявӣ тоза бо иловаи 2% концентратсияи массавии (70% наноайчаҳои карбонӣ) дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун аз рӯи қонуниятҳои гуногун тағйир меёбанд, аз он ҷумла қонунҳои хаттӣ, параболӣ ва экспоненсионалӣ. Иловаи 1 г концентратсияи массавии (70% наноайчаи карбонӣ) бо зиёдшавии ҳарорат коэффитсиенти гармигузаронии дар фишори 0,1 МПа ва тағйирёбии ҳарорат (280-440) К ба 56,8% кам ва метилбутилкетони тоза бошад ба миқдори 61,4% кам мешавад. Дар фишори $p=5$ МПа, дар ҳудуди додашудаи ҳарорат 56,6% ва дар фишори $p=15$ МПа бошад ин тағйирот ба 58,2% баробар мешавад. Маълум мешавад, ки саҳми нанозарраҳо дар метилбутилкетони моеъ аз фазаҳо (моеъгӣ ва газӣ), фишор, ҳарорат ва концентратсияҳои нанопуркунан-даҳо, фраксияҳои нанозарраҳо ва ғайраҳо вобастагӣ дорад [1-М], [4-М] - [6-М].

Монографияи А.С. Дмитриев [89] яке аз аввалин адабиёти ҷаҳоние мебошад, ки ба равандҳои ҳароратии системаҳои наномоеъҳо бахшида шудааст, ақидаҳои классикӣ ва муосири физикаи ҳароратии нанообъектҳо таҳлил карда шудааст, механизмҳои гузаронандагии гармӣ дар наносохторҳои гуногун, усулҳои ҳисобкунии гармигузаронӣ, аз он ҷумла нанонокилҳо, нанокомпозитҳо ва наномоеъҳо дида баромада шудааст.

Таҳлили гармигузаронии радиатсионӣ дар наномоеъҳо оварда шудааст. Диккати махсус ба сарҳадҳои байнифазаӣ ва таъсири наноандозаҳо (эфектҳои классикӣ ва квантӣ, ки ба хосиятҳо ва аномалияҳои гармигузаронӣ оварда мерасонанд), дида баромада шудааст.

Ҳолати муосири чунин соҳаҳои пуршиддат тараққӣ кардаистодаи физикаи ҳароратӣ, монанди нанотермогидродинамика ва нанотермоэлектрикӣ инъикос ёфтааст.

Дар асоси назарияҳои дар адабиёт [23, 59] таҳияшуда, ки равандҳои бетартибӣ ва тасодуфии кластеризатсия ва поляризатсияи нанозарраҳо дар низоми микёсҳо тавсиф меkunанд, амсилаи фракталии гармигузаронии наномоеъҳо таҳия шудааст [44, 71, 87, 89, 132, 133]. Ин амсила ба амсилаҳои бисёркомпонентии Максвелл асос ёфтааст, ки таъсири гармигузаронии кластерҳои тасодуфии нанозарраҳо $\lambda_c(r)$ ва функсияи тақсимои тасодуфии $f(r)$ -ро ба назар мегиранд [44, 71, 87, 89, 132, 133]:

$$\lambda_{eff} = \lambda_m \frac{(1-\varphi) + 3\varphi \int_0^\infty \lambda_c(r) f(r) / [\lambda_c(r) + 2\lambda_m] dr}{(1-\varphi) + 3\varphi \int_0^\infty \lambda_m f(r) / [\lambda_c(r) + 2\lambda_m] dr}. \quad (3.5)$$

3.2.2. Таъсири нанозарраҳои (дуда ва 70% наноайчаҳои карбонӣ) ба рафтори гармигузаронии метилбутилкетон дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун

Дар қори мазкур натиҷаҳои тадқиқи таҷрибавии коэффитсиенти гармигузаронии метилбутилкетони моеъ ҳам дар намуди тоза ҳам бо иловаи як миқдори нанозарраҳо (дуда ва наноайчаҳои карбонӣ) дар ҳудуди ҳароратҳои (аз ҳарорати хона то ҳарорати ҷӯшиши метилбутилкетон) дар фишорҳои (0,101-39,24)МПа оварда шудааст.

Барои чен кардани коэффитсиенти гармигузаронии маҳлулҳои метилбутилкетон бо иловаҳои дуда ва наноайчаҳои карбонӣ аз усули ноқили тафсон истифода шудааст. Ҳатогии умумии нисбии ченкунии коэффитсиенти гармигузаронии наномоеъҳо ҳангоми эҳтимолияти

эътимодноки $\alpha=0,95$ будан ба 2,6 фоиз баробар мебошад. Аз рӯи натиҷаҳои тадқиқоти таҷрибавии коэффитсиенти гармигузаронии наномоеъҳои омӯхташаванда (метилбутилкетон+нанозаррачаҳои карбонӣ) ва қонуни монандии термодинамикӣ вобастагии аппроксиматсионӣ ба даст оварда шудааст, ки ин имкони бидуни гузаронидани таҷриба ҳисоб кардани вобастагии ҳароратии коэффитсиенти гармигузаронии маҳлӯлҳои тадқиқотиро бо хатоии 2,5% медиҳад.

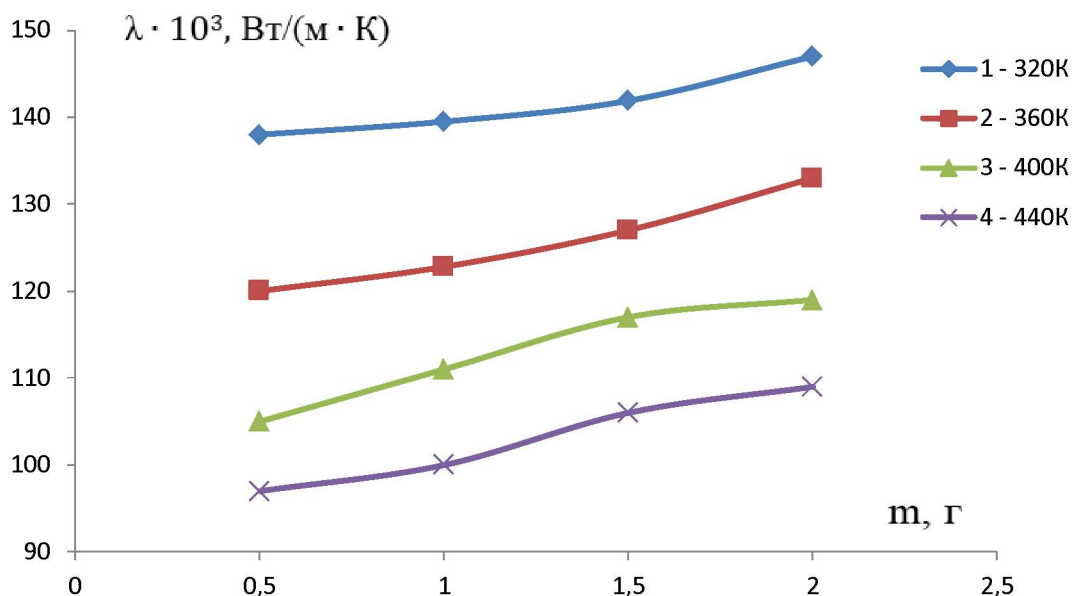
Мақсади тадқиқоти мазкур омӯختани коэффитсиенти гармигузаронии метилбутилкетони моеъ ҳам дар намуди тоза ва ҳам бо иловаи дуда ва нанонайчаҳои карбонӣ (то 2) г дар ҳудуди ҳароратҳои (аз ҳарорати хона то ҳарорати чӯшиш) ва фишорҳои (0,101-39,24) МПа мебошад.

Объекти тадқиқотӣ: метилбутилкетони моеъ, дуда, нанонайчаҳои карбонӣ.

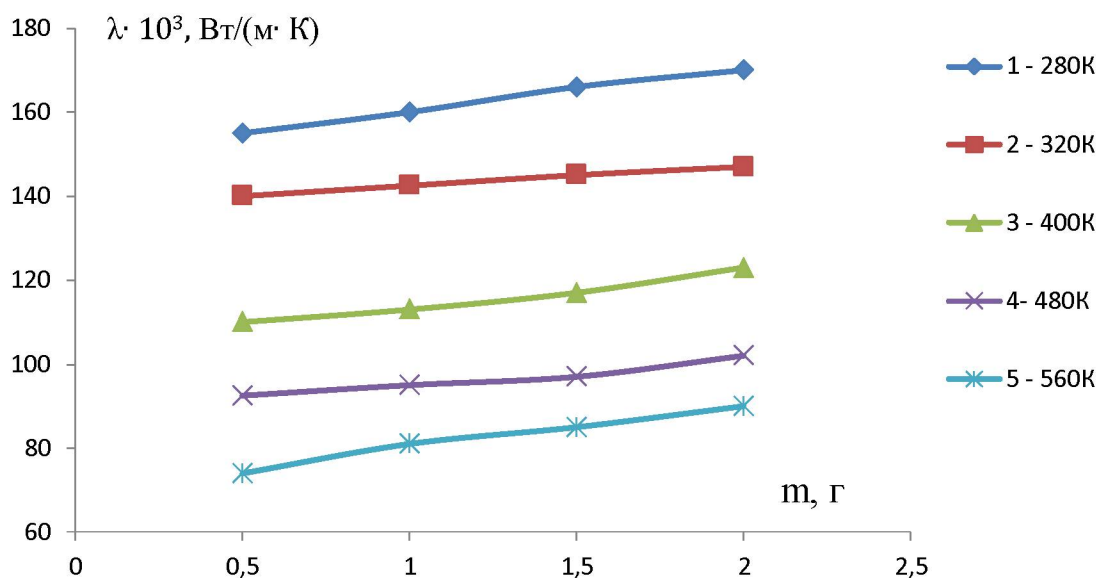
Дастгоҳи таҷрибавӣ: патенти хурди Ҷумҳурии Тоҷикистон № ТҶ 923, 2017 [43, 44, 71].

Принсипи кори дастгоҳ ва усули ченкунӣ дар дастгоҳе, ки дар корҳои [43, 44, 71] оварда шудааст, монанд мебошад. Дастгоҳи таҳияшуда ва усуле, ки дар корҳои [43, 44, 71] тавсифдодашуда, оварда шудаанд.

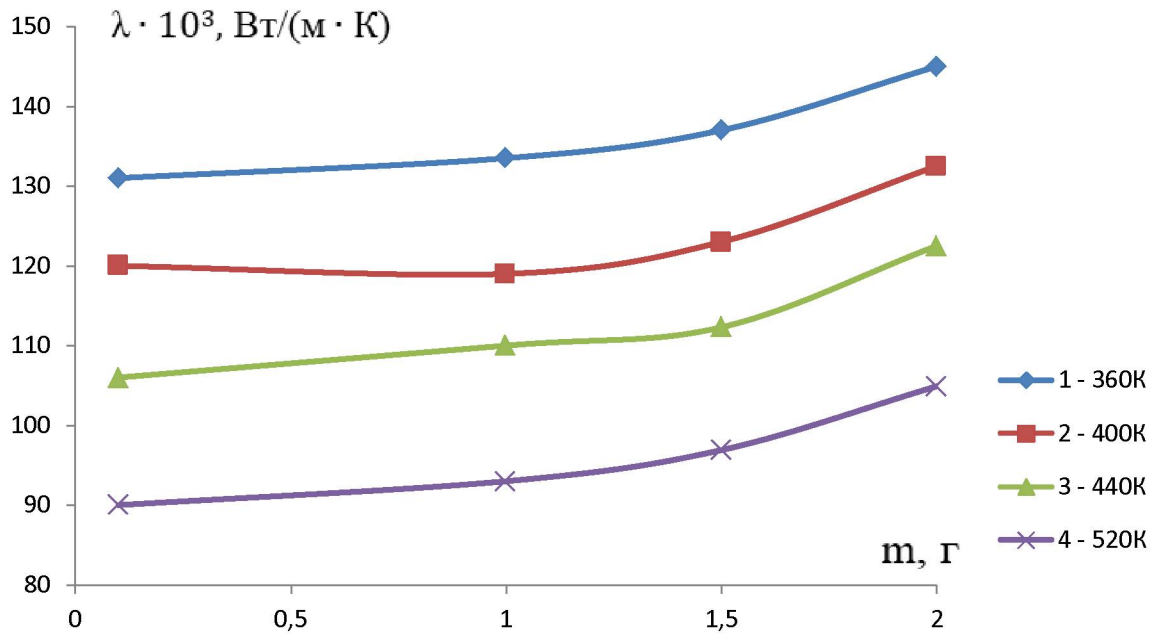
Қисми таҷрибавӣ. Дар айни замон гармигузаронии диметилбутилкетони аз ҷиҳати химиявӣ тоза (моеъ) аз тарафи муаллифони [90–92] дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун тадқиқ карда шудааст. Муаллифон муайян кардаанд, ки гармигузаронии метилбутилкетони моеъ чӣ дар намуди тоза ва чи бо иловаи нанозаррачаҳо бо баланд шудани ҳарорат кам мешаванд ва бо афзоиши фишор зиёдшавии наномоеъҳои тадқиқотӣ гармигузаронӣ мушоҳида карда мешавад. Дар асоси маълумоти таҷрибавӣ ва қонуни мувофиқоварии ҳолат вобастагиҳои аппроксиматсионӣ ба даст оварда шудааст, ки бо ёрии онҳо гармигузаронии наномоеъҳоро дар асоси метилбутилкетон дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун ҳисоб намудан мумкин аст (расмҳои 3.13 - 3.16) [1-М, 2-М, 3-М, 4-М, 5-М, 6-М, 7-М, 8-М].



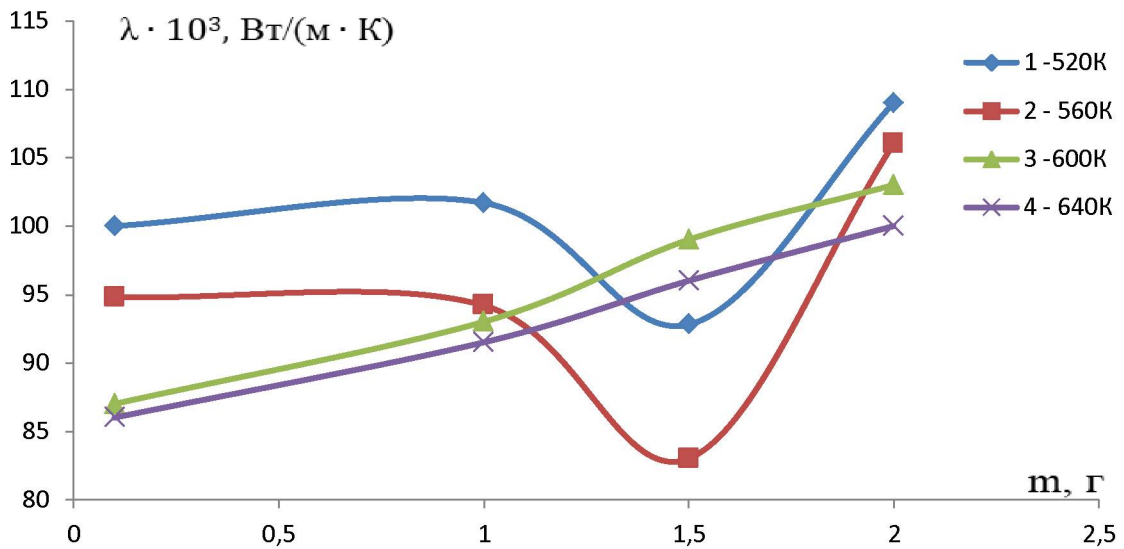
Расми 3.13. Вобастагии коэффитсиенти гармигузаронии метил-бутилкетон аз консентратсияҳои нанозаррачаҳои (дуда ва 70% нанонайчаҳои карбонӣ) дар ҳароратҳои доимӣ ва фишори $P=0,101$ МПа; 1-320K 2-360K; 3-400K 4-440K [1-М, 2-М, 3-М, 4-М, 5-М, 6-М, 7-М, 9-М, 11-М, 12-М, 14-М, 16-М, 17-М, 21-М, 22-М].



Расми 3.14. Вобастагии коэффитсиенти гармигузаронии метил-бутилкетон аз консентратсияи нанозаррачаҳои (дуда ва 70% нанонайчаҳои карбонӣ) дар ҳароратҳои гуногун ва фишори ($P=5$ МПа): 1-290K; 2-320K; 3-400K; 4-480K; 5-560K [2-М, 3-М, 5-М, 6-М, 9-М, 11-М, 13-М, 14-М, 5-М].



Расми 3.15. Вобастагии коэффитсиенти гармигузаронии метил-бутилкетон аз консентратияҳои (дуда ва 70% нанонайчаҳои карбонӣ) дар фишори доимии $P=15$ МПа: ва ҳароратҳои гуногун 1 – 360К; 2-400К; 3-440К; 4-520К [1-М, 2-М, 3-М, 5-М, 7-М, 9-М, 11-М, 13-М, 14-М].



Расми 3.16. Вобастагии коэффитсиенти гармигузаронии метил-бутилкетон аз консентратсияҳои нанозаррачаҳои (дуда ва 70% нанонайчаҳои карбонӣ) дар ҳароратҳои гуногун ва фишори доимии $P=25$ МПа: 1-520К; 2-560К; 3-600К; 4-640К [1-М, 3-М, 4-М, 6-М, 8-М, 9-М, 11-М, 12-М, 13-М, 14-М, 15-М, 16-М, 17-М, 18-М].

3.3. Таъсири (20% масс. нанонайчаҳои карбонӣ) ба тағйирёбии гармиғунҷоиши метилбутилкетони моеъ

Дар рисолаи мазкур натиҷаҳои тадқиқоти таҷрибавии гармиғунҷоиши хоси метилбутилкетони моеъ ҳам дар намуди тоза ва ҳам бо иловаи як микдор нанозаррачаҳо (нанонайчаҳои карбонӣ) дар ҳудуди ҳароратҳои (аз ҳарорати хона то ҳарорати ҷӯшиши метилбутилкетон) ва фишорҳои (0,101-39,24) МПа оварда шудааст. Барои чен кардани гармиғунҷоиши хос маҳлулҳои тадқиқотӣ дар асоси метилбутилкетон ва нанозаррачаҳо (нанонайчаҳои карбонӣ) усули гармкунии мунтазам истифода бурда шудааст. Хатоии умумии нисбии гармиғунҷоиши наномоеъҳо ҳангоми эҳтимолияти эътимодноки $\alpha=0,95$ будан ба 3,6% баробар аст. Аз рӯи натиҷаҳои тадқиқоти таҷрибавии гармиғунҷоиши наномоеъҳои омӯхташаванда (метибутилкетон+нанонайчаҳои карбонӣ) ва қонуни монандии термодинамикӣ вобастагҳои аппроксиматсионӣ ба даст оварда шуд, ки имкони бидуни гузаронидани таҷриба ҳисоб намудани гармиғунҷоиши маҳлулҳои тадқиқотиро дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун бо хатоии 2,5%-ро имконият медиҳад [2-М - 16-М]. Мақсади тадқиқоти мазкур омӯхтани гармиғунҷоиши метилбутил-кетони моеъ ҳам дар намуди тоза ва ҳам бо иловаи 20% нанонайчаҳои карбонӣ дар ҳудуди ҳароратҳои (аз ҳарорати хона то ҳарорати ҷушиши метилбутилкетон) ва фишорҳои (0,101- 39,24)МПа мебошад [2-М, 3-М, 5-М, 6-М, 8-М-16-М].

Объекти тадқиқотӣ: метилбутилкетони моеъ, нанонайчаҳои карбонӣ.

Дастгоҳи таҷрибавӣ. Принцип ва усули кори дастгоҳ ба дастгоҳе, ки дар кори [45] оварда шудааст, монандӣ дорад. Дастгоҳи таҳияшуда ва усуле, ки мо тавсиф кардем дар қорҳои [44, 46] оварда шудааст. Дастгоҳ аз зарфи бо пӯлоди зангнозан сохта шудааст, ки бо объекти тадқиқотӣ – наномоеъ пур карда мешавад. Зарфи фишороваранда бо ёрии найчаҳо ба манометри бордори (МП-2500 ё МП-600) пайваست карда шудааст [44,45]. Бо қад-қадӣ меҳвари зарфи дохилии (8) элементи гармкунандаи (12) насб карда шудааст – ноқили аз никел сохташуда кашида шудааст, ки занҷири электрикиро пайваст мекунад. Ба манбаи доимии қувваи ҷараён (13), резистори доимӣ (14),

амперметр [А] ва вольтметр [V] ба манбаи чараёни доими 13 ва резистор (14) параллел пайваст карда шудаанд [2-М, 4-М, 5-М, 6-М, 7-М, 9-М].

Натиҷаҳои тадқиқи таҷрибавии гармиғунҷоиши хоси маҳлулҳо. Дар айни замон гармиғунҷоиши хоси метилбутилкетони (моеъ) аз ҷиҳати химиявӣ тоза дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун ба таври нокифоя омӯхта шудааст. Муаллифон муайян кардаанд, ки гармиғунҷоиши хоси метилбутилкетони моеъ ҳам дар намуди тоза ва ҳам бо иловаи нанозарраҳо бо баланд шудани ҳарорат зиёд шуда ва бо афзоиши фишор гармиғунҷоиши хоси наномоеъҳои таҷқиқоти зиёдшави мушоҳида карда мешавад. Дар асоси маълумоти таҷрибавӣ ва қонуни мувофиқоварии ҳолат вобастагҳои аппроксиматсионӣ ба даст оварда шудаанд, ки бо ёрии онҳо тавсифоти термодинамикии наномоеъҳои таҷқиқотиро дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун ҳисоб кардан мумкин аст (ҷадвалҳои 3.6-3.9), [44, 45, 89, 90], [5-М, 6-М, 7-М, 9-М, 10-М, 11-М, 13-М, 14-М, 16-М, 18-М].

Ҷадвали 3.6. - Гармиғунҷоиши хоси метилбутилкетони аз ҷиҳати химиявӣ тоза дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун [54].

Т, К	Фишор			
	(C _p , Ҷ/(кг·К)) дар p, МПа			
	0,101	9,81	19,62	39,24
308	2053	2040	2028	1992
331	2135	2119	2090	2045
352	2224	2193	2160	2110
381	2303	2276	2193	2173
403	2374	2322	2229	2218
429	-	2394	2289	2294
459	-	2475	2360	2360
476	-	2546	2430	2417
499	-	2610	2498	2476
525	-	2708	2538	2550
558	-	2803	2720	2624
589	-	2904	2832	2712

Дар кори [45] натиҷаҳои тадқиқи таҷрибавии гармиғунҷоиши хоси метилбутилкетони моеъ таҳлил карда шуда дар асоси он бо истифода аз қонуни монандии термодинамикӣ як қатор вобастагӣҳои аппроксиматсионӣ ба даст оварда шудааст, ки баъзе аз онҳо дар поён оварда мешаванд. Бо ёрии муодилаи (3.7) гармиғунҷоиши хоси диметилбутилкетони моеъро (аз ҷиҳати химиявӣ тоза) дар ҳудуди ҳароратҳои (290-589)К ва фишори (0,1-39,24) МПа бо ҳатоии то 3% ҳисоб намудан мумкин аст. Тавре, ки дар боло қайд гардид, вазифаи асосии ин тадқиқот ба таври таҷрибавӣ омӯختани гармиғунҷоиши хоси маҳлулҳои системаи метилбутил-кетон ва 20% концентратсияи массавии наноайчаҳои карбонӣ дар ҳарорат-ҳои гуногуни (308-589) К ва фишорҳои (0,101-39,24) МПа мебошад. Натиҷаҳои тадқиқоти ҳисобкунӣ – таҷрибавии гармиғунҷоиши хоси маҳлулҳои тадқиқшуда дар ҷадвалҳои 3.7-3.9 оварда шудаанд.

Ҷадвали 3.7. - Гармиғунҷоиши хоси метилбутилкетони аз ҷиҳати химиявӣ тоза бо илова 1 г (20% концентратсияи массавии наноайчаҳои карбонӣ) дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун (натиҷаҳои муаллиф) [2-М, 4-М, 6-М, 9-М, 11-М, 14-М].

Т,К	Фишор			
	(C _p , Ҷ/(кгК)) дар p, МПа			
	0,101	9,81	19,62	39,24
308	2083	2060	2040	2020
331	2165	2138	2118	2098
352	2254	2217	2197	2177
381	2333	2313	2293	2273
403	2404	2394	2374	2354
429	-	2474	2453	2434
459	-	2554	2534	2514
476	-	2634	2614	2594
499	-	2428	2408	2388
525	-	2714	2694	2675
558	-	2794	2774	2753
589	-	2884	2863	2843

Ҷадвали 3.8. - Гармиғунҷоиши хоси метилбутилкетони аз ҷиҳати химиявӣ тоза бо илова 1,5 г (20% консентртсияи массавии нанонайчаҳои карбонӣ) дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун (натиҷаҳои муаллиф) [8-М, 9-М, 11-М, 12-М, 13-М, 16-М, 18-М, 20-М].

Т, К	Фишор			
	(C _p , Ҷ/(кг·К)) дар p, МПа			
	0,101	9,81	19,62	39,24
308	2093	2070	2050	2030
331	2175	2148	2128	3008
352	2264	2227	2207	2187
381	2343	2323	2303	2283
403	2414	2404	2384	2364
429	-	2484	2463	2444
459	-	2564	2544	2524
476	-	2644	2634	2604
499	-	2438	2418	2398
525	-	2724	2704	2685
558	-	2804	2784	2763
589	-	2894	2873	2853

Ҷадвали 3.9. Гармиғунҷоиши хоси метилбутилкетони аз ҷиҳати химиявӣ тоза бо илова 2,0 г. (20% консентратсияи массавии нанонайчаҳои карбонӣ) дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун (натиҷаҳои муаллиф) [8-М, 9-М, 11-М, 12-М, 13-М, 16-М, 18-М, 20-М].

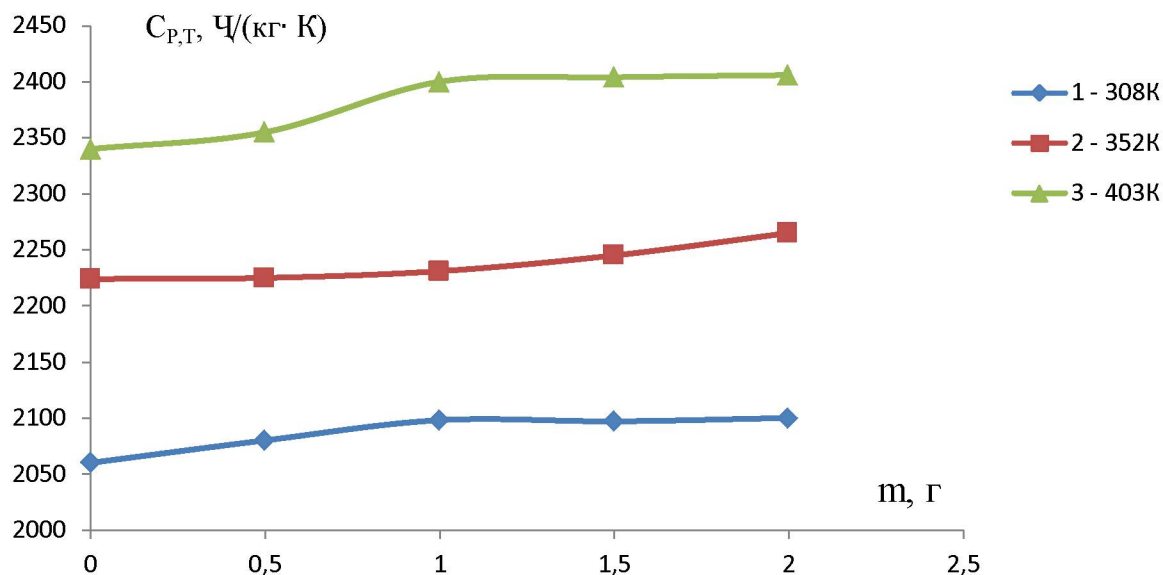
Т, К	Фишор			
	(C _p , Ҷ/(кг·К)) дар p, МПа			
	0,101	9,81	19,62	39,24
308	2103	2080	2060	2040
331	2185	2148	2138	3018

Давоми ҷадвали 3.9

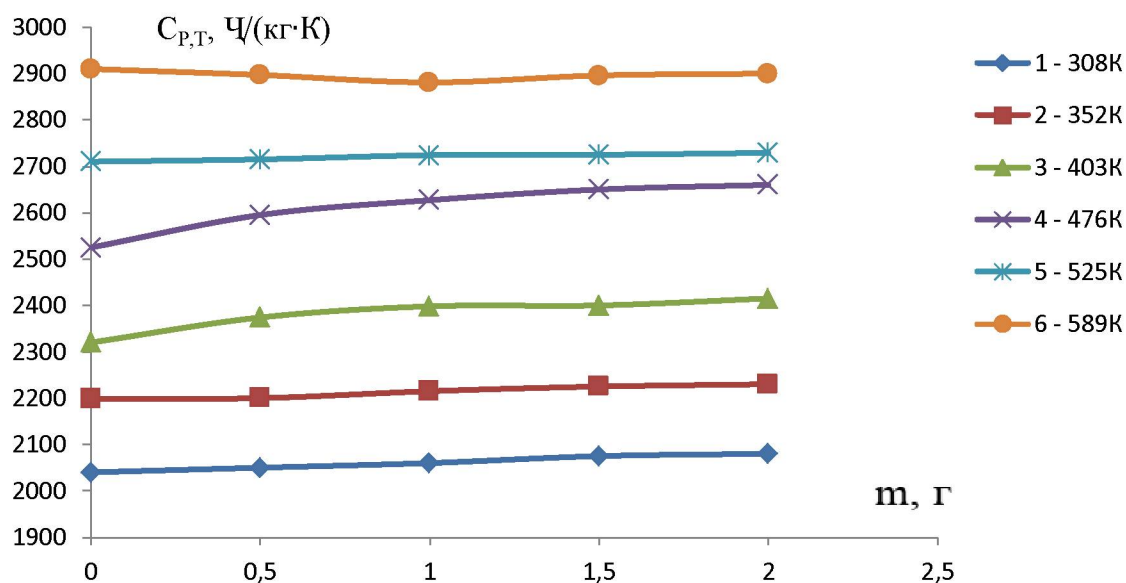
352	2274	2237	2217	2197
381	2353	2333	2313	2293
403	2424	2414	2394	2374
429	-	2494	2473	2454
459	-	2574	2564	2534
476	-	2654	2644	2614
499	-	2448	2428	2408
525	-	2734	2714	2695
558	-	2814	2794	2773
589	-	2904	2883	2863

Чи тавре, ки аз ҷадвалҳои 3.7-3.9 дида мешавад гармиғунҷоиши хоси метилбутилкетон бо иловаи 2 г консентратсияи массавии (20% наноайчаҳои карбонӣ) дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун аз рӯи қонуниятҳои гуногун тағйир меёбад, аз ҷумла бо қонунҳои хати рост, параболӣ ва экспоненсионалӣ. Илова намудани 1 г консентратсияи нанозаррачаҳо (20% наноайчаҳои карбонӣ) зиёдшавии ҳарорат ба он оварда мерасонад, ки гармиғунҷоиши хоси намунаҳо дар фишори атмосферӣ (0,101МПа) ва тағйирёбии ҳарорат (308-403)К ба 16,8% афзуда аз метилбутилкетони тоза бошад ба 20,4% меафзояд. Дар фишори $p=10$ МПа, дар ҳудуди ҳароратҳои додашудаи (308-589)К гармиғунҷоиши хос ба 40,0% афзуда дар фишори $p=39.24$ МПа ин тағйирот ба 40,7% баробар мешавад.

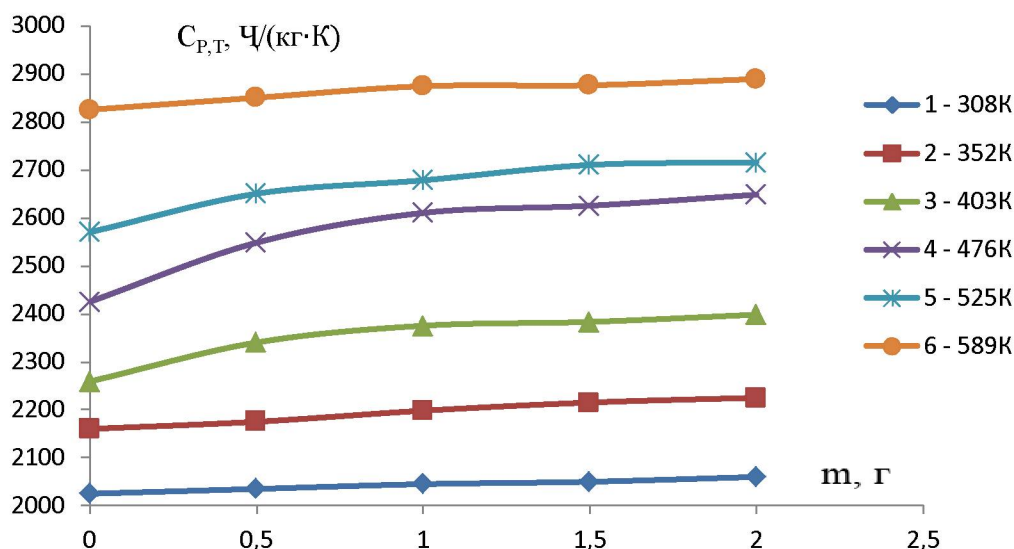
Саҳми нанозаррачаҳои карбонӣ дар диметилбутилкетон аз фазаҳои (моеъгӣ ва газӣ), фишор, ҳарорат ва консентратсияҳои нанопуркунанда ва дигар омилҳо вобаста мебошад



Расми 3.17. Вобастагии гармиғунҷиши хоси метилбутилкетон аз консентратсияи нанозаррачаҳо (20% консентратсияи массавии нанонайчаҳои карбонӣ) дар фишор, ҳарорат ва консентратсияҳои гуногун: $P=0,101\text{МПа}$; $[T_1=308\text{К} (0-5\text{г.})]$; $[T_2=352\text{К} (0-2,0\text{г.})]$; $[T_3=403\text{К} (0-2,0\text{г.}[8\text{-М, } 9\text{-М, } 11\text{-М, } 12\text{-М, } 13\text{-М, } 14\text{-М, } 15\text{-М, } 16\text{-М, } 17\text{-М, } 18\text{-М}])]$.

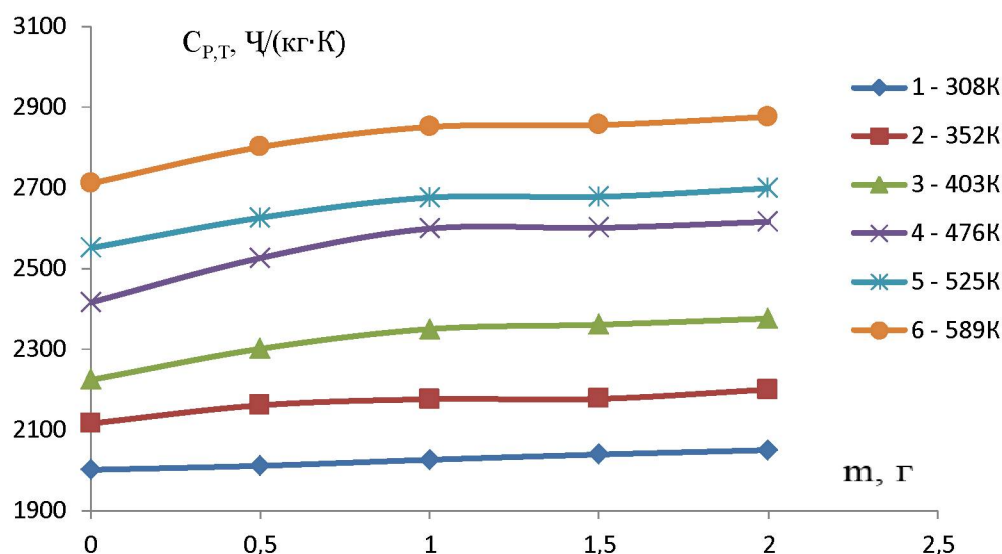


Расми 3.18. Вобастагии гармиғунҷиши хоси метилбутилкетон аз консентратсияҳои нанозаррачаҳо (20% консентратсияи массавии нанонайчаҳои карбонӣ) дар фишори доимӣ, ҳароратҳои гуногун ва консентратсияҳо: $P=9,81\text{МПа}$; $[1- 308\text{К, } (0-2\text{г.})]$; $[2- 352\text{К, } (0-2\text{г.})]$; $[3- 403\text{К, } (0-2\text{г.})]$; $[4- 476\text{К, } (0-2\text{г.})]$; $[5- 525\text{К, } (0-2\text{г.})]$; $[6- 589\text{К, } (0-2\text{г.})]$;



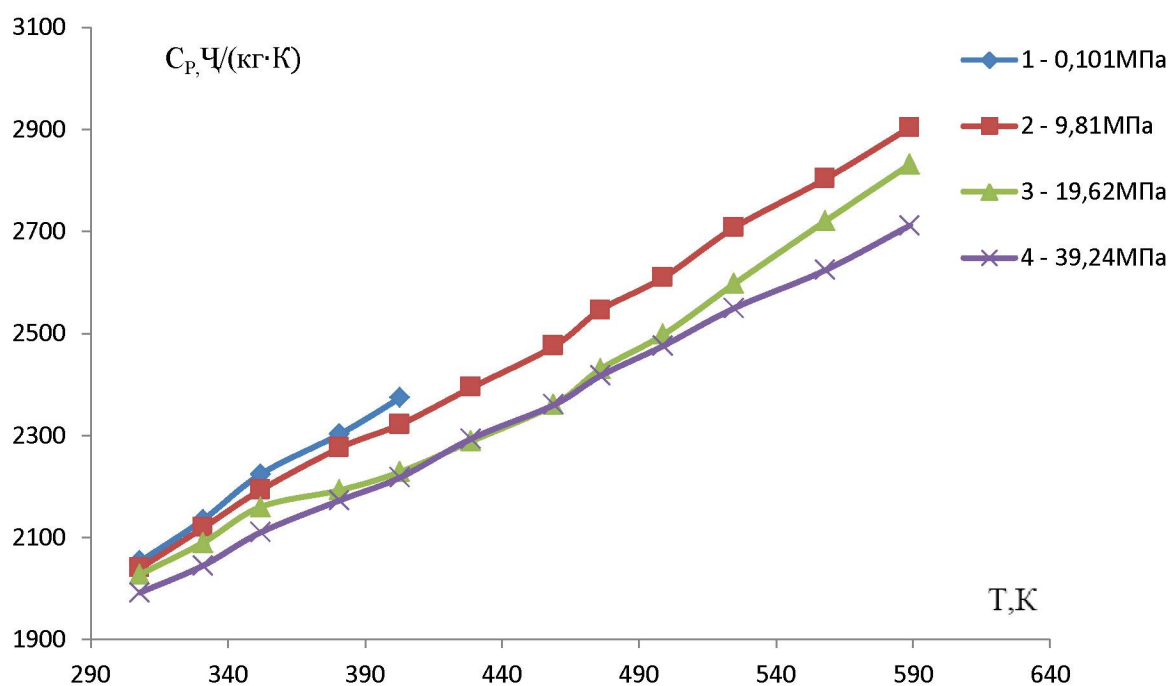
Расми 3.19. - Вобастагии гармиғунҷиши хоси метилбутилкетон аз консентратсияҳои нанозарраҷаҳо (20% консентратсияи массавии нанонайчаҳои карбонӣ) дар фишор, ҳароратҳои доимӣ ва консентратсияҳо:

$P=19,62$ МПа; [1- 308K, (0-2)г]; [2- 352K,(0-2) г]; [3- 403K,(0-2)г]; [4- 476K, (0-2)г]; [5- 525K,(0-2)г]; [6- 589K,(0-2г.); [8-М, 11-М, 12-М, 14-М].

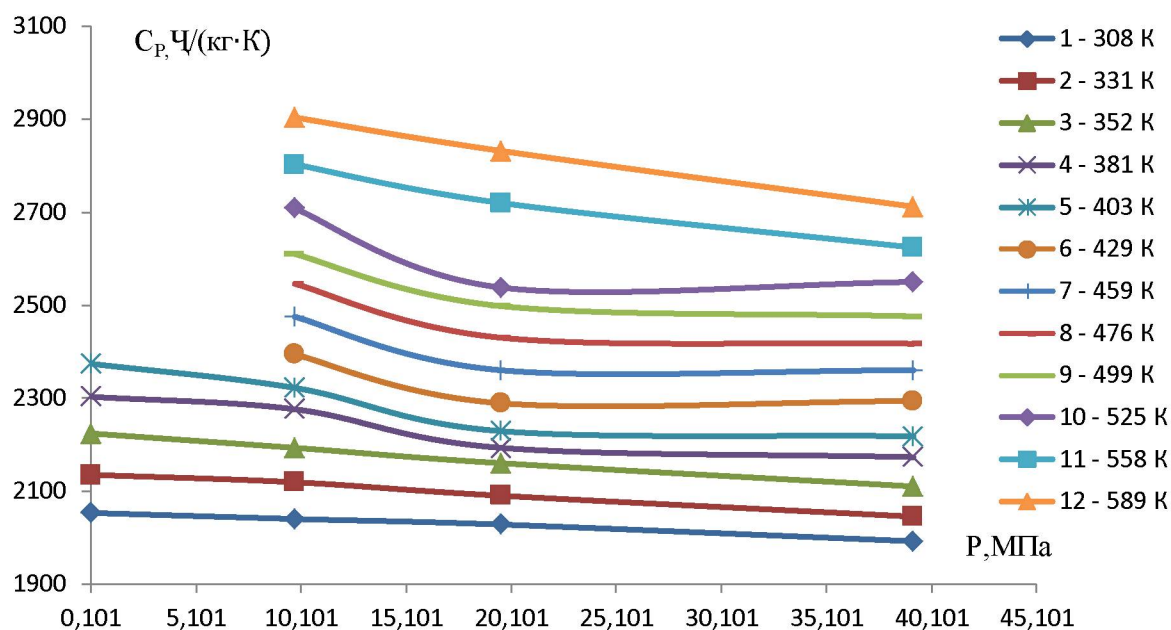


Расми 3.20. Вобастагии гармиғунҷиши хоси метилбутилкетон аз консентратсияи нанозарраҷаҳо (20% консентраисияи массавии нанонайчаҳои карбонӣ) дар ҳарорат ва консентратсияҳои массавии гуногуни нанопуркуанда: $P=39,24$ МПа; [1- 308K, (0-2г.); [2- 352K,(0-2г.); [3- 403K,(0-2г.); [4- 476K,(0-2г.); [5- 525K,(0-2г.); [6- 589K,(0-2г.); [8-М, 11-М, 12-М, 14-М, 16-М, 17-М, 18-М, 20-М].

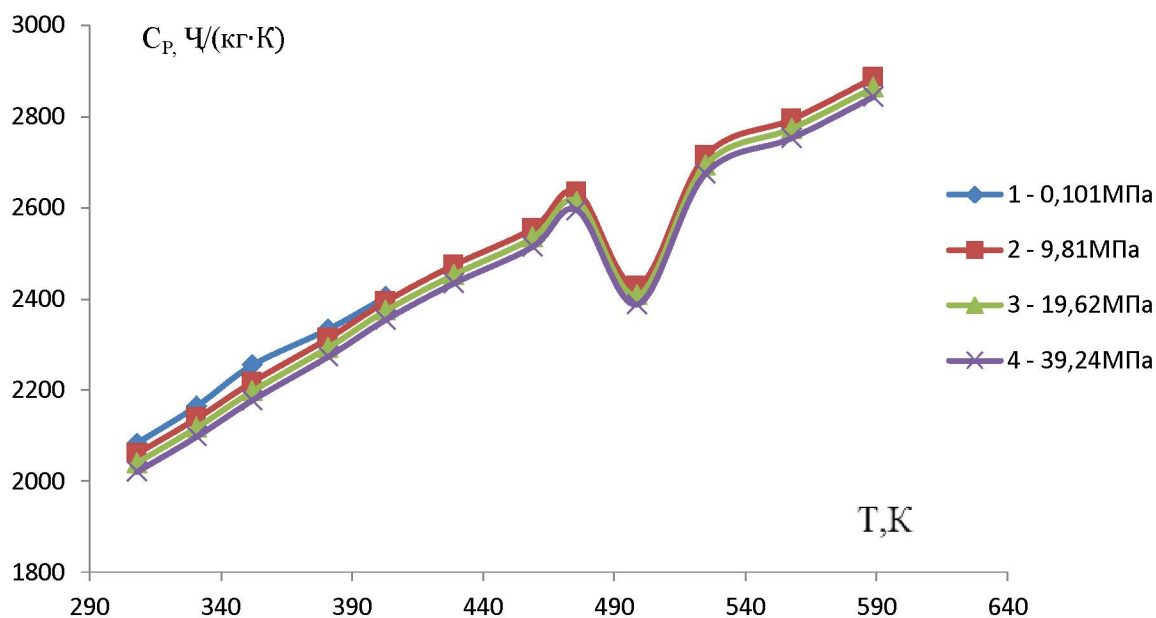
Чи тавре ки аз расмҳои 3.17-3.20 дида мешавад бо зиёдшавии консентратсияи массавии нанонайчаҳои карбонӣ аз 0,5 то 2 г гармиғунҷоиши хоси системаи метилбутилкетон зиёд мешавад. Масалан аз расми 3.17 (фишори 0,101МПа) дидан мумкин аст, ки бо зиёдшавии консентраисияи массавии нанонайчаҳои карбонӣ аз 0,5 г то 2 г то 2,5% ва бо афзоиши ҳарорат гармиғунҷоиши хоси системаи тадқиқшаванда 12% меафзояд. Барои фишори 9,81 МПа гармиғунҷоиши хоси системаи метилбутилкетони моеъ (расми 3.20) вобаста аз ҳарорат 26% ва вобаста аз консентраисияи массавии нанонайчаҳои карбонӣ аз 0,5 г то 2 г то 7 Ҷ меафзояд. Аз ин чунин хулоса баровардан мумкин аст, ки бо зиёд намудани консентратсияи массавии нанонайчаи карбонӣ 0,5 г то 2 г гармиғунҷоиши хос меафзояд.



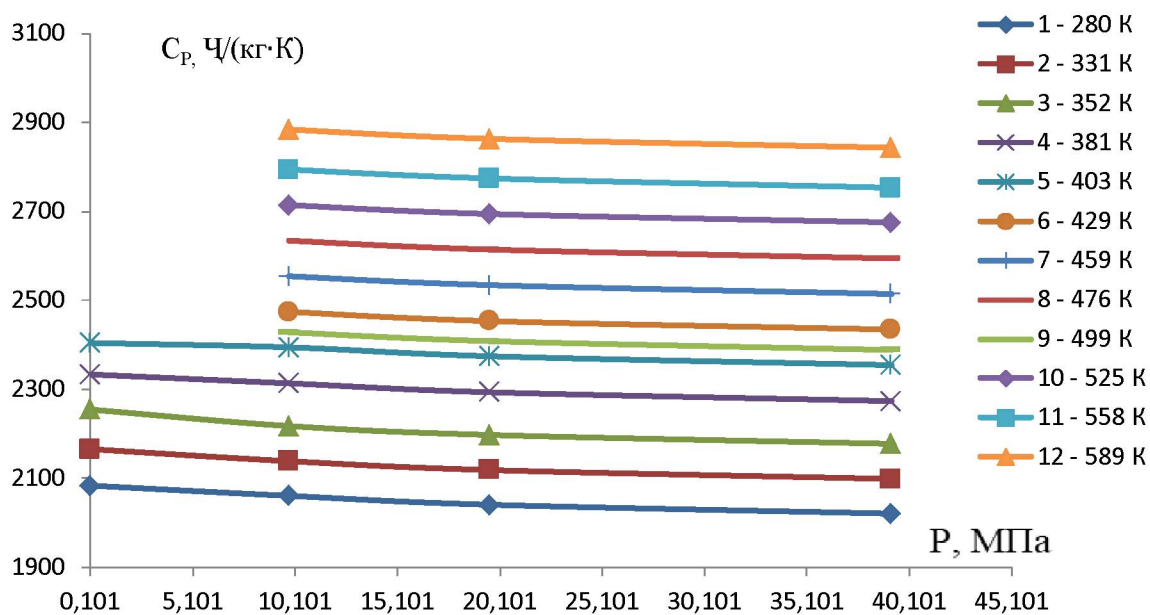
Расми 3.21. Гармиғунҷоиши хоси метилбутилкетони моеъи аз ҷиҳати химиявӣ тоза дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун: 1-0,101 МПа, 2-9,81 МПа, 3-19,64 МПа, 4-39,24 МПа.



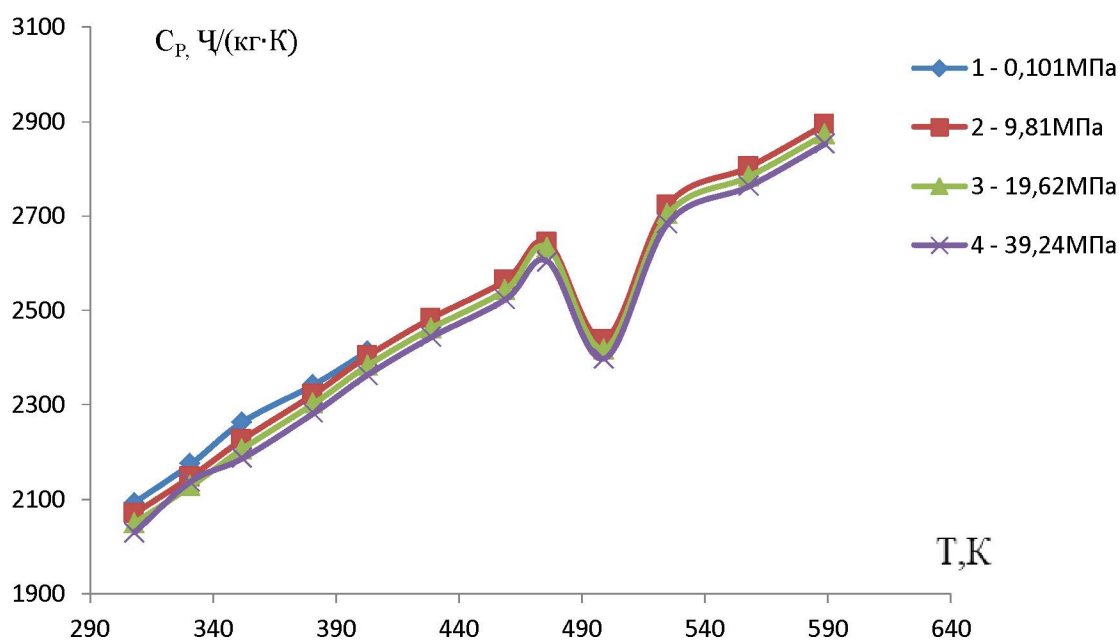
Расми 3.22. Гармиғунҷоиши хоси метилбутилкетони моеъи аз ҷиҳати химиявӣ тоза вобаста бо фишор дар ҳароратҳои доимӣ: 1-308К, 2-331К, 3-352К, 4-381К, 5-403К, 6-429К, 7-459К, 8-476К, 9-499К, 10-525К, 11-558К, 12-589К.



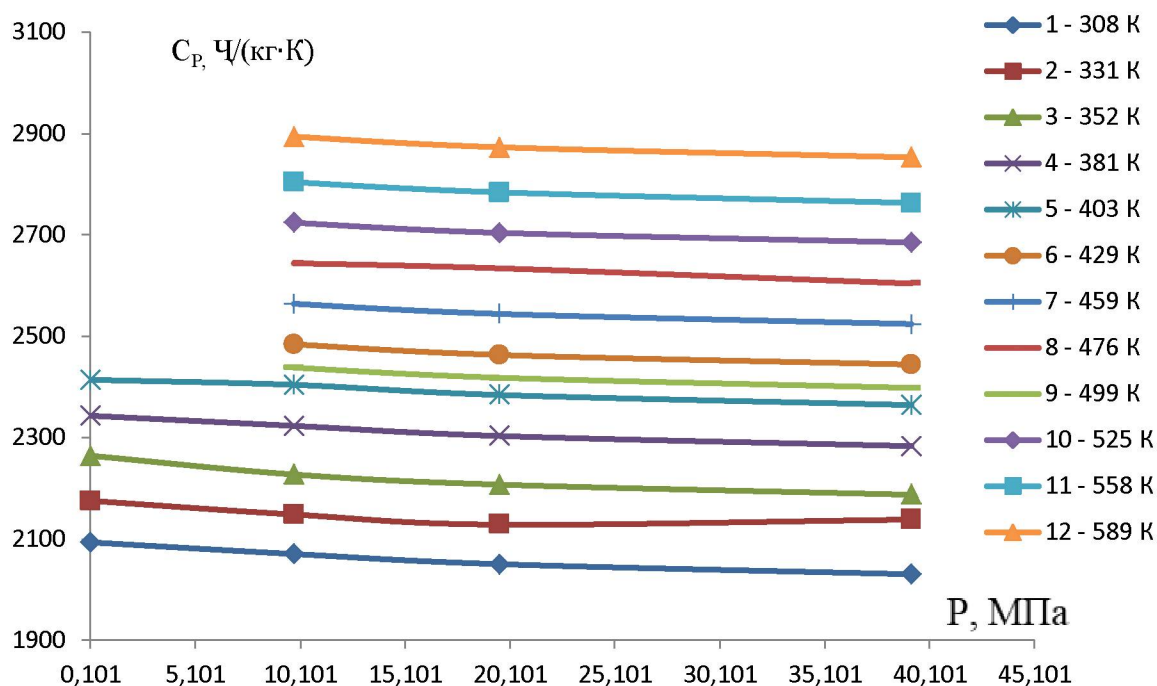
Расми 3.23. Гармиғунҷоиши хоси метилбутилкетони моеъи аз ҷиҳати химиявӣ тоза бо иловаи 1 г (20% консентратсияи массавии наноайнаҳои карбонӣ) вобаста ба ҳарорат ва фишорҳои гуногун: 1-0,101; 2-9,81; 3-19,62; 4-39,24МПа.



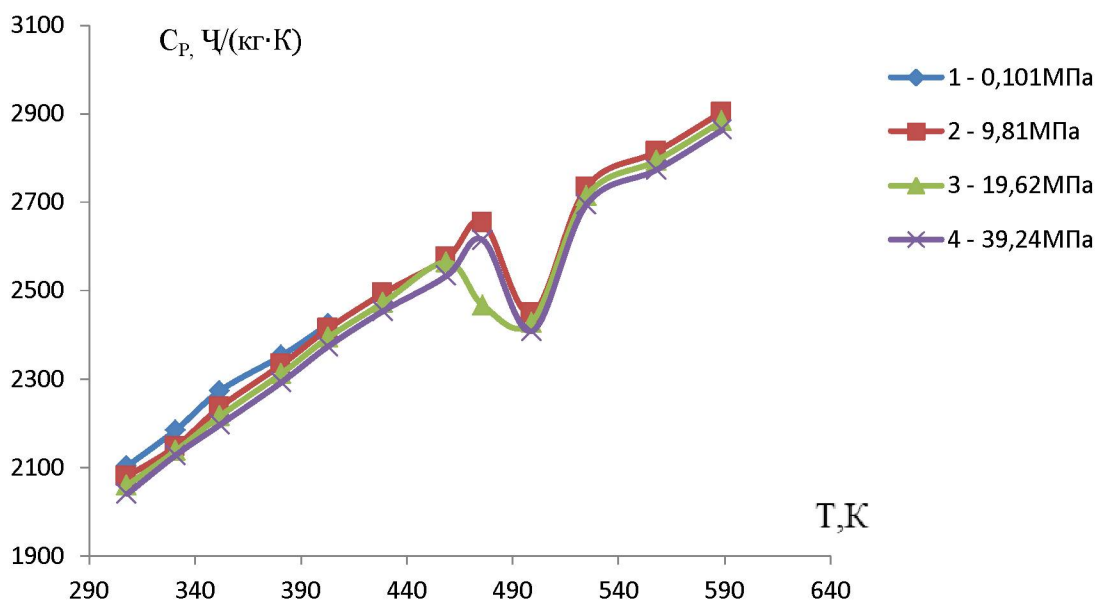
Расми 3.24. Гармиғунҷоиши хоси метилбутилкетони моеъи аз ҷиҳати химиявӣ тоза бо иловаи 1 г (20% консентратсияи массавии нанонайчаҳои карбонӣ) дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун. Ишораҳо ба монанди расми 3.18 нишон дода шудааст.



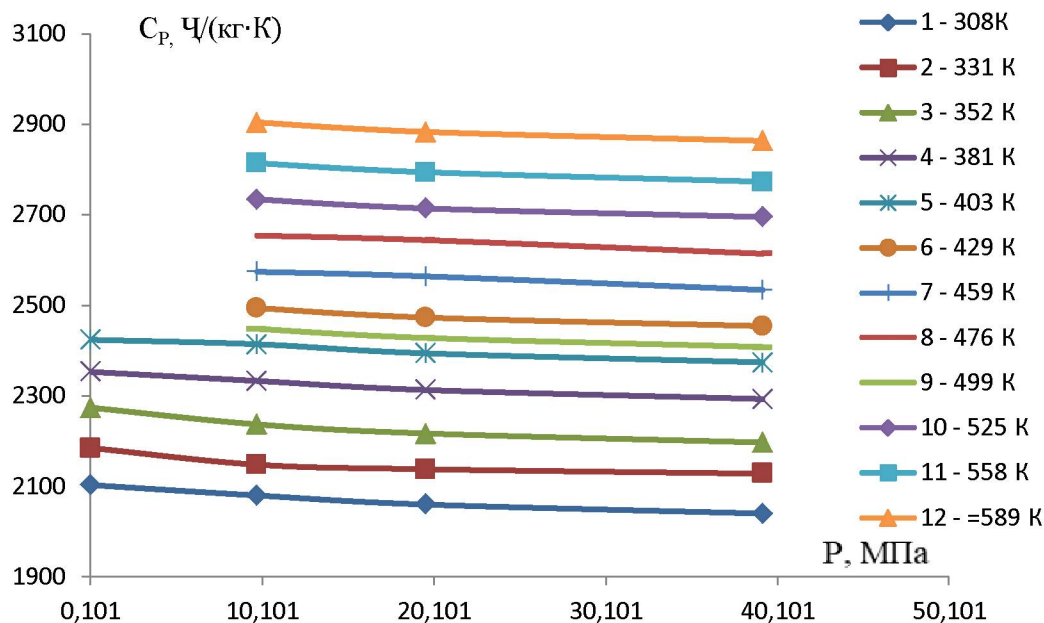
Расми 3.25. Гармиғунҷоиши хоси метилбутилкетони моеъи аз ҷиҳати химиявӣ тоза бо иловаи 1,5 г (20% масс. ННК) дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун: 1-0,101; 2-9,81; 3-19,62; 4-39,24 МПа



Расми 3.26. Гармиғунҷоиши хоси метилбутилкетони моеъи аз ҷиҳа-ти химиявӣ тоза бо иловаи 1,5 г (20 % консентратсияи массавии наноай-чаҳои карбонӣ) вобаста ба ҳарорат ва фишорҳои гуногун. (Ишораҳо ба монанди расми 3.18).



Расми 3.27. Гармиғунҷоиши хоси метилбутиликетони моеъи аз ҷиҳати химиявӣ тоза бо иловаи 2,0 г (20% консентратсияи массавии наноайчаҳои карбонӣ) дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун: 1-0,101; 2-9,81; 3-19,62; 4-39,24 МПа.



Расми 3.28. Гармиғунҷоиши хоси метилбутилкетони моеъи аз ҷиҳати химиявӣ тоза бо иловаи 2,0 г (20% концентратсияи массавии нанонайчаи карбонӣ) дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун. Ба монанди расми 3.18 ишора шудааст. Ҷи тавре, аз расмҳои 3.21 то 3.28 дида мешавад гармиғунҷоиши хоси маҳлулҳои тадқиқшаванда вобаста аз (бо афзоиши ҳарорат) ҳарорат зиёд мешавад ва бо баланд шудани фишори системаи метилбутилкетон кам мешаванд.

Хулосаҳои боби сеюм

1. Муқаррар карда шуд, ки иловаи (20% нанонайчаҳои карбонӣ) дар метилбутилкетони моеъ ба афзоиши гармиғунҷоиши хоси метилбутилкетони моеъ дар тамоми ҳудудҳои ҳароратҳои (293-589) К ва фишорҳои (0,101-39,24) МПа меорад. Таъсири ҳарорат ва фишорро ба тағйирёбии гармиғунҷоиши хоси метилбутилкетони моеъ муайян карда шудааст. Бори аввал дар асоси маълумоти таҷрибавӣ оид ба гармиғунҷоиши хоси маҳлулҳои коллоидии тадқиқшуда вобастагии коррелятсионӣ ҳосил карда шуд.

2. Натиҷаҳои таҷрибавии хосиятҳои гармофизикии (гармигузаронӣ, гармиғунҷоиши хоси) системаҳои «метилбутилкетони моеъи аз ҷиҳати

химиявӣ тоза+нанозаррачаҳои наноайчаҳои карбонӣ» дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун ба даст оварда шудааст.

3. Муайян карда шуд, ки баробари баланд шудани ҳарорат гармигузаронӣ аз ҳисоби зиёд шудани масофаи байни молекулаҳо кам мешавад, ки ин сабаби кам шудани гармигузаронии моеъҳо ва маҳлулҳо мегардад.

4. Муқаррар карда шудааст, ки баланд шудани фишори маҳлулҳои коллоидӣ ва кластерӣ сабаби зиёд шудани гармиғунҷоиши ҳоси онҳо мегардад, ки ин бо кам шудани масофаи байни молекулаҳо ва кам шудани ҳаҷм алоқаманд мебошад.

5. Бо истифодабарӣ аз модели Максвелл гармигузаронии маҳлулҳои системаҳои «метилбутилкетони моеъи аз ҷиҳати химиявӣ тоза+наноайчаҳои карбонӣ» дар параметрҳои гуногуни ҳолат ҳисоб карда шудааст.

6. Таҳлили натиҷаҳои тадқиқотҳои таҷрибавӣ нишон доданд, ки ҳисобкунии гармигузаронии системаи «метилбутилкетони аз ҷиҳати химиявӣ тоза+наноайчаҳои карбонӣ+(0-2)г» ба таври назариявӣ бо амсилаи Максвелл ва усули Дулнев ҳисоб карда шудаанд.

7. Коэффитсиентҳои гармигузаронии системаи «нанозаррачаҳо+метилбутилкетон» ба таври таҷрибавӣ муайян карда шуда, бо истифода аз онҳо механизмҳои тағйирёбии параметрҳои дар боло зикршуда дар фишору ҳароратҳои гуногун ошкор карда шудаанд.

Боби 4. ТАҲЛИЛИ МАЪЛУМОТҲОИ ТАҶРИБАВИИ ХОСИЯТҲОИ ГАРМОФИЗИКИИ (ГАРМИГУЗАРОНӢ ВА ГАРМИҶУНҶОИШИ ХОСИ) МАҲЛУЛҲОИ ТАДҚИҚОТӢ

Дар боби мазкур таҳлили маълумоти таҷрибавӣ оид ба гармигузаронӣ, гармиғунҷоиши хоси маҳлулҳо вобаста аз ҳарорат, фишор ва консентратсияҳои нанопуркунандаҳо оварда шудааст. Вобастагиҳои аппроксиматсионии гармигузаронӣ, гармиғунҷоиши хоси маҳлулҳои тадқиқотӣ бо дарназардошти таъсири нанозаррачаҳо вобаста аз ҳарорат, фишор ва консентратсия ҳосил карда шудааст.

4.1. Таҳлили маълумотҳои таҷрибавӣ оид ба гармигузаронии маҳлулҳои (метилбутилкетон+нанозаррачаҳо) вобаста аз ҳарорат ва фишор

4.1.1. Вобастагиҳои аппроксиматсионӣ барои ҳисоб намудани гармигузаронии системаҳои (метилбутилкетон+нанозаррачаҳои карбонӣ) вобаста аз ҳарорат ва фишор

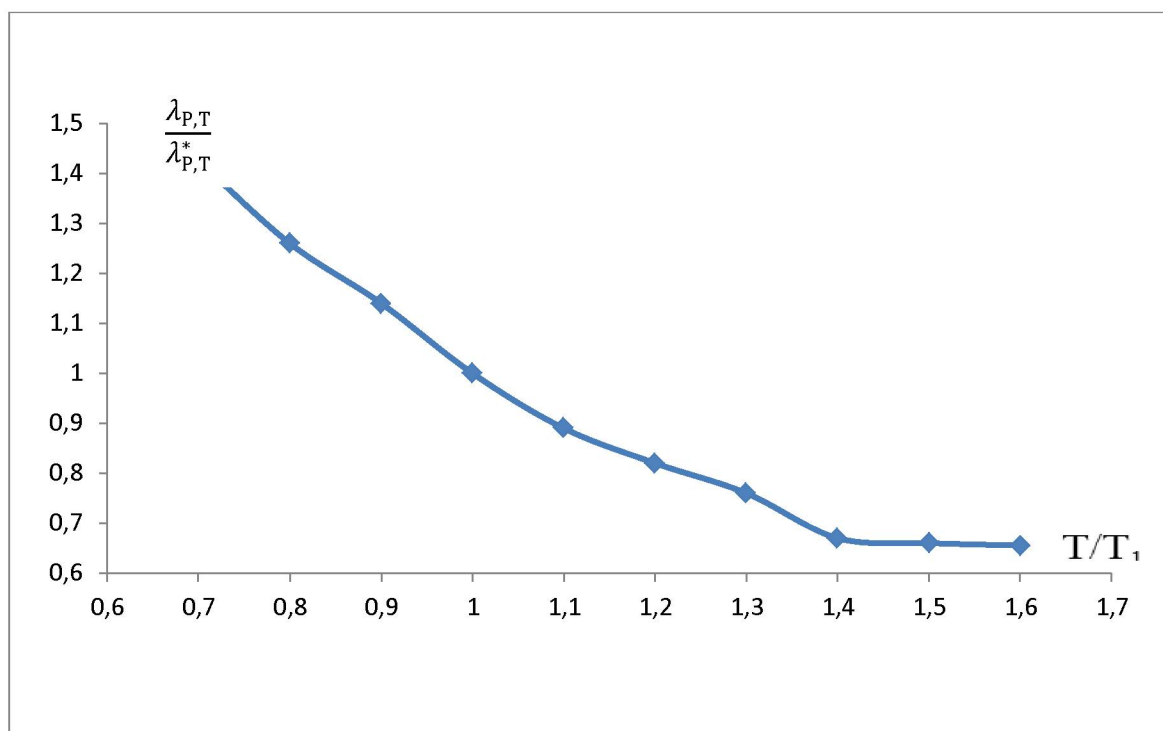
Барои алоқаманд кардани гармигузаронии системаҳои метилбутилкетон ва маҳлулҳои он аз ҳарорат ва фишор аз таносубҳои зерин истифода бурдем [1–М, 5–М, 6–М, 8–М, 12–М, 17–М, 18–М].

$$\frac{\lambda_{P,T}}{\lambda_{P,T}^*} = f\left(\frac{T}{T_1}\right), \quad (4.1)$$

$$\frac{\lambda_{P,T}^*}{\lambda_{P,T}^{**}} = f\left(\frac{P}{P_1}\right) \quad (4.2)$$

ин ҷо λ – мувофиқан гармигузаронии намунаҳои тадқиқотӣ дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун ва $\lambda_{P,T}$ – бузургии гармигузаронӣ дар ҳароратҳои T ва T_1 , $T_1 = 400$ К.

Иҷрошавии вобастагии функционалии (4.1) барои намунаҳои тадқиқотӣ ба таври графикӣ дар расмҳои 4.1 ва 4.2 нишон дода шудаанд:



Расми 4.1. Вобастагии гармигузаронӣ нисбии $\left(\frac{\lambda_{P,T}}{\lambda_{P,T}^*}\right)$ бар хароратҳои нисбӣ $\left(\frac{T}{T_1}\right)$ барои системаҳои маҳлулҳои тадқиқотии «(20% нанонайчаҳои карбонӣ)+(0–2) г+метилбутилкетон».

Чӣ тавре, ки аз расмҳои 4.1 ва 4.2 дида мешавад вобастагии функсионалии (4.1) барои системаҳои тадқиқотӣ хуб иҷро мешавад, яъне маълумоти таҷрибавӣ оид ба гармигузаронӣ дар атрофи хати қач меҳобанд, ки бо муодилаи (4.3) тавсиф дода мешаванд.

Хатҳои қач дар расмҳои 4.1 ва 4.2 барои системаҳои метилбутилкетон ва нанозаррачаҳо бо муодилаҳои зерин ифода карда мешаванд:

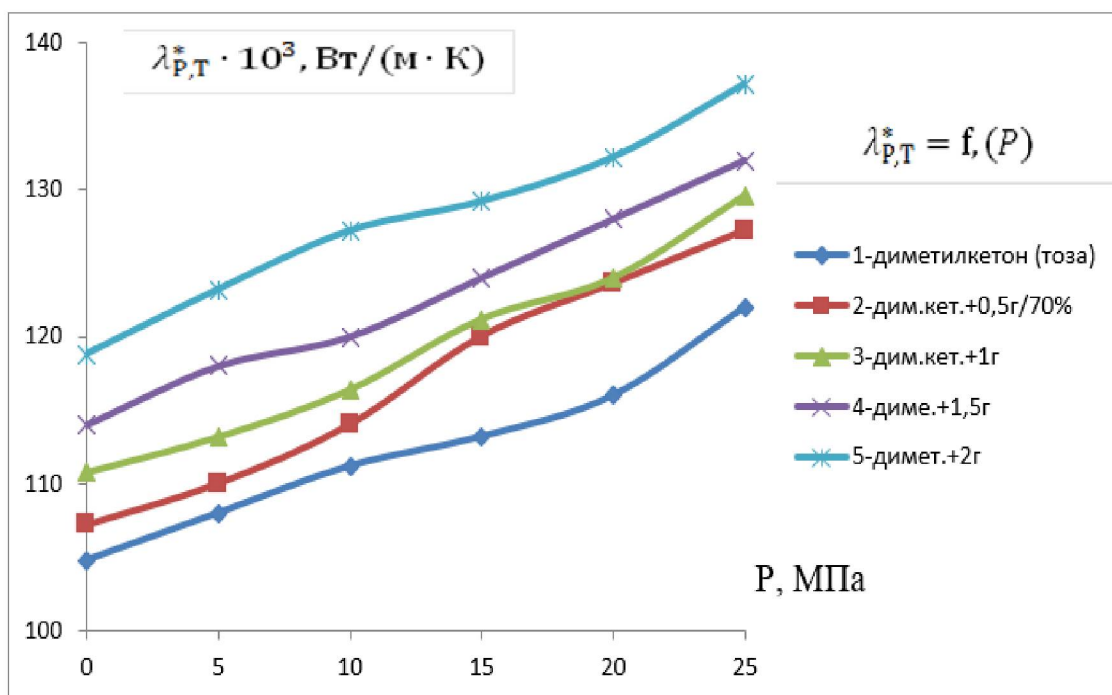
- барои системаи «нанонайчаҳои карбонӣ (0–2) г+метилбутилкетон»

$$\lambda_{P,T} = \left[1.0227 \left(\frac{T}{T_1} \right)^2 - 3.1226 \left(\frac{T}{T_1} \right) + 3.263 \right] \cdot \lambda_{P,T}^*, \quad (4.3)$$

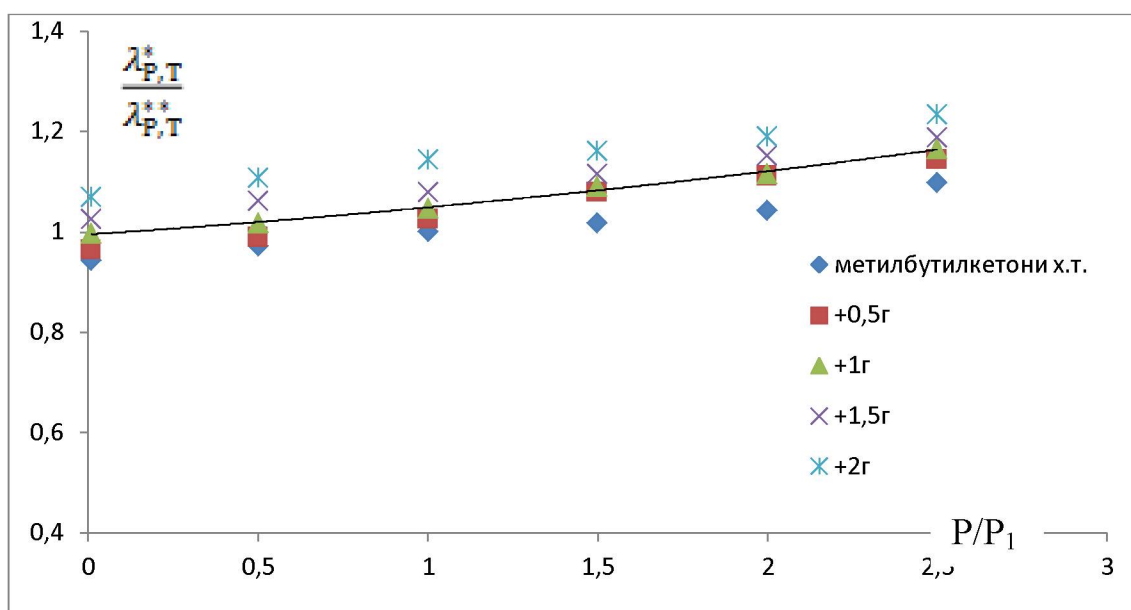
- барои системаи «20% нанонайчаҳои карбонӣ) (0–2) г+метилбутилкетон»

$$\lambda_{P,T} = \left[1.1223 \left(\frac{T}{T_1} \right)^2 - 3.1888 \left(\frac{T}{T_1} \right) + 3.0597 \right] \cdot \lambda_{P,T}^*, \quad (4.4)$$

Таҳлили бузургии $\lambda_{P,T}^*$ барои системаҳои тадқиқотӣ нишон дод, ки ин параметрҳо функсияи фишор мебошанд (расми 4.3).



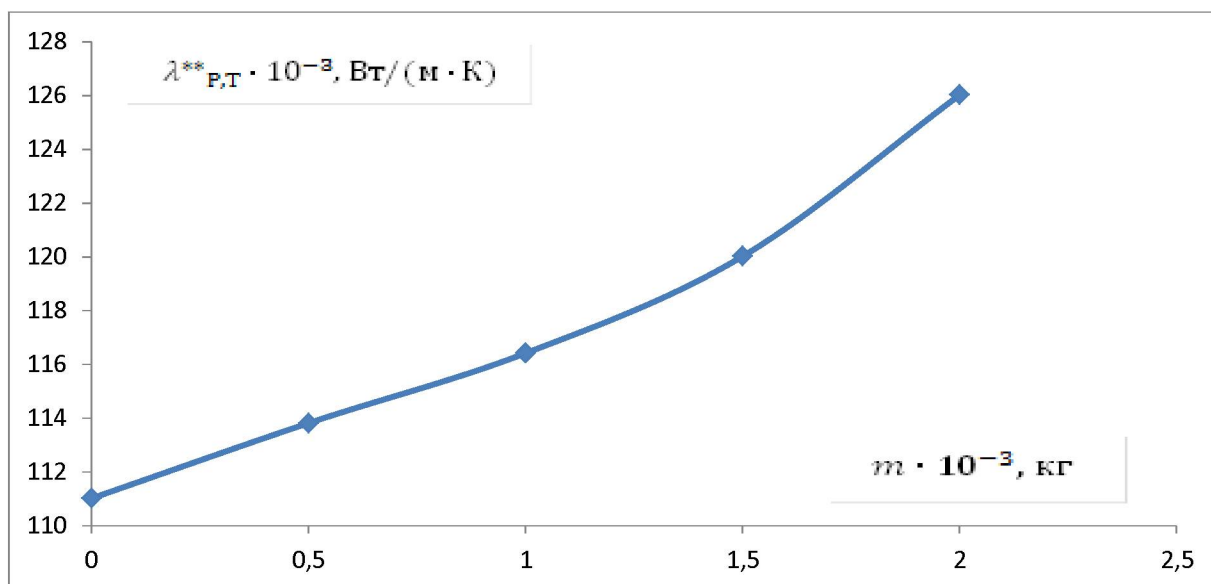
Расми 4.2. Вобастагии $\lambda_{P,T}^*$ системаҳои «метилбутилкетони аз ҷиҳати химиявӣ тоза», «метилбутилкетони аз ҷиҳати химиявӣ тоза+(то 2 г) дуда, 70% нанонайчаҳои карбонӣ» аз фишор дар ҳарорати $T_1 = 400 \text{ K}$: 1-метилбутилкетон; 2- метилбутилкетони аз.ҷ.х.тоза+0,5 г дуда, НК; 3- метилбутилкетони аз ҷ.х.тоза+1,0 г дуда, нанонайчаҳои карбонӣ; 4- метилбутилкетони аз ҷ.х. тоза+1,5 г дуда, нанонайчаҳои карбонӣ; 5- метилбутилкетони аз.ҷ.х.тоза+2,0 г дуда, нанонайчаҳои карбонӣ аз фишор ($P, \text{МПа}$)



Расми 4.3. Вобастагии $\frac{\lambda_{P,T}^*}{\lambda_{P,T}^{**}} = f\left(\frac{P}{P_1}\right)$ системаҳои «метилбутилкетони моеъи аз ҷиҳати химиявӣ тоза», «метилбутилкетони аз ҷ.х.тоза + (то 2 г) 20% нанонайчаҳои карбонӣ» аз фишор дар ҳарорати $T_1 = 400\text{K}$, $P_1 = 10,0\text{МПа}$.

Иҷрошавии $\frac{\lambda_{P,T}^*}{\lambda_{P,T}^{**}} = f\left(\frac{P}{P_1}\right)$ ифодаи (4.2) дар расмҳои 4.4 нишон дода

шудааст.



Расми 4.4. Вобастагии $\lambda_{P,T}^{**}$ системаҳои «метилбутилкетони моеъи аз ҷиҳати химиявӣ тоза», «метилбутилкетони аз ҷ.х.тоза+(то 2,5) г нанонайчаҳои карбонӣ» дар фишори $P_1 = 10\text{ МПа}$ ҳарорати ва $T_1 = 400\text{ К}$:

1 -метилбутилкетони моеъи аз ҷиҳати химиявӣ тоза; 2-метилбутилкетони моеъи аз ҷ.х.тоза+0,5 г дуда, нанонайчаҳои карбонӣ; 3-метилбутилкетони моеъи аз ҷ.х.тоза+1,0 г дуда, нанонайчаҳои карбонӣ; 4-метилбутилкетони моеъи аз ҷ.х.тоза+1,5 г дуда, нанонайчаҳои карбонӣ; 5-метилбутилкетони моеъи аз ҷ.х.тоза+2,0 г дуда, нанонайчаҳои карбонӣ; 6-метилбутилкетони моеъи аз ҷ.х.тоза+2,5 г дуда, нанонайчаҳои карбонӣ аз массаи пуркунанда (м). [1–М, 5–М, 6–М, 8–М, 9–М, 12–М, 18–М].

Натиҷаҳои таҳлили бузургии $\lambda_{P,T}^{**}$ нишон дод, ки функсияи консентратсияҳои дуда ва нанонайчаҳои карбонӣ мебошад (ниг. расми. 4.7) [1–М, 5–М, 6–М, 8–М, 9–М, 12–М, 18–М].

$$\lambda_{P,T}^{**} = [2228,6(m_{HK})^2 + 2,2829(m_{HK}) + 01113] \cdot \frac{Вт}{(м \cdot К)}. \quad (4.5)$$

Аз муодилаҳои (4.4) ва (4.5) ҳосил менамоям:

$$\lambda_{P,T}^* = [-0,0575 \left(\frac{P}{P_1}\right) + 0,94625] \cdot [2228,6(m_{HK})^2 + 2,2829(m_{HK}) + 0,1113] \cdot \frac{Вт}{(м \cdot К)}. \quad (4.6)$$

Аз муодилаҳои (4.3) ва (4.4) бо дарназардошти (4.6) барои ҳисоб намудани гармигузаронии маҳлулҳои тадқиқотӣ вобаста аз ҳарорат, фишор ва консентратсияҳои нанонайчаҳои карбонӣ ҳосил менамоям [2–М, 4–М, 8–М, 11–М, 13–М, 15–М, 17–М].

$$\lambda_{P,T} = \left[1,0227 \left(\frac{T}{T_1} \right)^2 - 3,1474 \left(\frac{T}{T_1} \right) + 3,1226 \right] \cdot \left[0,0575 \left(\frac{P}{P_1} \right) + 0,94625 \right] \cdot [2228,6(m_{HAK})^2 + 2,2829(m_{HAK}) + 0,1113] \cdot \frac{Вт}{м \cdot К}. \quad (4.7)$$

Барои маводи тадқиқотӣ (20% нанонайчаи карбонӣ) ва метилбутилкетон:

$$\lambda_{P,T} = \left[1,1223 \left(\frac{T}{T_1} \right)^2 - 3,1888 \left(\frac{T}{T_1} \right) + 3,0597 \right] \cdot \left[0,0565 \left(\frac{P}{P_1} \right) + 0,8026 \right] \cdot (0,0017m^2 + 0,0039m + 0,118) \cdot \frac{Вт}{(м \cdot К)} \quad (4.8)$$

Бо ёрии муодилаи (4.7) ва (4.8) гармигузаронии маҳлулҳои тадқиқотиро ба гузаронидани таҷриба вобаста аз ҳарорат ва фишор ҳисоб намудан мумкин аст, ки барои ин фақат донишҷӯи бузургии консентратсияи нанонайчаҳои

карбонӣ ҳарорат ва фишор зарур мебошанд [119-127], [1-М, 5-М, 6-М, 9-М, 17-М].

Санчиши муодилаи (4.7) ва (4.8) нишон дод, ки бо ҳатоии (2–4) % гармигузаронии маҳлулҳои тадқиқотиро дар ҳудуди ҳароратҳои (293 – 653)К ва фишорҳои (0,101-39,24)МПа ҳисоб кардан мумкин аст.

4.2. Коркарди натиҷаҳои тадқиқи таҷрибавии гармиғунҷоиши ҳоси маҳлулҳо

Дар асоси маълумоти таҷрибавӣ ва назариявӣ оид ба гармиғунҷоиши ҳоси моеъҳо, маҳлулҳо, электролитҳо ва наномоеъҳо вобаста аз ҳарорат ва фишор бисёр муаллифҳо чӣ дар хориҷа ва чӣ дар мамлақати мо ҳангоми коркарди маълумот муодилаи ҳолатеро ба даст меоранд, ки бо он тавсифҳои калорикӣ ва термодинамикӣ моддаҳои тадқиқшаванда, ҳисоб карда мешавад. [34,44-50,52,56,61,62,66,70,74,87,88], [1-М, 3-М, 6-М, 8-М, 10-М, 11-М].

4.2.1. Муодилаи ҳолати системаҳои (метилбутилкетон + нанонайчаҳои карбонӣ) бо истифодаи маълумотҳо оид ба гармиғунҷоиши ҳоси маҳлулҳои тадқиқотӣ

Барои ба даст овардани муодилаи ҳолати (МХ) Мамедов-Ахундов мо маълумоти таҷрибавии гармиғунҷоиши ҳоси изобарии дар ҷадвалҳои 3.6-3.9 ва расмҳои 3.13-3.16 банди 3.3-и рисолаи мазкурро оварда шудаанд, истифода бурдем.

Барои алоқаманд намудани вобастагии гармиғунҷоиши ҳоси системаҳои метилбутилкетон ва маҳлулҳои он аз ҳарорат ва фишор мутаносибии зеринро тадбиқ намудем [132–97], [1-М, 3-М, 6-М]:

$$\frac{C_{P,T}}{C_{P,T}^*} = f\left(\frac{T}{T_1}\right), \quad (4.9)$$

ин ҷо $C_{p,T}$ – мувофиқан гармиғунҷоиши хоси системаҳои метилбутилкетон ва нанозарраҷаҳо дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун ва $C_{p,T}^*$ – бузургии гармиғунҷоиши хос дар ҳароратҳои T ва T_1 , $T_1 = 400\text{K}$.

Натиҷаҳои коркарди гармиғунҷоиши хоси маҳлулҳои тадқиқотӣ дар намуди графикӣ дар расмҳои 4.5-4.6 оварда шудаанд.

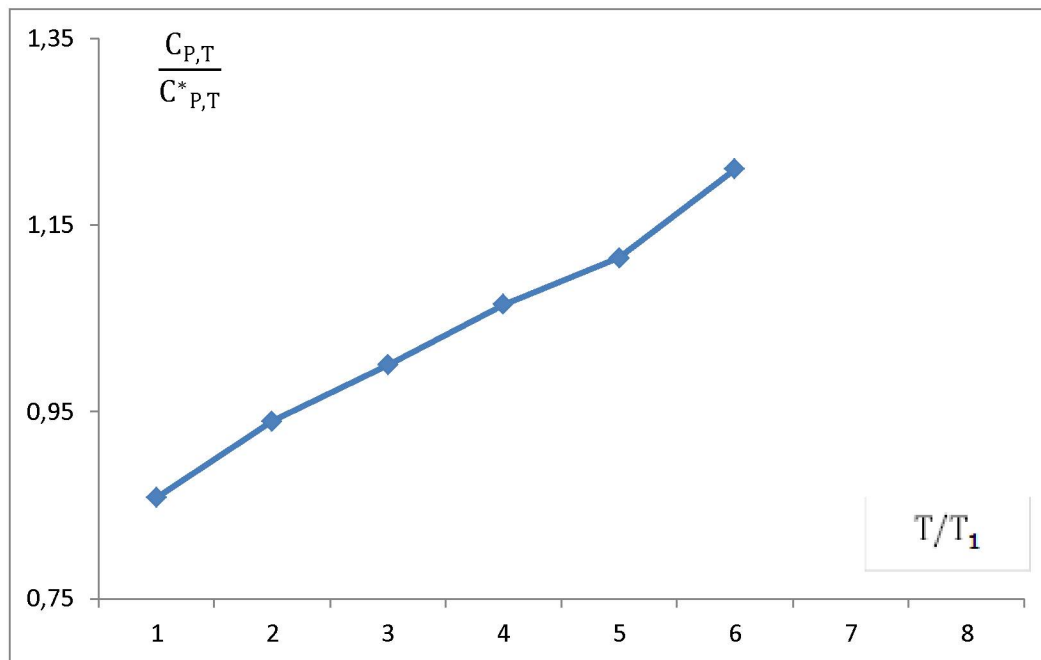
Чӣ тавре, ки аз расмҳои 4.6 ва 4.7 дида мешавад ифодаи (4.8) барои системаҳои тадқиқотӣ хуб иҷро мешавад, яъне маълумоти таҷрибавӣ оид ба гармиғунҷоиши хос дар атрофи як хати рост хуб меҳобанд, ки бо муодилаҳои зерин ифода карда мешаванд:

- барои системаҳои «нанонайчаҳои карбонӣ+(0–2) г+метилбутилкетон»;

$$C_{p,T} = \left[0,517 \left(\frac{T}{T_1} \right) + 0,4967 \right] \cdot C_{p,T}^*, \text{ Ҷ/(кг} \cdot \text{K)} \quad (4.10)$$

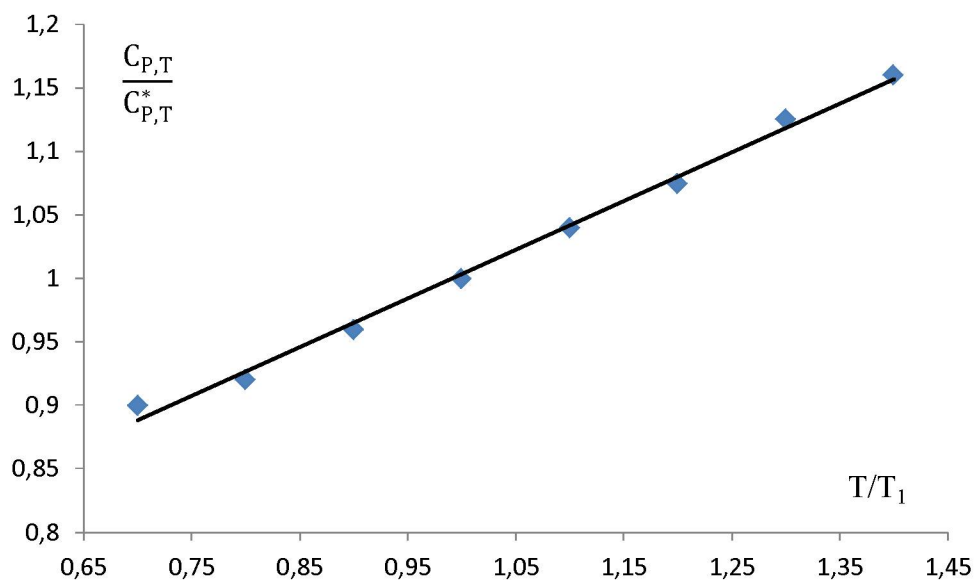
- барои системаҳои «20%НК) (0–2) г+метилбутилкетона»;

$$C_{p,T} = \left[0,3845 \left(\frac{T}{T_1} \right) + 0,6187 \right] \cdot C_{p,T}^*, \text{ Ҷ/(кг} \cdot \text{K)} \quad (4.11)$$



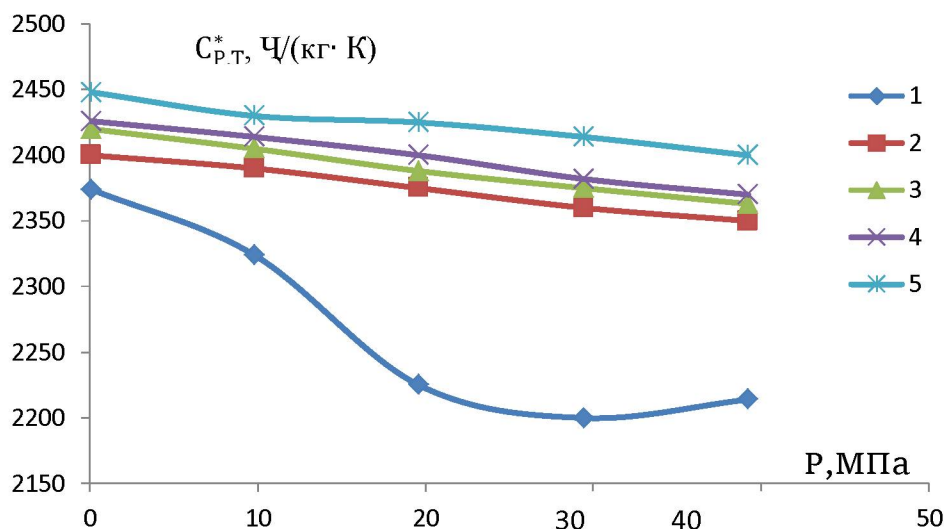
Расми 4.5. Вобастагии нисбии гармиғунҷоиши хоси $\left(\frac{C_{p,T}}{C_{p,T}^*} \right)$ аз ҳароратҳои нисбии $\left(\frac{T}{T_1} \right)$ барои маҳлулҳои тадқиқотии системаҳои (метилбутилкетон + нанонайчаҳои карбонӣ (0-2)г: 1- метилбутилкетони моеъи аз қ.х.тоза; 2- метилбутилкетони моеъи аз қ.х.тоза+0,5 г дуда, нанонайчаҳои карбонӣ;

3-метилбутилкетони моеъи аз ч.х.тоза+1,0 г дуда, нанонайчаҳои карбонӣ; 4-метилбутилкетони моеъи аз ч.х.тоза+1,5 г дуда, НК; 5-метилбутилкетони моеъи аз ч.х.тоза+2,0 г дуда, нанонайчаҳои карбонӣ; 6-метилбутилкетони моеъи аз ч.х.тоза+2,5 г дуда, нанонайчаҳои карбонӣ.



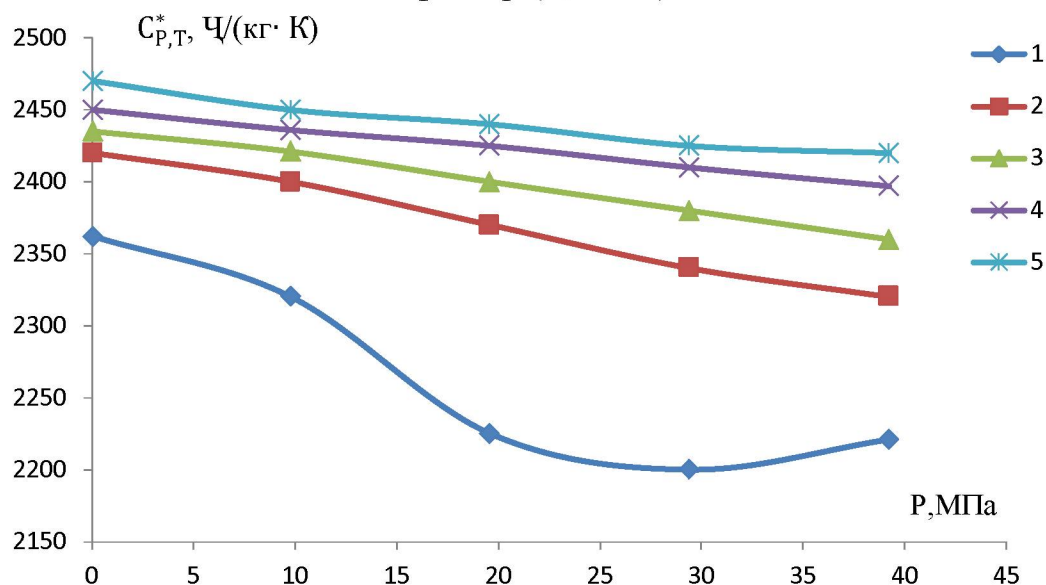
Расми 4.6. Вобастагии нисбии гармиғунҷоиши хоси нисбии $\left(\frac{C_{P,T}}{C_{P,T}^*}\right)$ аз ҳароратҳои нисбии (T/T_1) барои маҳлулҳои тадқиқотии системаҳои «(20% нанонайчаҳои карбонӣ)+(0–2) г + метилбутилкетон».

Таҳлили бузургии $C_{p,T}^*$ барои системаҳои тадқиқотӣ нишон дод, ки ин параметрҳо функсияи фишор мебошанд (расмҳои 4.7 ва 4.8):



Расми 4.7 – Вобастагии $C_{p,T}^*$ системаи «метилбутилкетони моеъи аз ҷиҳати химиявӣ тоза», «метилбутилкетони моеъи аз ч.х.тоза+(то 2) г дуда НК» аз фишор дар ҳарорати $T_1 = 400$ К: 1- метилбутил-кетони моеъи аз ч.х. тоза;

2-метилбутилкетони моеъи аз ч.х.тоза+0,5 г дуда, ННК; 3-метилбутилкетони моеъи аз ч.х.тоза 1,0 г дуда, ННК; 4-метилбутилкетони моеъи аз ч.х. тоза +1,5 г дуда, ННК; 5-метилбутилкетони моеъи аз ч.х.тоза +2,0 г дуда, ННК аз фишор (P , МПа)

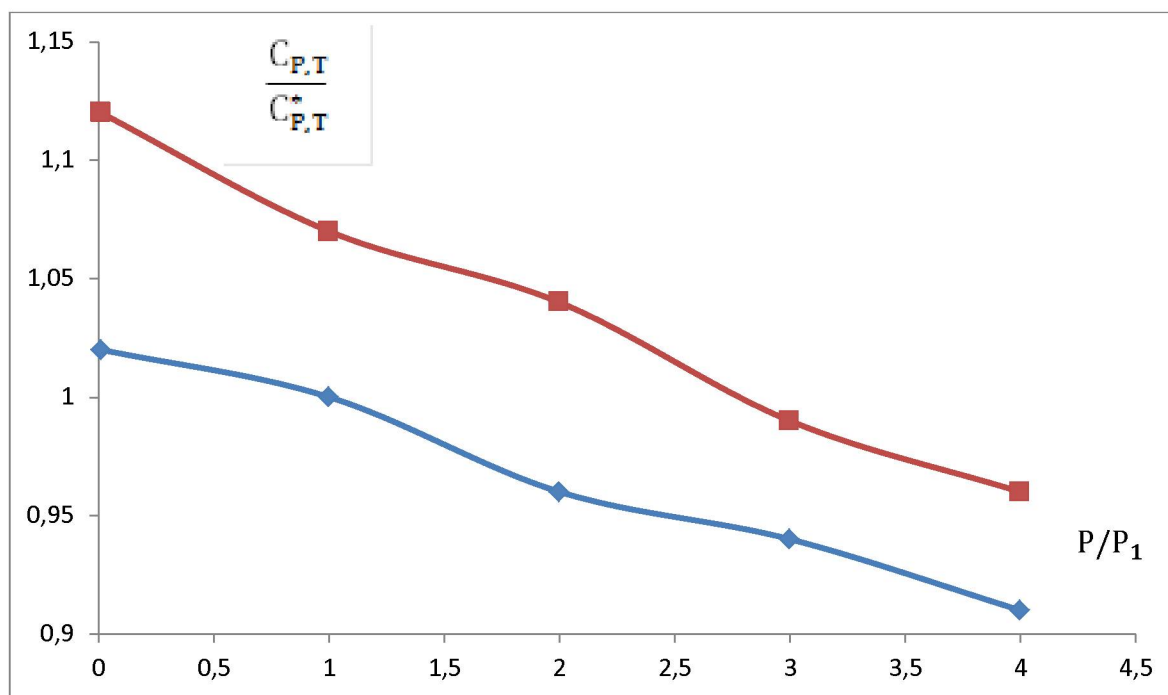


Расми 4.8 – Вобастагии $C_{p,T}^*$ системаҳои «метилбутилкетони моеъи аз чиҳати химиявӣ тоза», «метилбутилкетони моеъи аз.ч.х.тоза+(то 2) 20% ННК») аз фишор дар ҳарорати $T_1 = 400$ К: 1 - метилбутилкетони моеъи аз.ч.х. тоза; 2-метилбутилкетони моеъи аз.ч.х.тоза+0,5 г дуда, ННК; 3-метилбутилкетони моеъи аз.ч.х.тоза+1,0 г дуда, ННК; 4-метилбутилкетони моеъи аз.ч.х. тоза+1,5 г дуда, ННК; 5-метилбутилкетони моеъи аз.ч.х.тоза+2,0 г дуда, ННК.

Минбаъд барои таҳлили бузургҳои $C_{p,T}^*$ графики вобастагиҳои зерин сохта шудааст [2-М, 4-М, 5-М, 6-М, 8-М, 9-М]:

$$\frac{C_{P,T}^*}{C_{P,T}^{**}} = f\left(\frac{P}{P_1}\right) \quad (4.12)$$

Иҷрошавии $\frac{C_{P,T}^*}{C_{P,T}^{**}} = f\left(\frac{P}{P_1}\right)$ ифодаи (4.12) дар расмҳои 4.10 ва 4.11 нишон дода шудааст.



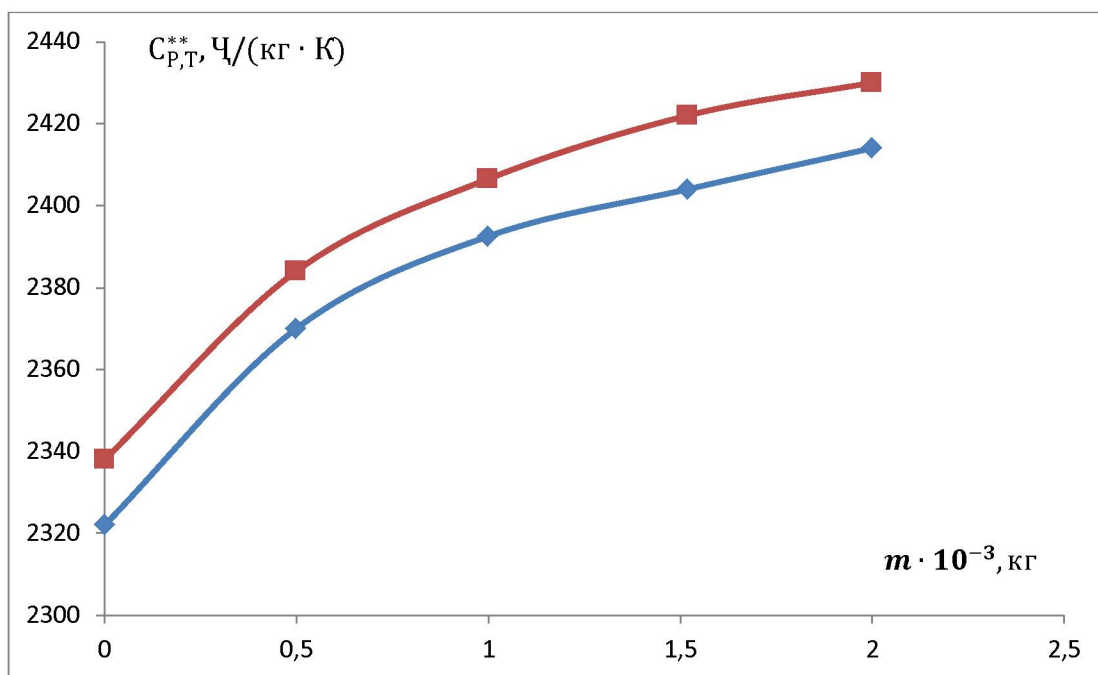
Расми 4.9 – Вобастагии $\frac{C_{P,T}^*}{C_{P,T}^{**}} = f\left(\frac{P}{P_1}\right)$ системаҳои «метилбутилкетони моеъи

аз.ҷ.х.тоза», «метилбутилкетони моеъи аз.ҷ.х.тоза+(то 2) г 20% нанонайчаҳои карбонӣ» аз фишор дар ҳарорати $T_1 = 400\text{K}$ [1-М, 3-М, 4-М, 6-М]:

1-метилбутилкетон+20% нанонайчаи карбонии якқабат; 2-метилбутилкетон+70% дуда ва нанонайчаи карбонии якқабата

Чи тавре, ки аз графикҳои дар расмҳои 4.10 ва 4.11 овардашуда дида мешавад, натиҷаҳо дар атрофи хатҳои қач меҳобанд, ки бо муодилаҳои зерин ифода карда мешаванд.

$$\frac{C_{P,T}^*}{C_{P,T}^{**}} = \left[1,0046 \left(\frac{P}{P_1} \right)^3 - 0,0187 \left(\frac{P}{P_1} \right)^2 - 0,0162 \left(\frac{P}{P_1} \right) + 1,0253 \right], \quad (4.13)$$



Расми 4.10 – Вобастагии $C_{P,T}^{*}$ системаҳои «метилбутилкетони моеъи аз ҷиҳати химиявӣ тоза», «метилбутилкетони моеъи аз ҷ. х. тоза+(0,1–0,5) % нанонайчаҳои карбонӣ» аз фишор дар ҳарорати $T_1 = 400 \text{ К}$. [1-М, 4-М, 5-М, 8-М, 11-М, 12-М]. 1-20% НЯК; 2-70% дуда ва НЯК

Натиҷаҳои таҳлили бузургии $C_{P,T}^{**}$ нишон доданд, ки онҳо функсияи консентратсияҳои дуда ва нанонайчаҳои карбонӣ мебошанд [2-М, 4-М, 12-М, 17-М]:

$$C_{P,T}^{**} = (-3 \cdot 10^7 m_{\text{НЯК}}^2 + 95029 m_{\text{НЯК}} + 2324,3) \cdot \frac{q}{(\text{кг} \cdot \text{К})}. \quad (4.14)$$

Аз муодилаҳои (4.12) ва (4.13) ҳосил менамоем:

$$C_{P,T}^{*} = [1,0046 \left(\frac{P}{P_1}\right)^3 - 0,0187 \left(\frac{P}{P_1}\right)^2 - 0,0162 \left(\frac{P}{P_1}\right) + 1,0253] \cdot [-3 \cdot 10^7 (m_{\text{НЯК}})^2 + 95029 (m_{\text{НЯК}}) + 2324,3] \cdot \frac{q}{(\text{кг} \cdot \text{К})}. \quad (4.15)$$

Аз муодилаи (4.10) ва бо дарназардошти (4.15) барои ҳисобкунии гармиғунҷоиши ҳоси маҳлулҳои тадқиқотӣ вобаста аз ҳарорат, фишор ва консентратсияи нанонайчаҳои карбонӣ ҳосил намудем, ки он намуди зеринро дорад (4.15). [2-М, 6-М, 7-М, 8-М, 11-М, 12-М,]:

$$C_{P,T} = \left[0,5 \left(\frac{T}{T_1} \right) + 0,5 \right] \cdot \left[1,0046 \left(\frac{P}{P_1} \right)^3 - 0,0187 \left(\frac{P}{P_1} \right)^2 - 0,0162 \left(\frac{P}{P_1} \right) + 1,0253 \right] \cdot \left[-3 \cdot 10^7 (m_{\text{НЯК}})^2 + 95029(m_{\text{НЯК}}) + 2324,3 \right] \cdot \frac{\text{ч}}{(\text{кг} \cdot \text{К})}. \quad (4.16)$$

Бо ёрии муодилаи (4.16) гармиғунҷоиши хоси таҷрибавӣ тадқиқшуд ва таҷрибавӣ тадқиқнашудаи маҳлулҳоро вобаста аз ҳарорат ва фишор ҳисоб кардан мумкин аст, ки барои ин дониستاني консентратсияи нанонайчаҳои карбонӣ ҳарорат ва фишор зарур мебошанд, [98-106], [2-М, 6-М, 7-М, 8-М, 14-М, 15-М]:

Санҷиши муодилаи (4.16) нишон дод, ки гармиғунҷоиши хоси маҳлулҳои тадқиқоти дар ҳудуди ҳароратҳои (293–653) К ва фишорҳои (0,101–39,24) МПа бо хатогии (2 – 4,8) % ҳисоб карда мешаванд.

4.3. Истифодабарии муодилаи намуди Тейт барои ҳисобкунии зичии маҳлулҳои тадқиқотӣ дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун

Барои ба даст овардани муодилаи ҳолат оид ба зичии маҳлулҳои метилбутилкетони моеъи аз ҷиҳати химиявӣ тоза ва нанозаррачаҳо (наномоеъҳои коллоидӣ) муодилаи намуди Тейта дар шакли зерин истифода бурда шуд [44,124, 128-131]:

$$\frac{\rho - \rho_0}{\rho} = C \ln \left[\frac{B + P}{B + P_0} \right], \quad (4.17)$$

дар ин ҷо ρ_0 – зичии маводҳои тадқиқотӣ дар $P_0 = 4,96$ МПа; ρ – зичии намунаи тадқиқотӣ дар фишори P ; C ва B – коэффитсиентҳо.

Маълумотҳои таҷрибавӣ оид ба зичии маҳлулҳои «метилбутилкетон + дуда, нанонайчаҳои карбонӣ» дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун таҳлил карда шудаанд.

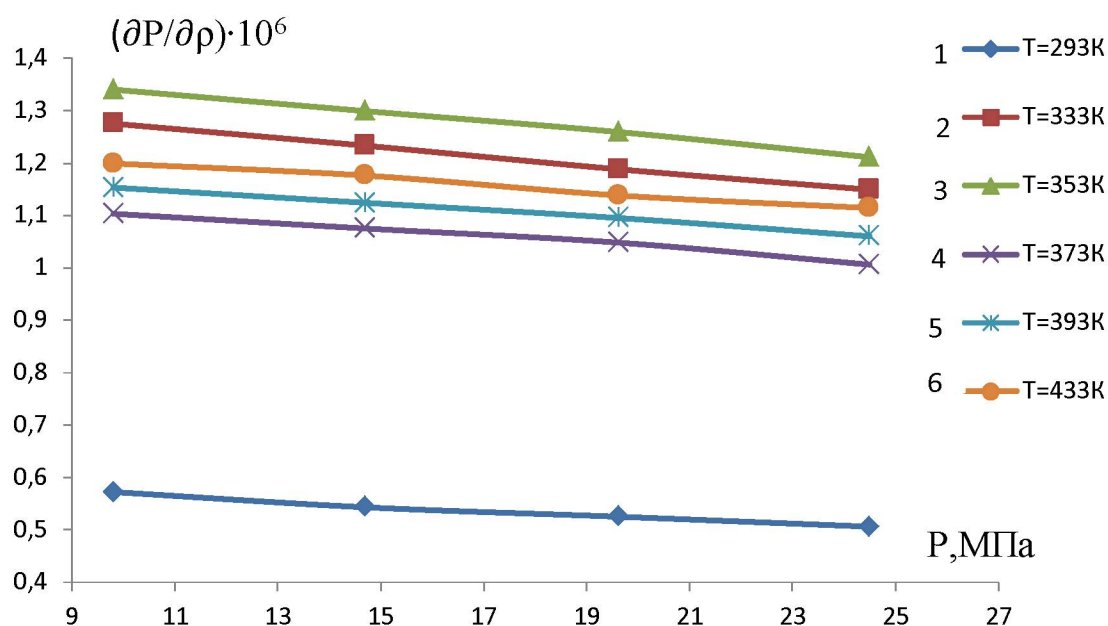
Чи тавре, ки аз расми 4.12 дида мешавад, хати $T = \text{const}$ рост буда ва бо муодилаҳои зерин ифода карда мешаванд [44, 124, 129-131]:

$$\left(\frac{\partial P}{\partial \rho} \right)_T = f(P), \quad (4.18)$$

$$-\left(\frac{\partial P}{\partial \rho}\right)_T = \frac{B}{C} + \frac{P}{C}, \quad (4.19)$$

ин чо P – фишори беруна, МПа; ρ – зичӣ, кг/м³.

Иҷрошавии вобастагии (4.18) барои маҳлулҳои системаи «метилбутил-кетон + нанонайчаҳои карбонӣ» дар расми 4.11 нишон дода шудааст.



Расми 4.11– Вобастагии $(\partial P / \partial \rho)_T = f(P)$ барои маҳлулҳои системаи «метилбутилкетони моеъ+0,3 % нанонайчаҳои карбонӣ»: 1-293, 2-333, 3-353, 4-373, 5-393, 6-433К.

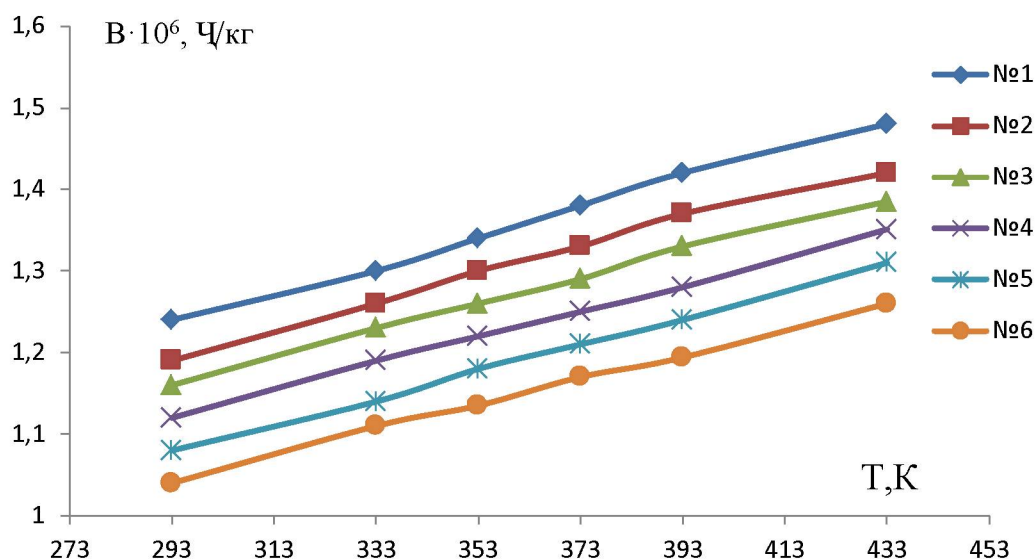
Таҳлили коэффитсиентҳои B ва C нишон дод, ки онҳо функсияҳои ҳарорат мебошанд, яъне $B = f_1(T)$; $C = f_2(T)$.

Бинобар ҳамин ҳам муодилаи (4.19)–ро дар намуди зерин навишта мешавад мумкин аст [44, 124, 128-131]:

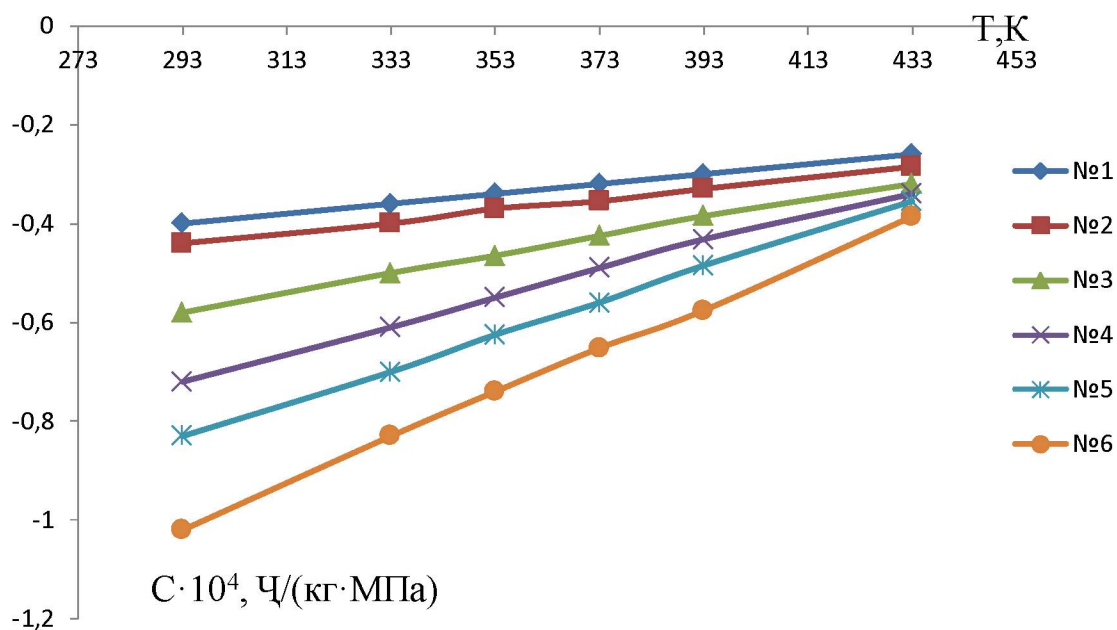
$$-\left(\frac{\partial P}{\partial \rho}\right)_T = \frac{B(T)}{C(T)} + \frac{P}{C(T)}. \quad (4.20)$$

Коэффитсиентҳои $B(T)$ ва $C(T)$ барои ҳар як изотермаҳо бо усули квадрати хурдтарин ҳисоб карда шуда ва баъд дар асоси таҳлили графикӣ бо ҳатоии 0,16% аз рӯи полиномҳои дараҷаи дуум ва сеюм наздик карда мешаванд [44, 124, 128-131]:

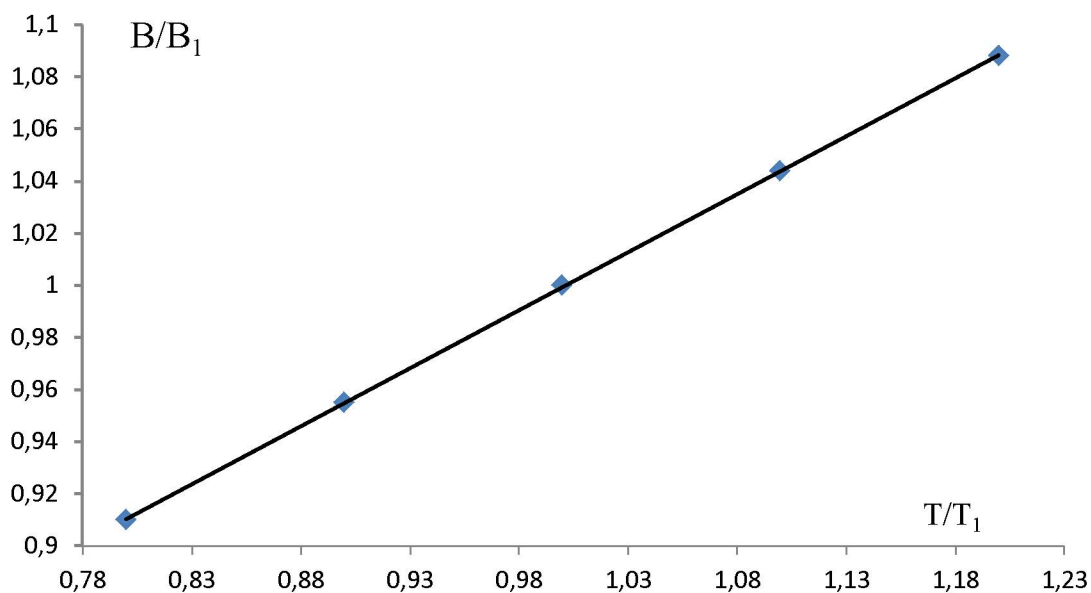
$$B(T) = \sum_{i=0}^2 b_i T^i, \quad C(T) = \sum_{i=0}^3 c_i T^i. \quad (4.21)$$



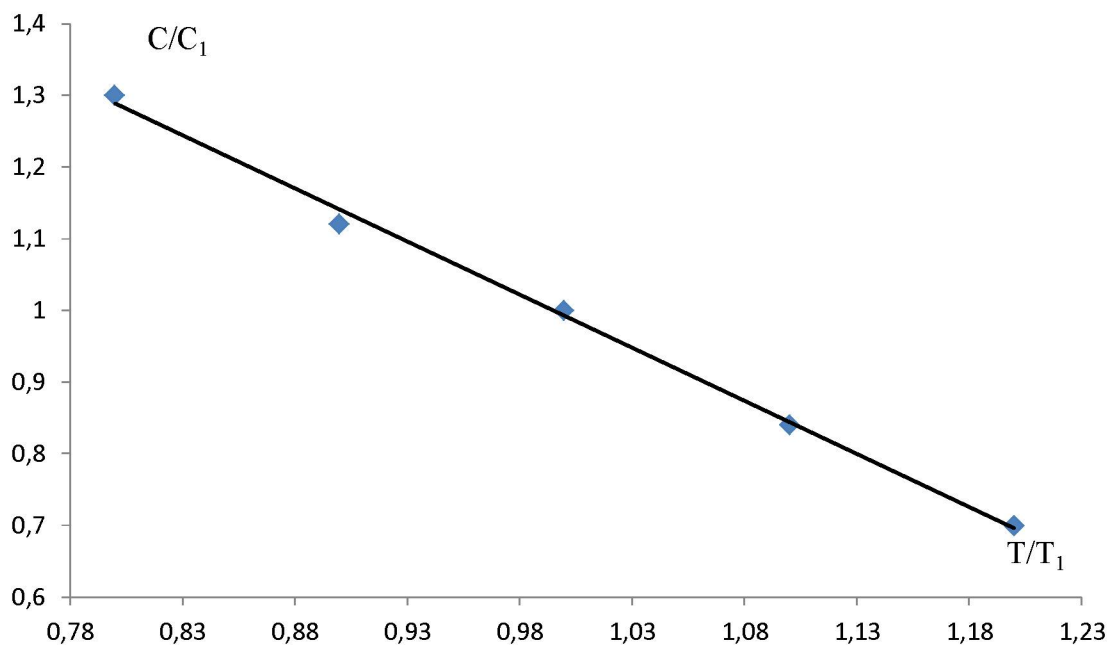
Расми 4.12 – Вобастагии $B=f(T)$ барои наномоеъҳои системаи «метилбутилкетони моеъи аз ҷиҳати химиявӣ тоза», «метилбутилкетони моеъи аз ҷ.х.тоза+(0,1–0,5)% нанонайчаҳои карбонӣ». Ба монанди расми 4.11 ишора карда шудааст.



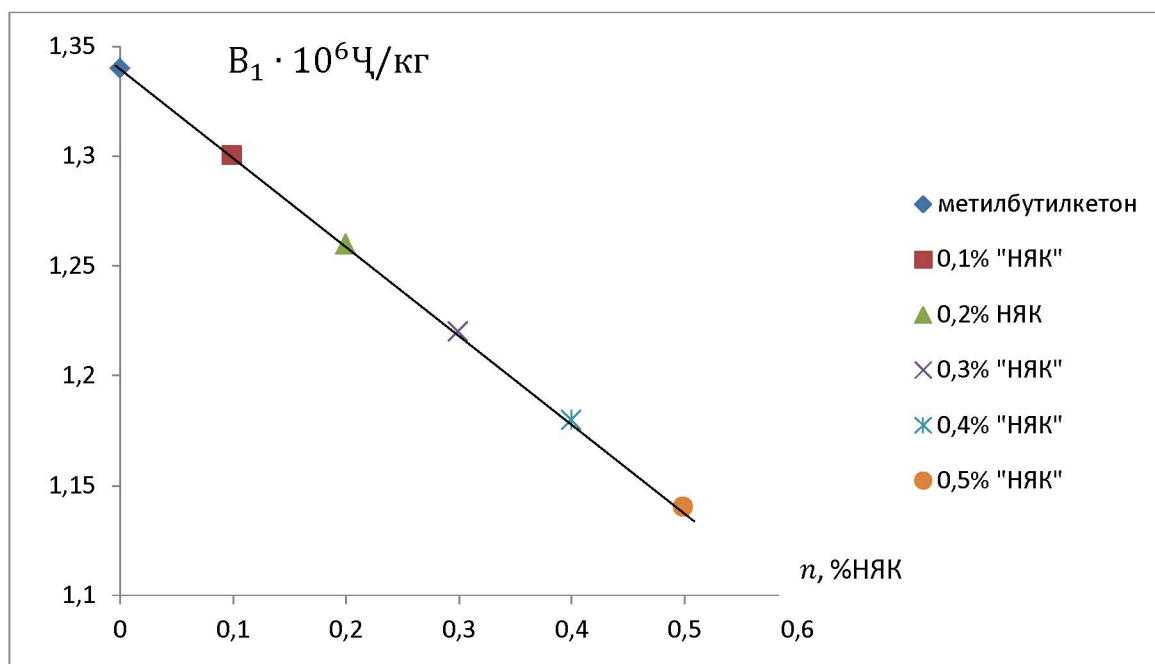
Расми 4.13 – Вобастагии $C=f(T)$ барои наномоеъҳои системаи «метилбутилкетони моеъи аз ҷиҳати химиявӣ тоза», «метилбутилкетони моеъи аз ҷ.х.тоза+(0,1 – 0,5)% нанонайчаҳои карбонӣ ».



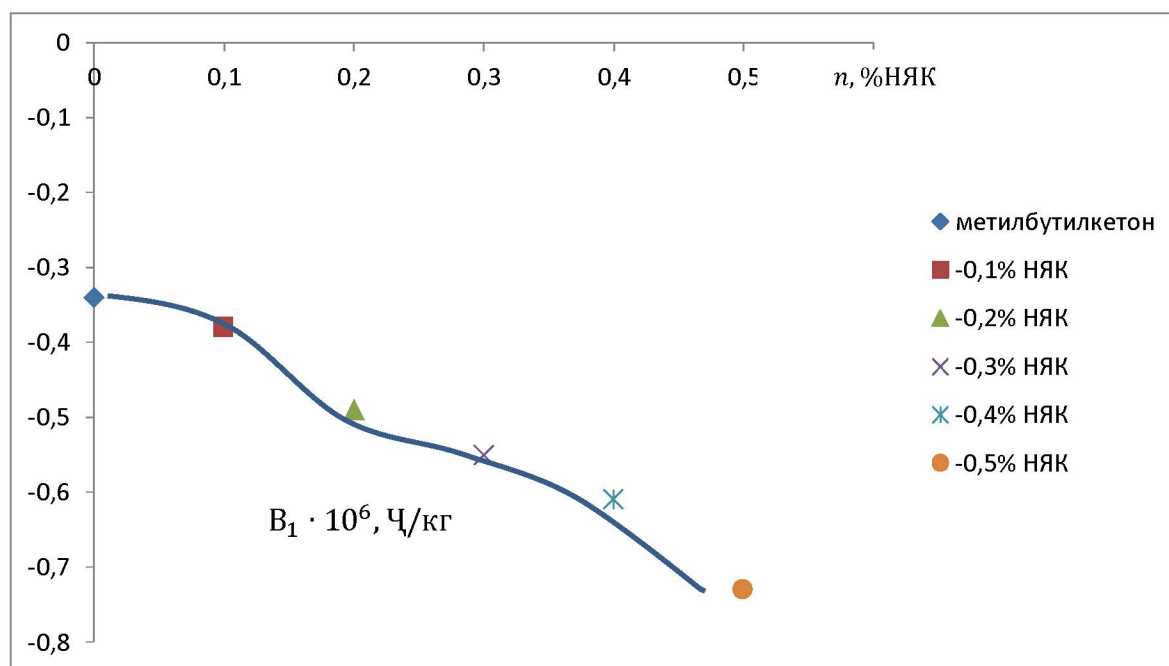
Расми 4.14 – Вобастагии (B/B_1) аз ҳароратҳои нисбии (T/T_1) барои маҳлулҳои системаи «метилбутилкетони моеъи аз ҷ.х.тоза+ нанонайчаҳои карбонӣ»: 1-метилбутилкетон (х.т); 2-метилбутилкетон+0,1% нанонайчаҳои карбонӣ; 3-метилбутилкетон+0,2% нанонайчаҳои карбонӣ; 4-метилбутилкетон+0,3%НЯК; 5-метилбутилкетон+0,4%НЯК; 6-метилбутилкетон+0,5% нанонайчаҳои карбонӣ.



Расми 4.15 – Вобастагии (C/C_1) аз нисбати ҳароратҳои (T/T_1) барои маҳлулҳои системаи «метилбутилкетони аз ҷиҳати химиявӣ тоза». Ба монанди расми 4.16 ишора карда шудааст.



Расми 4.16 – Вобастагии B_1 системаҳои тадқиқотии «метилбутил-кетони моеъи аз ҷиҳати химиявӣ тоза», «метилбутилкетони моеъи аз ҷ.х.тоза + (0,1 – 0,5) % нанонайчаҳои карбонӣ». Ба монанди расми 4.11 ишора карда шудааст.



Расми 4.17 – Вобастагии C_1 системаҳои тадқиқотии «метилбутил-кетони моеъи аз ҷиҳати химиявӣ тоза», «метилбутилкетони аз ҷ.х.тоза + (0,1 – 0,5) % нанонайчаҳои карбонӣ».

Дар расмҳои 4.12 ва 4.13 вобастагҳои $B(T)$ ва $C(T)$ барои маводи тадқиқотӣ нишон дода шудааст. Бузургҳои $B(T)$ ва $C(T)$, дар расмҳои мазкур нишон дода шуда на (Ниг. расмҳои 4.14 ва 4.15) дар намуди вобастагҳои функционалии зерин оварда шудааст [44, 124,128-131]:

$$\frac{B}{B_1} = f\left(\frac{T}{T_1}\right); \quad (4.22)$$

$$\frac{C}{C_1} = f\left(\frac{T}{T_1}\right), \quad (4.23)$$

ин ҷо B_1, C_1 – бузургҳо дар T_1 ; $T_1 = 353 \text{ K}$.

Иҷрошавии вобастагҳои (4.22) ва (4.23) дар расмҳои 4.34 ва 4.35 оварда шудааст. Хатҳои рости дар ин расмҳо нишондодашуда ба воситаи муодилаҳо барои системаи маҳлулҳои «метилбутилкетон+нанонайчаҳои карбонӣ» ифода карда мешаванд [44, 103, 107-110]:

$$B = \left[0.45\left(\frac{T}{T_1}\right) + 0.55\right] \cdot (1.34 \cdot 10^6 - 0.3996 \cdot 10^6 m_{\text{НЯК}}) \quad (4.24)$$

$$C \cdot (-0.275 \cdot 10^{-2} m_{\text{НЯК}}^2 - 0.662 \cdot 10^{-2} m_{\text{НЯК}} - 0.33 \cdot 10^{-2}) \quad (4.25)$$

Таҳлили B_1 ва C_1 барои маҳлулҳои системаи «метилбутилкетон+нанонайчаҳои карбонӣ» нишон дод, ки онҳо функсияҳои концентратсияи нанонайчаҳои карбонӣ мебошанд.

Хатҳои қачи вобастагҳои B_1 ва C_1 аз n_{H_2O} дар расмҳои 4.17 ва 4.18 оварда шуда барои системаи маҳлулҳои «метилбутилкетона+ нанонайчаҳои карбонӣ» бо муодилаҳои зерин ифода карда мешаванд [44]:

$$B_1 = 126 m_{\text{НЯК}}^2 + 9.5 \cdot 10^3 m_{\text{НЯК}} + 7.51 \cdot 10^5, \text{Па} \quad (4.26)$$

$$C_1 = -0.275 \cdot 10^{-2} m_{\text{НЯК}}^2 - 0.662 \cdot 10^{-2} m_{\text{НЯК}} - 0.332 \cdot 10^{-2} \text{Па} \quad (4.27)$$

– барои маҳлулҳои системаи «метилбутилкетона+нанонайчаҳои карбонӣ» аз (4.20) – (4.21) ва (4.24) – (4.25) ҳосил менамоям [44,124,128-131]:

$$B = \left(0,45 \frac{T}{T_1} + 0,55\right) \cdot (1,34 \cdot 10^6 - 0,396 \cdot 10^6 m_{\text{НЯК}}), \quad (4.28)$$

$$B = \left(2,5 \frac{T}{T_1} + 1,5\right) \cdot (-0,275 \cdot 10^{-2} m_{\text{НЯК}}^2 - 0,662 \cdot 10^{-2} m_{\text{НЯК}} - 0,33 \cdot 10^{-2}). \quad (4.29)$$

Дар системаҳои «метилбутилкетон+нанонайчаҳои карбонӣ» аз муодилаи (4.19) ба даст меорем [44]:

$$\rho = \frac{\rho_0}{1 - C \ln \left[\frac{B+P}{B+P_0} \right]}, \text{ кг/м}^3. \quad (4.30)$$

Бо дарназардошти (4.28) ва (4.29) муодилаи (4.30) барои системаҳои «метилбутилкетон+ НК ва дуда» намуди зеринро мегирад [44,124,128-131]:

$$\rho = \frac{\rho_0}{\left[1 - \left(2,5 \left(\frac{T}{T_1}\right) - 1,5\right) (-0,275 \cdot 10^{-6} m_{\text{НЯК}} - 0,662 \cdot 10^{-2} m_{\text{НЯК}} - 0,332 \cdot 10^{-2})\right]^x} \times \frac{1}{\ln \left[\frac{(0,45 \frac{T}{T_1} + 0,55)(1,34 \cdot 10^6 - 0,396 \cdot 10^6 m_{\text{НЯК}}) + P}{(0,45 \frac{T}{T_1} + 0,55)(1,34 \cdot 10^6 - 0,396 \cdot 10^6 m_{\text{НЯК}}) + P_0} \right]}, \text{ кг/м}^3 \quad (4.31)$$

Муодилаҳои ба даст омада маълумоти таҷрибавиро оид ба зичии маҳлулҳои системаи «метилбутилкетони+нанонайчаҳои карбонӣ ва дуда» дар ҳудуди ҳароратҳои $T = (293 - 433) \text{ K}$ ва фишорҳои $P = (4,96 - 39,24) \text{ МПа}$ бо ҳатоии миёнаи $(0,13 - 2,23)\%$ ҳисоб мекунад. Муодилаи намуди Тейт (4.31) барои маҳлулҳо ҳосил карда шудааст, ки коэффитсиентҳои B ва C –ро бо параметрҳои гармофизикии система алоқаманд менамояд.

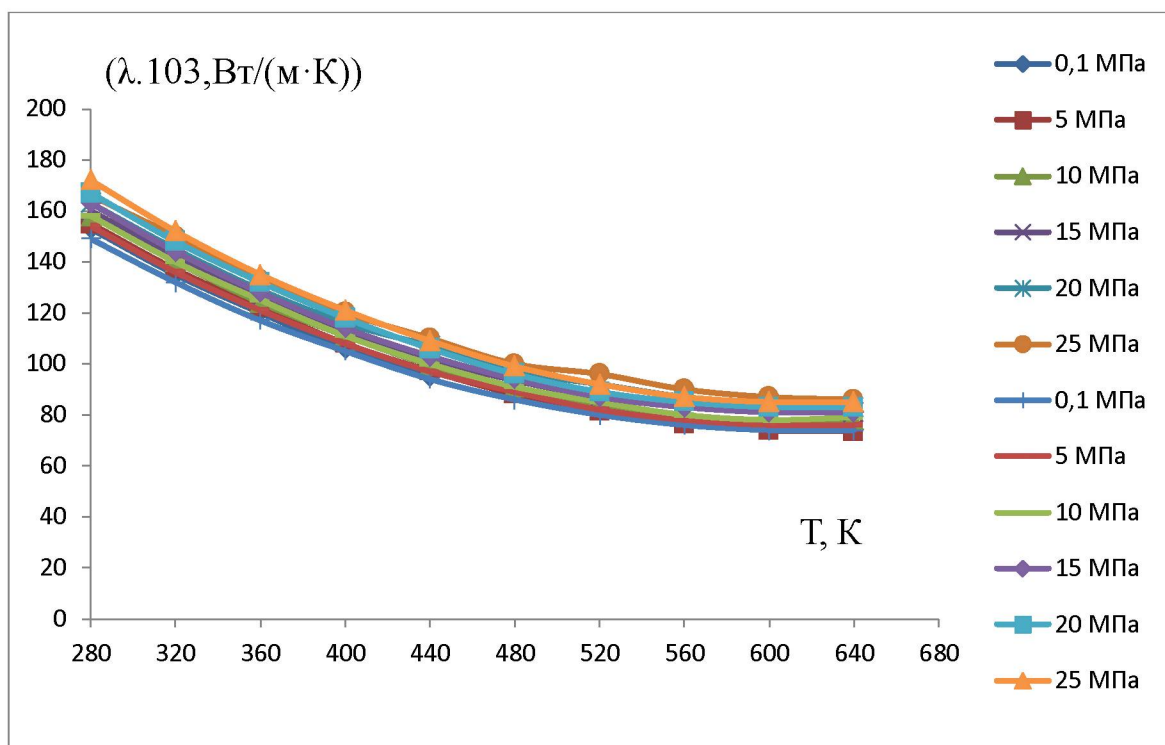
Барои санҷидани натиҷаҳои назариявии ба даст овардашуда бузургҳои таҷрибавӣ барои системаи «метилбутилкетон+нанонайчаҳои карбонӣ ва дуда» истифода шудаанд. Муодилаи ҳолати моеъҳо ва маҳлулҳои бисёр-компонентаро пайгирона бо усулҳои механикаи статистикӣ ба амал баровардан мумкин аст, ки ин имкон медиҳад, алоқамандии байни параметрҳои потенциалҳои таъсири мутақобилаи байни молекулаҳо ва хосиятҳои моеъҳо ва маҳлулҳо муқаррар карда шаванд. Чи тавре, ки дида мешавад муодилаи Тейта вобастагии зичиро танҳо аз фишор, ҳарорат ва консентратсияи нанонайчаҳои карбонӣ муқаррар мекунад [44, 103, 107-110].

4.4. Муқоисаи маълумоти таҷрибавӣ бо қиматҳои бо ёрии муодилаҳои аппроксиматсионӣ ҳисобкардашуда

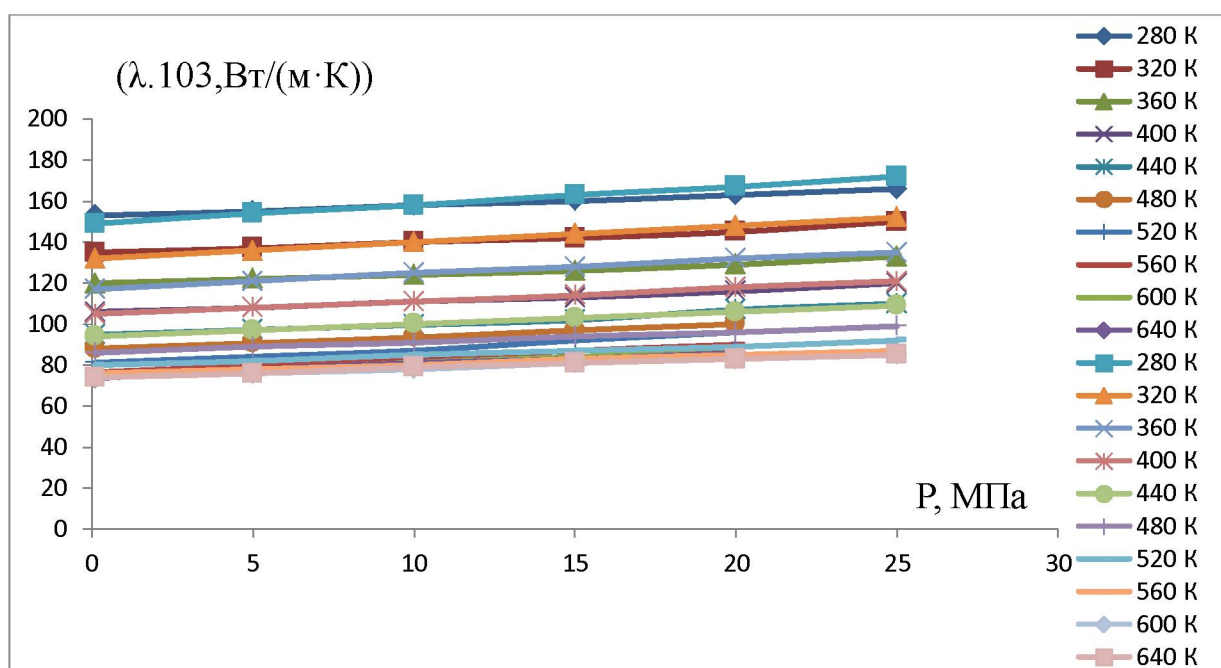
Дар натиҷаи коркарди қиматҳои таҷрибавӣ як қатор муодилаҳои аппроксиматсионӣ ҳосил карда шуданд, ки ба воситаи онҳо коэффитсиенти гармигузаронӣ ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К))-и метилбутилкетони аз ҷиҳати химиявӣ тозаро бо нанозарраҳо вобаста аз ҳарорат ва фишор ҳисоб кардан мумкин аст. Дар ҷадвалҳо ва расмҳои зер вобастагҳои коэффитсиенти гармигузаронии метилбутилкетони аз ҷиҳати химияви тоза аз ҳарорат ва фишор ва дар ҳақиқат сершавӣ, вобастагии коэффитсиенти гармигузаронии метил-бутилкетони аз ҷиҳати химияви тоза аз фишор дар ҳароратҳо гуногун оварда шудааст.

Ҷадвали 4.1. - Коэффитсиенти гармигузаронии ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)) метилбутилкетони аз ҷиҳати химиявӣ тоза вобаста аз ҳарорат ва фишор

Ҳарора t, К	Фишор p, МПа											
	Натиҷаи таҷриба						Натиҷаи ҳисобкунӣ					
	0,1	5	10	15	20	25	0,1	5	10	15	20	25
280	153	155	158	160	163	166	149	154	158	163	167	172
320	135	137	140	142	145	150	132	136	140	144	148	152
360	120	122	124	126	129	133	117	121	125	128	132	135
400	106	108	111	113	116	120	105	108	111	114	118	121
440	94,8	97,2	99,6	102	107	110	94	97	100	103	106	109
480	-	88,1	90,7	93,5	97	100	86	89	91	94	96	99
520	-	81,2	84,1	87,1	92	96	80	82	85	87	89	92
560	-	76,5	79,7	83	87	90	76	78	80	83	85	87
600	-	73,9	77,6	81,2	84	87	74	76	78	81	83	85
640	-	73,6	77,8	81	83	86	74	76	79	81	83	85



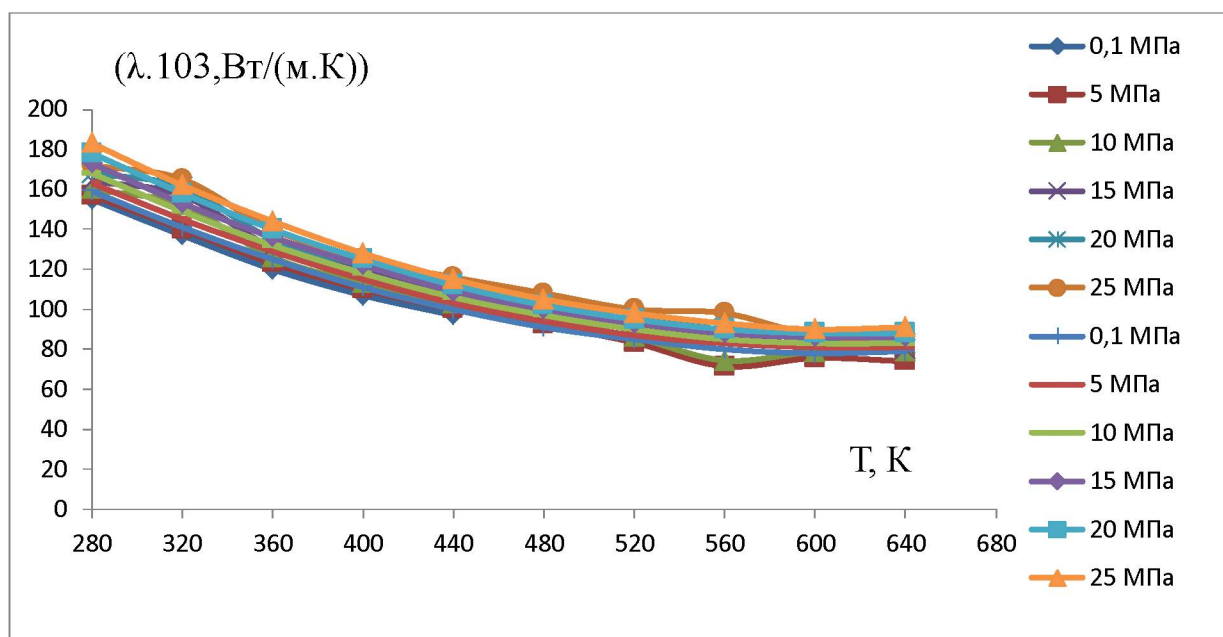
Расми 4.18. Вобастагии коэффисиенти гармигузаронии метилбутилкетони аз ҷиҳати химияви тоза аз ҳарорат ва фишор ва дар ҳати сершавӣ



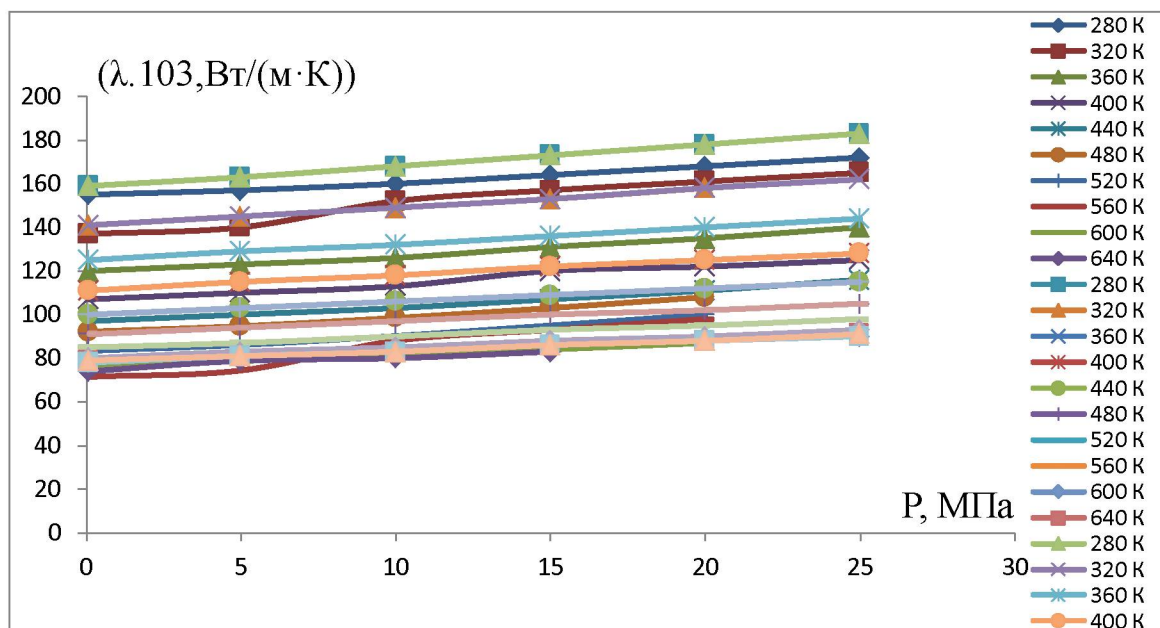
Расми 4.19. Вобастагии коэффисиенти гармигузаронии метил-бутилкетони аз ҷиҳати химияви тоза аз фишор дар ҳароратҳо гуногун.

Ҷадвали 4.2. - Коэффициенты гармигузаронии ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)) метилбутилкетони аз ҷиҳати химиявӣ тоза бо иловаи 0,5г (консентртсияи массавии нанонайчаҳои карбонӣ) вобаста аз ҳарорат ва фишор

Ҳаро- рат, К	Фишор/ дар р,МПа											
	Натиҷаи таҷриба ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К))						Натиҷаи ҳисобкунӣ					
	0,1	5	10	15	20	25	0,1	5	10	15	20	25
280	155	157	160	164	168	172	159	163	168	173	178	183
320	137	140	152	157	161	165	141	145	149	153	158	162
360	120	123	126	131	135	140	125	129	132	136	140	144
400	107	110	113	120	122	125	111	115	118	122	125	128
440	97	100	103	107	111	116	100	103	106	109	112	115
480	-	92,2	94,7	98,5	103	108	91	94	97	100	102	105
520	-	83,4	86,1	90,2	95	100	85	87	90	93	95	98
560	-	71,5	74,4	88	93	98	80	83	85	88	90	93
600	-	75,6	78,7	81,2	84	87	78	81	83	86	88	90
640	-	74	78,8	80	83	85	79	81	83	86	88	91



Расми 4.20. Вобастагии коэффисиенти гармигузаронии диметилкетон бо иловаи 0,5г нанозаррача вобаста бо ҳарорат ва фишор



Расми 4.21 Вобастагии коэффисиенти гармигузаронии метил-бутилкетон бо иловаи 1,0 г нанонайчаҳо вобаста ба фишор дар ҳароратҳои гуногун.

Ҷадвали замимаи 4.3. - Коэффитсиенти гармигузаронии ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)) метилбутилкетони аз ҷиҳати химиявӣ тоза бо иловаи 1г ННК вобаста аз ҳарорат ва фишор

Ҳаро- рат, К	Фишор/ дар p, МПа											
	Натиҷаи таҷриба ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К))						Натиҷаи ҳисобкунӣ					
	0,1	5	10	15	20	25	0,1	5	10	15	20	25
280	157	160	163	174	178	183	159	163	168	173	178	183
320	139	142	146	148	152	156	141	145	149	153	158	162
360	124	127	130	134	138	142	125	129	132	136	140	144
400	111	113	116	119	123	127	111	115	118	122	125	128
440	99	102,2	105,6	110	114	118	100	103	106	109	112	115
480	-	93,2	96,7	101,5	106	110	91	94	97	100	102	105
520	-	86,4	90,1	94,2	98	103	85	87	90	93	95	98
560	-	81,5	85,4	89	93	97	80	83	85	88	90	93
600	-	78,9	83,7	87,2	92	96	78	81	83	86	88	90
640	-	78	82,8	87	90	93	79	81	83	86	88	91

Ҷадвали замимаи 4. Коэффитсиенти гармигузаронии ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)) метилбутилкетони аз ҷиҳати химиявӣ бо иловаи 1,5г ННК вобаста аз Т ва Р

Ҳарорат, К	Фишор/ дар р,МПа											
	Натиҷаи таҷриба ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К))						Натиҷаи ҳисобкунӣ					
	0,1	5	10	15	20	25	0,1	5	10	15	20	25
280	160	163	167	178	182	186	159	163	168	173	178	183
320	142	145	150	153	157	161	141	145	149	153	158	162
360	127	130	134	138	142	146	125	129	132	136	140	144
400	114	118	120	124	128	132	111	115	118	122	125	128
440	103	106	109	114	118	122	100	103	106	109	112	115
480	-	96,2	99,7	104,5	108	112	91	94	97	100	102	105
520	-	89,4	94,1	97,2	91	95	85	87	90	93	95	98
560	-	85,5	88,4	93	97	82	80	83	85	88	90	93
600	-	81,9	87,7	90,2	94	98	78	81	83	86	88	90
640	-	80	84,8	89	92	96	79	81	83	86	88	91

Ҷадвали 4.5. Коэффитсиенти гармигузаронии ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)) метилбутилкетони аз ҷиҳати химиявӣ тоза бо иловаи 2г ННК вобаста аз Т ва Р

Ҳарорат, К	Фишор/ дар р,МПа											
	Натиҷаи таҷриба ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К))						Натиҷаи ҳисобкунӣ					
	0,1	5	10	15	20	25	0,1	5	10	15	20	25
280	165	167	172	183	187	191	159	163	168	173	178	183
320	147	150	155	158	162	166	141	145	149	153	158	162
360	132	135	139	143	147	151	125	129	132	136	140	144
400	119	123	125	129	133	137	111	115	118	122	125	128
440	108	111	114	119	123	127	100	103	106	109	112	115
480	-	101	104	109	113	117	91	94	97	100	102	105
520	-	93	99	102	106	109	85	87	90	93	95	98
560	-	90	93	97	102	106	80	83	85	88	90	93
600	-	85	90	95	99	103	78	81	83	86	88	90
640	-	83	87	91	95	100	79	81	83	86	88	91

Ҷадвали 4.6. - Гармиғунҷоиши хоси метилбутилкетони аз ҷиҳати химиявӣ тоза дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун

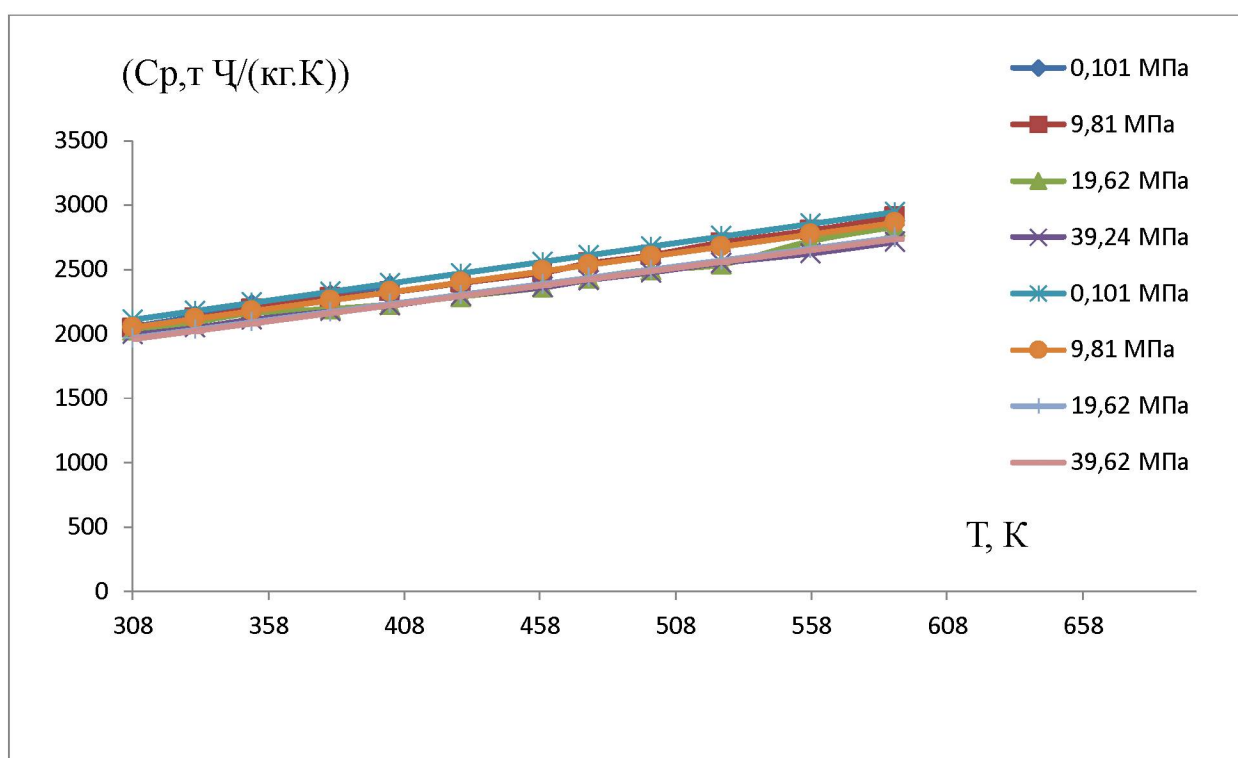
Т, К	Фишор/ дар р, МПа							
	Натиҷаи таҷриба ($C_{p,T}$ Ҷ/(кгК))				Натиҷаи ҳисобкунӣ			
	дар р, МПа							
	0,101	9,81	19,62	39,24	0,101	9,81	19,62	39,24
308	2053	2040	2028	1992	2108,7	2048,2	1967,0	1957,7
331	2135	2119	2090	2045	2177,2	2114,8	2030,9	2021,3
352	2224	2193	2160	2110	2239,7	2175,5	2089,3	2079,3
381	2303	2276	2193	2173	2326,1	2259,4	2169,8	2159,5
403	2374	2322	2229	2218	2391,6	2323,1	2231,0	2220,3
429	-	2394	2289	2294	2469,1	2398,3	2303,2	2292,2
459	-	2475	2360	2360	2558,4	2485,1	2386,5	2375,2
476	-	2546	2430	2417	2609,0	2534,3	2433,8	2422,2
499	-	2610	2498	2476	2677,5	2600,8	2497,7	2485,8
525	-	2708	2538	2550	2755,0	2676,0	2569,9	2557,7
558	-	2803	2720	2624	2853,3	2771,5	2661,6	2648,9
589	-	2904	2832	2712	2945,6	2861,2	2747,7	2734,7

Ҷадвали 4.7. - Гармиғунҷоиши хоси метилбутилкетони аз ҷиҳати химиявӣ тоза бо илова 1г. (20% консентратсияи массавии нанонайчаҳои карбонӣ) дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун (натиҷаҳои муаллиф).

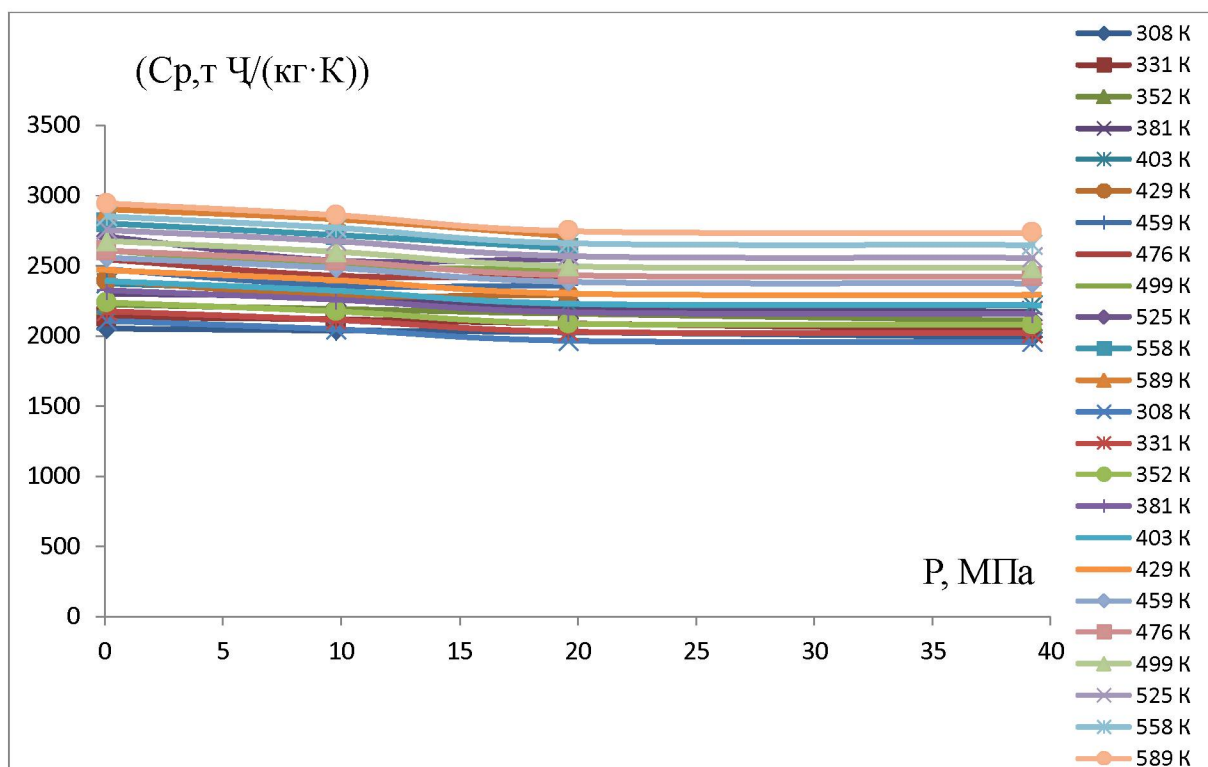
Т, К	Фишор/ дар р, МПа							
	Натиҷаи таҷриба ($C_{p,T}$ Ҷ/(кгК)) дар р, МПа				Натиҷаи ҳисобкунӣ			
	0,101	9,81	19,62	39,24	0,101	9,81	19,62	39,24
308	2053	2040	2028	1992	2194,9	2132,0	2047,4	2037,7
331	2135	2119	2090	2045	2266,2	2201,2	2113,9	2103,9
352	2224	2193	2160	2110	2331,3	2264,5	2174,7	2164,3

Давоми ҷадвали 4.7

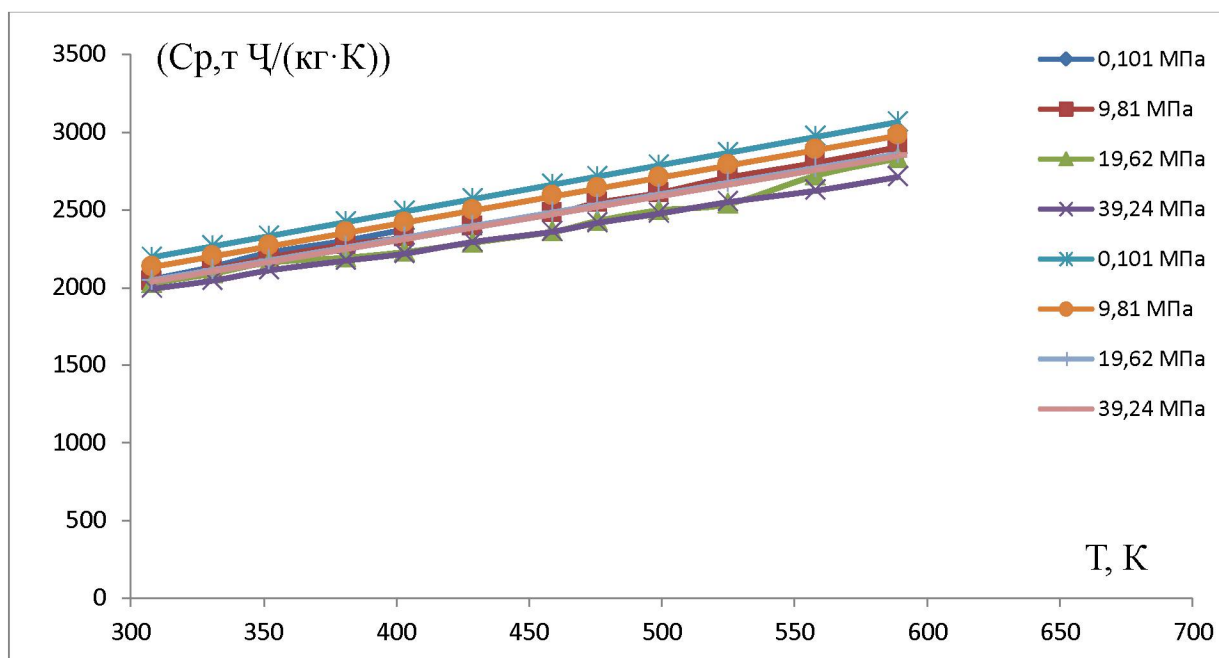
381	2303	2276	2193	2173	2421,2	2351,8	2258,5	2247,8
403	2374	2322	2229	2218	2489,4	2418,0	2322,2	2311,1
429	-	2394	2289	2294	2570,0	2496,3	2397,4	2386,0
459	-	2475	2360	2360	2663,0	2586,7	2484,1	2472,3
476	-	2546	2430	2417	2715,7	2637,9	2533,3	2521,2
499	-	2610	2498	2476	2787,0	2707,1	2599,8	2587,4
525	-	2708	2538	2550	2867,6	2785,4	2675,0	2662,3
558	-	2803	2720	2624	2969,9	2884,8	2770,4	2757,2
589	-	2904	2832	2712	3066,0	2978,1	2860,1	2846,5



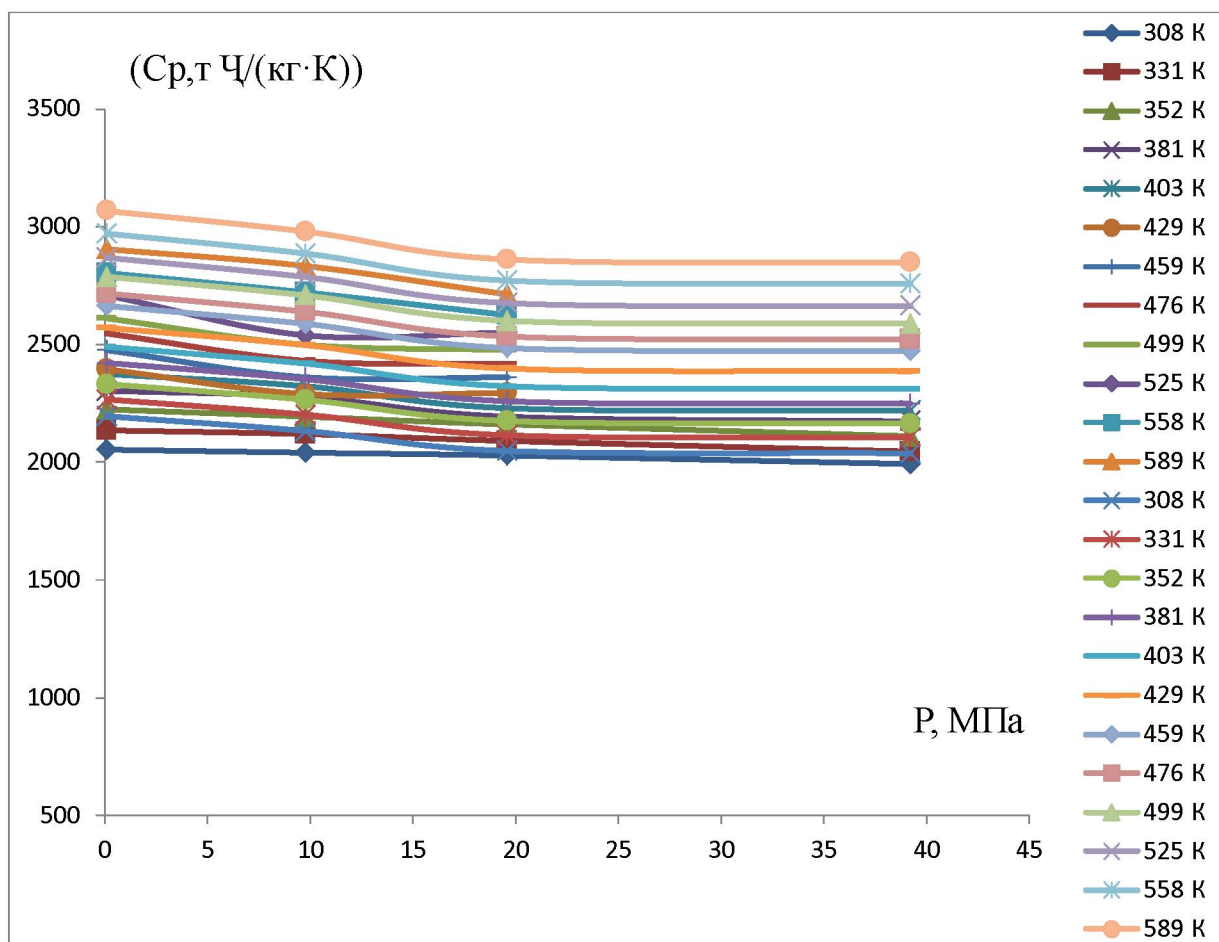
Расми 4.22. Вобастагии коэффисиенти гармиғунҷоиш хоси метилбутилкетони аз ҷиҳати химияви тоза аз ҳарорат ва фишор ва дар хати сершавӣ



Расми 4.23. Вобастагии коэффисиенти гармиғунҷоиши хоси метилбутилкетони аз ҷиҳати химияви тоза аз фишор дар ҳароратҳои гуногун.



Расми 4.24. – Вобастагии коэффисиенти гармиғунҷоиши хоси диметилкетон бо иловаи 1г нанозаррача вобаста ба ҳарорат ва фишор.



Расми 4.25. Вобастагии коэффисиенти гармиғунҷоиши хоси метилбутилкетон бо иловаи 1,0 г нанонайчаҳо вобаста ба фишор дар ҳароратҳои гуногун.

Ҷадвали 4.8. - Гармиғунҷоиши хоси метилбутилкетони аз ҷиҳати химиявӣ тоза бо илова 2г. (20% консентртсияи массавии нанонайчаҳои карбонӣ) дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун (натиҷаҳои муаллиф).

T, K	Фишор/ дар p, МПа							
	Натиҷаи таҷриба (C_p , $\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$)				Натиҷаи ҳисобкунӣ			
	дар p, МПа							
	0,101	9,81	19,62	39,24	0,101	9,81	19,62	39,24
308	2053	2040	2028	1992	2281,1	2215,7	2127,9	2117,7
331	2135	2119	2090	2045	2355,2	2287,7	2197,0	2186,5
352	2224	2193	2160	2110	2422,9	2353,4	2260,1	2249,4

Давоми ҷадвали 4.8

381	2303	2276	2193	2173	2516,3	2444,2	2347,3	2336,1
403	2374	2322	2229	2218	2587,2	2513,0	2413,4	2401,9
429	-	2394	2289	2294	2670,9	2594,4	2491,5	2479,7
459	-	2475	2360	2360	2767,6	2688,3	2581,7	2569,4
476	-	2546	2430	2417	2822,4	2741,5	2632,8	2620,3
499	-	2610	2498	2476	2896,5	2813,5	2701,9	2689,1
525	-	2708	2538	2550	2980,2	2894,8	2780,1	2766,8
558	-	2803	2720	2624	3086,6	2998,1	2879,2	2865,6
589	-	2904	2832	2712	3186,5	3095,1	2972,4	2958,3

Ҷадвали 4.9. - Гармиғунҷоиши ҳоси метилбутилкетони аз ҷиҳати химиявӣ тоза бо илова 2,5г. (20% консентртсияи массавии нанонайчаҳои карбонӣ) дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун (натиҷаҳои муаллиф).

Т, К	Фишор/ дар р,МПа							
	Натиҷаи таҷриба (C_p , $Ҷ/(кг\cdot К)$) дар р, МПа				Натиҷаи ҳисобкунӣ			
	0,101	9,81	19,62	39,24	0,101	9,81	19,62	39,24
308	2053	2040	2028	1992	2324,2	2257,6	2168,1	2157,8
331	2135	2119	2090	2045	2399,7	2330,9	2238,5	2227,9
352	2224	2193	2160	2110	2468,6	2397,9	2302,8	2291,9
381	2303	2276	2193	2173	2563,8	2490,4	2391,6	2380,3
403	2374	2322	2229	2218	2636,1	2560,5	2459,0	2447,3
429	-	2394	2289	2294	2721,4	2643,4	2538,6	2526,5
459	-	2475	2360	2360	2819,9	2739,1	2630,5	2618,0
476	-	2546	2430	2417	2875,7	2793,3	2682,5	2669,8
499	-	2610	2498	2476	2951,2	2866,6	2753,0	2739,9
525	-	2708	2538	2550	3036,6	2949,5	2832,6	2819,1
558	-	2803	2720	2624	3144,9	3054,8	2933,6	2919,7

Ҷадвали 4.10. - Гармиғунҷоиши хоси метилбутилкетони аз ҷиҳати химиявӣ тоза бо илова 3г. (20% консентртсияи массавии наноайчаҳои карбонӣ) дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун (натиҷаҳои муаллиф).

T, K	Фишор/ дар p, МПа							
	Натиҷаи таҷриба (C_p , $Ҷ/(кг\cdot K)$) дар p, МПа				Натиҷаи ҳисобкунӣ			
	0,101	9,81	19,62	39,24	0,101	9,81	19,62	39,24
308	2053	2040	2028	1992	2367,3	2299,5	2208,3	2197,8
331	2135	2119	2090	2045	2444,2	2374,2	2280,0	2269,2
352	2224	2193	2160	2110	2514,4	2442,4	2345,5	2334,4
381	2303	2276	2193	2173	2611,4	2536,5	2436,0	2424,4
403	2374	2322	2229	2218	2685,0	2608,0	2504,6	2492,7
429	-	2394	2289	2294	2771,9	2692,4	2585,7	2573,4
459	-	2475	2360	2360	2872,2	2789,9	2679,3	2666,5
476	-	2546	2430	2417	2929,0	2845,1	2732,3	2719,3
499	-	2610	2498	2476	3006,0	2919,8	2804,0	2790,7
525	-	2708	2538	2550	3092,9	3004,2	2885,1	2871,4
558	-	2803	2720	2624	3203,2	3111,4	2988,1	2973,9
589	-	2904	2832	2712	3306,9	3212,1	3084,7	3070,1

Хулосаҳои боби чорум

1. Бо истифода аз усули монандии термодинамикӣ ва қонуни мувофиқ-оварии ҳолат як қатор муодилаҳои эмпирикӣ ба даст оварда шуд, ки имкони ҳисобкунии гармиғунҷоиши хос, гармигузаронӣ ва зичии маҳлулҳои наноайчаҳои карбонӣ ва дуда дар параметрҳои гуногуни ҳолати намунаҳои тадқиқоти ро медиҳад.

2. Алоқамандии хосиятҳои гармофизикӣ ва термодинамикии намунаҳои тадқиқотӣ дар параметрҳои гуногуни ҳолат (консентратсияи наноайчаҳои карбонӣ, дуда, метилбутилкетон, ҳарорат ва фишор) ба даст оварда шудааст.

3. Дар натиҷаи коркарди маълумоти таҷрибавӣ оид ба хосиятҳои гармофизикӣ ва термодинамикии маводҳои тадқиқотӣ дар параметрҳои гуногуни ҳолат (фишор, ҳарорат ва консентратсияҳои нанозаррачаҳо ва дуда) як қатор муодилаҳои эмпирикӣ, ҳосил карда шудааст, инчунин вобастагҳои коррелятсионии ин параметрҳоро алоқамандкунанда ба даст оварда шуд.

4. Дар асоси натиҷаҳои бадастомада қонунҳои умумии тағйирёбии хосиятҳои гармофизикӣ вобаста ба тағйирёбии ҳарорат, фишор ва консентратсияи нанопуркунанда муқаррар карда шуд. Маълумоти додашударо дар ҳисобкунии гармофизикӣ дар металлургия, мошинасозӣ, энергетика ва дигар соҳаҳои техникаи нав, барои таҳия намудани маводу маснуот, барои пешгӯии хосиятҳо ва эътимоднокии конструксияҳо истифода бурдан мумкин аст.

5. Бори аввал тағйирёбии гармигузаронӣ, зичӣ, гармиғунҷоиши хоси системаҳои наномоеҳҳои тадқиқоти ро (метилбутилкетон) аз ҷиҳати химиявӣ тоза ва бо иловаи наноайчаҳо дар ҳудудҳои ҳароратҳои (280-640)К ва фишорҳои (0,101-39,24) МПа таҷрибавӣ ва назариявӣ ба даст оварда шудаанд.

6. Вобастагии аналитикӣ байни зичӣ, гармиғунҷоиши хос, гармигузаронӣ дар ҳароратҳо ва фишорҳои гуногуни наномоеҳо ва сохти онҳо муқаррар карда шудааст.

7. Барои ҳисоб намудани зичии маҳлулҳо муодилаи намуди Тейта истифода бурда шуд. Татбиқи ин муодила барои ҳисоб кардани зичии маҳлулҳои системаи «метилбутилкетони моеъ+нанонайчаҳои карбонӣ ва дуда» мувофиқат менамояд.

8. Гармигузаронӣ, гармиғунҷоиш, инчунин зичии маҳлулҳои коллодии маҳлулҳои системаи метилбутилкетони аз ҷиҳати химияи тоза ва маҳлулҳои он бо нанонайчаҳои карбонӣ дар вобастагӣ аз фишор ва ҳарорат омӯхта шудаанд.

9. Шарҳи сифатӣ ва миқдорӣ барои тағйирёбии гармигузаронӣ, гармиғунҷоиши хос ва зичии метилбутилкетон ҳам дар намуди тоза ва ҳам иловаи нанонайчаҳои карбонӣ, дуда бо тағйирёбии фишор, ҳарорат ва консентратсияи массавии нанопуркунанда оварда шудааст.

10. Ҳангоми коркард ва таҳлили маълумоти таҷрибавӣ вобастагии аппроксиматсионии гармигузаронӣ, гармиғунҷоиши хос ва зичии метилбутилкетони моеъ аз консентратсияи нанонайчаҳои карбонӣ ва дуда, ҳарорат ва фишор ба даст оварда шудаанд.

11. Қиматҳои гармигузаронии маҳлулҳои системаи метилбутилкетони моеъи ва нанозаррачаҳо бо истифода аз амсилаи бо ҷузъҳои ба ҳам воридшаванда (амсилаи Максвелл - Г.Н. Дулнев) ба даст оварда шудаанд.

12. Истифодаи амалии натиҷаҳои бадастомада дар технологияи наномоеъҳо барои ҳисобкуниҳои муҳандисии равандҳо ва дастгоҳҳои саноати химия, барои моделсозии динамикаи равандҳои нобаробар, ки дар асоси онҳо коэффитсиенти гармидиҳии байни системаҳо ва муҳити зист ба истифода бурда мешаванд.

13. Вобастагиҳои таҳлили байни зичӣ, гармиғунҷоиши хос, гармигузаронӣ муқаррар карда шуда, таъсири нанопуркунандаҳо ба хосиятҳои умумии наномоеъҳо дар ҳарорат ва фишорҳои гуногуни наномоеъҳо ва омехтаҳои онҳо ошкор карда шудаанд.

ХУЛОСАҲО

1. Маҷмуи коэффитсиенти гармигузаронӣ, зичӣ ва гармиғунҷоиши ҳос дар ҳати сершавии метилбутилкетони аз ҷиҳати химиявӣ тоза бо иловаи нанонайчаҳои карбонӣ ва дуда вобаста аз ҳарорат ва фишорҳо омӯхта шудааст [1-М, 2-М, 4-М, 6-М, 8-М, 10-М, 11-М, 14-М, 16-М, 17-М, 18-М, 19-М, 21-М, 22-М, 23-М].

2. Бори аввал бузургҳои таҷрибавии зичӣ, гармигузаронии ҳоси системаҳо (метилбутилкетони моеъ), концентратсияҳо нанонайчаҳои карбонӣ ва дуда дар ҳароратҳои ($T=290-640K$) ва фишорҳои ($P=0,101-39,24$ МПа) ба даст оварда шудааст, ки ташкилотҳои лоиҳакашӣ онро барои ҳисобкуниҳои муҳандисӣ истифода мебаранд [1-М, 2-М, 4-М, 6-М, 8-М, 10-М, 11-М, 14-М, 16-М, 17-М, 18-М, 19-М, 21-М, 22-М, 23-М].

3. Нишон дода шуд, ки зичӣ, коэффитсиенти гармигузаронии маҳлулҳои тадқиқшуда дар ҳарорати додашуда бо афзоиши фишор зиёд ва бо баланд шудани ҳарорат дар фишори доимӣ кам мешаванд; бо афзоиши ҳарорат, таъсири фишор ва концентратсияи массавии нанозаррачаҳо, инчунин қонуниятҳои тағйирёбии параметрҳои дар боло зикршудаи моеъи асосӣ дар ҳатти сершавӣ ошкор карда шуданд: [1-М, 2-М, 4-М, 6-М, 8-М, 10-М, 11-М, 14-М, 16-М, 17-М, 18-М, 19-М, 21-М, 22-М, 23-М].

4. Муқаррар карда шуд, ки гармиғунҷоиши ҳоси наномоеъҳои коллоидии системаи (метилбутилкетон+нанонайчаҳои карбонӣ ва дуда) бо баланд шудани ҳарорат ва концентратсияи нанозаррачаҳо зиёд шуда, зиёдшавии фишор сабаби паст шудани гармиғунҷоиши ҳоси маҳлулҳо мегардад [1-М, 2-М, 4-М, 6-М, 8-М, 10-М, 11-М, 14-М, 16-М, 17-М, 18-М, 19-М, 21-М, 22-М, 23-М].

5. Ҳангоми коркард ва таҳлили маълумоти таҷрибавӣ оид ба зичӣ, гармигузаронӣ ва гармиғунҷоиши ҳоси системаҳои коллоидӣ (метилбутилкетони моеъ аз ҷиҳати химиявӣ тоза+нанонайчаҳо) ифодаҳои аппроксиматсионӣ ва коррелятсионӣ ба даст оварда шудаанд, ки алоқамандии байни ин

хосиятхоро мукаррар менамоянд: [1-М, 2-М, 4-М, 6-М, 8-М, 10-М, 11-М, 14-М, 16-М, 17-М, 18-М, 19-М, 21-М, 22-М, 23-М].

6. Вобастагии аппроксиматсионӣ ва муодилаи ҳолати (намуди Тейт) метавонад барои ҳисоб ва пешгӯии параметрҳои номбаршудаи маҳлулҳои татқиқ карданашуда дар асоси метилбутилкетон бо нанонайчаҳои карбонӣ ва дуда дар ҳудудҳои васеи параметрҳои ҳолати (ҳарорат, фишор, ва консентратсияи массавии нанозаррачаҳо ва дуда) истифода бурда шаванд. [1-М, 2-М, 4-М, 6-М, 8-М, 10-М, 11-М, 14-М, 16-М, 17-М, 18-М, 19-М, 21-М, 22-М, 23-М].

7. Вобастагиҳои апроксиматсионии бадастомада ва муодилаи ҳолати намуди Тейт барои наномоеъхоро донишҷӯён, магистрҳо ва аспирантҳои кафедраи «Физикаи умумӣ»-и Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи Садриддин Айни, Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав ва кафедраи «Техника ва энергетикаи гармо»-и Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ барои ҳисоб кардани хосиятҳои калорикии наномоеъҳои тадқиқотии истифода мебаранд. (санад оид ба тадбиқ замима гардидааст) [1-М, 2-М, 4-М, 6-М, 8-М, 10-М, 11-М, 14-М, 16-М, 17-М, 18-М, 19-М, 21-М, 22-М, 23-М].

8. Ҷадвалҳои муфассали зичӣ, коэффитсиенти гармигузаронӣ ва гармигунҷоиши хоси наномоеъҳои тадқиқотӣ дар ҳудудҳои васеи ҳароратҳои (293-433)К ва фишорҳои (0,101-39,24)МПа, ва консентратсияҳои массавии нанозаррачаҳо (0-2,0)%, ки метавонанд дар равандҳои гуногуни технологӣ ва дастгоҳҳои гармимубодилакунанда истифода шаванд, тартиб дода шудааст [1-М, 2-М, 4-М, 6-М, 8-М, 10-М, 11-М, 14-М, 16-М, 17-М, 18-М, 19-М, 21-М, 22-М, 23-М].

Тавсияҳо, дурнамои рушди минбаъдаи мавзӯи тадқиқоти рисола

1. Ҷадвалҳои муфассали зичӣ, коэффитсиенти гармигузаронӣ ва гармиғунҷоиши ҳоси наномоеъҳои тадқиқотӣ дар ҳудудҳои васеи ҳароратҳои (300-440)К ва фишорҳои (0,101-39,24)МПа, ва концентратсияҳои массавии нанозаррачаҳо (0-0,5 г) ки метавонад дар равандҳои гуногуни технологӣ (МБГ-2 ш. Душанбе) ва дастгоҳҳои гармимубодилакунанда истифода шаванд, тартиб дода шудааст.

2. Вобастагҳои апроксиматсионии ба даст омада ва муодилаи ҳолати намуди Тейта барои наномоеъҳоро донишҷӯён, магистрҳо ва аспирантҳои кафедраи «Физикаи умумӣ»-и Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи Садриддин Айнӣ, Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав ва кафедраи «Техника ва энергетикаи гармо»-и Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ барои ҳисоб кардани ҳосиятҳои калорикии наномоеъҳои тадқиқотӣ истифода бурда метавонанд.

3. Қиматҳои зичии бадастомада ва муодилаи ҳолати намуди Тейта намунаҳои омӯхташударо барои ҳисоб кардани фарқи гармиғунҷоиши ҳоси маҳлулҳои он бо дигар ҳалкунандаҳо истифода бурдан мумкин аст.

4. Маълумоти таҷрибавӣ ва ҳисобшуда оид ба коэффисиенти гармигузаронӣ, гармиғунҷоиши ҳоси ва зичии маҳлулҳои обии бо нанонайчаҳо ва дуда барои таҳияи назарияи микроскопии ҳодисаи интиқол дар маводи тадқиқшаванда асос шуда метавонанд.

5. Вобастагии апроксиматсионӣ ва муодилаи ҳолати (намуди Тейт) метавон барои ҳисоб ва пешгӯии параметрҳои номбаршудаи маҳлулҳои таҷрибанашуда дар асоси метилбутилкетон бо нанонайчаҳо ва дуда дар ҳудудҳои васеи параметрҳои ҳолати (ҳарорат, фишор, ва концентратсияи массавии наноандоза) истифода бурд.

РҰЙХАТИ АДАБИЁТ

Рұйхати адабиёти истифодашуда

1. **Lu, G.Q., Zhao, X.S.** Nanoporous materials science and engineering // Imperical college press.– 2004.– 900 p.
2. **Юзова, В.А.,** Левицкий А.А., Харлашин П.А. Развитие технологии получения и исследования пористого кремния // Журнал Сибирского федерального университета. Техника и технологии. –2011. – №4. – С. 92–112.
3. **Su, Z., Zhou W.** Porous anodic metal oxides // Science foundation in China. – 2008. – Vol. 16. – № 1. – P. 1–162.
4. **Hagfeldt, A. and Gratzel M.** Light–induced redox reaktions innano crystalline systems // Chem. Rev. – 1995. – Vol. 95. – P. 49.
5. **Varghese, O.K.,** Mor G.K., Grimes C.A., Paulose M., MukherjeeN. A Titania nanotube-array room-temperature sensor for selective detection of hydrogen at low concentrations // J. Nanoscience nanotechnol. – 2004. – Vol. 4 – P. 733–737.
6. **Paulose, M.,** Varghese O.K., Mor G.K., Grimes C.A., Ong K.G. Unprecedented ultra-high hydrogen gas sensitivity in undoped titania nanotubes // Nanotechnology. – 2006. – Vol. 17. – P. 398–402.
7. **Chu, S.Z.,** Inoue S., Wada K., Li D., Haneda H., Awatsu S. Highly-porous (TiO₂-SiO₂-TeO₂)/Al₂O₃/TiO₂ composite nano structureson glass with enhanced photo catalysis fabricated by anodizationand sol-gel process // J. Phys. Chem. B. – 2003. – Vol. 107. – P.6586–6589.
8. **Li, A.P.,** Muller F., Birner A., Nielsch K., Gosele U. Hexagonalpore arrays with a 50-420 nm in terpore distance formed by self-organization in anodic alumina // Journal of applied physics. –1998. –Vol. 84. – № 11. – P. 6023–6026.133
9. **Ong, K.G.,** Varghese O.K., Mor G.K., Shankar K., Grimes C.A. Application of finite difference time domain to dye-sensitized solar cells: The Effect of Nanotubearray negative electrode dimensions on light absorption // Solar energy materials & solar cells. – 2007. – Vol. 91. – P. 250-257.

10. Tsuchiya, H., Macak J.M., Sieber I. and Schmuki P. Electrochemical formation of self-organized high aspect ratio porous zirconium oxide // *Small* 1 (2005) 722.

11. Macak, J.M., Albu S., Kim D.H., Paramasivam I., Aldabergerova S. and Schmuki P. Multilayer TiO₂-nanotube formation by two-step anodization // *electrochem. Solid-state. Lett.* – 2007. – Vol.10. – K28–K31.

12. Sieber, I.V., Kannan B. and Schmuki P. // *Electrochem. solid-state. Lett.* – 2005. – Vol. 8. – P. 10.

13. Mukherjee, N., Paulose M., Varghese O.K., Mor G.K. and Grimes C.A. Fabrication of nanoporous tungsten oxide by galvanostatic anodization // *J. Mater. Res.* – 2003. – Vol. 18. – P. 2296–2299.

14. Tsuchiya, H. and Schmuki P. Self-organized high aspect ratio porous hafnium oxide prepared by electrochemical anodization // *Electrochem. commun.* – 2005. – Vol. 7. – P. 49–52.

15. Марьева, Е.А. Электрохимический синтез диоксида и нитридов титана в водосодержащих органических электролитах/Дисс. ...канд. техн. наук. – Саратов, 2013.-164с.

16. <http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0069.html>.

17. Vern Anderson, *Guss Hasbani, Heinz Ahlers, Barb Dames, Charles Geraci, Richard Niemeier, David Votaw, Alan Weinrich, and Ralph Zumwalde et al.* 2-Butanone // *Niosh Pocket Guide to Chemical Hazards (англ.)* / Michael E. Barsan (Technical Editor).-3ed edition.- The National Institute for Occupational Safety and Health (Niosh), 2007 (2010).- P. 36.- 454 p. (Dhhs (Niosh) Publication No. 2005-149).

18. Niosh. Methylethylketone. Immediately dangerous to life or Health (IDLH) Values-table of IDLH Values (англ.). www.cdc.gov/niosh/. The National Institute for Occupational safety and health (Niosh) (2014). Дата обращения: 23 января 2020.

19. Роспотребнадзор. № 411. Бутан-2-он (этилметилкетон) // ГН 2.2.5. 3532-18 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в

воздухе рабочей зоны» /утверждены А.Ю.Поповой.-М.;2018.- С. 32.- 170 с. - (Санитарные правила).

20. Artho. A. and R. Koch. Caractérisation Olfactive des Composés de la Fumée de Cigarettes (фр.)//Annales du tabac. Section 1.- Paris, 1973. -Vol. 2.- P. 37-43. ISSN 0399-0206.

21. Andrew Dravnieks. A building-block model for the characterization of odorant molecules and their odors (англ.)// *The New York Academy of Sciences Annals of the New York Academy of Sciences*. -New York: John Wiley & Sons, 1974. - September (vol. 237 (iss. 0).- P. 144-163. -ISSN 1749-6632. - doi: 10.1111/j.1749-6632.1974.tb49851.x.-PMID 4529228.

22. Юкельсон И.И. Технология основного органического синтеза. С. 354, 423, 445, 530, 539 сл., 581. 1968 г.

23. Физер. Л., Физер М. Органическая химия. Углубленный курс. (Том 1) С. 280, 461, 478. 1961-1962г.

24. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

25. Ляликов, А.С. Расчет коэффициента теплопроводности сухого сыпучего зернистого материала (Метод расчета)/А.С.Ляликов // Известия Томского ордена трудового красного знамени политехнического института имени С.М. Кирова. Т.110.-1962.-С.34-38.

26. Ляликов, А.С. Методы расчета коэффициента теплопроводности сыпучих зернистых материалов. / А.С.Ляликов // Изв. ТПИ, Т.109, 1960.- С.56-59

27. Ляликов, А.С. Распределение по сечению между зернами тепла, передаваемого в сухом сыпучем материале./А.С.Ляликов//Изв. ТПИ, т.109, 1960.-С.68-74.

28. Smoluchowski, M. Über warmleitung in verdunhten Gasen Ann. d Phys. Chem., Bd.64, 1898.- s.101.

29. Gehtcke, E. Über den Wärmeleitung Verdunnter Gase. Ann Phys., 4 Folge, Bd.2 Letpzig,1900.

30. Die, G. Warmeleitfähigkeit pulverförmiger Wärmesolterstoffe bei hohen Gasdrücken. Diss., München, 1934.

31. Ляликов, А.С. Расчет коэффициента теплопроводности сухого сыпучего зернистого материала (Экспериментальная проверка). / А.С. Ляликов // Известия Томского ордена трудового красного знамени политехнического института имени С.М. Кирова. т. 110.-1962.-С.39-42.

32. Михеев, М.А. Основы теплопередачи. Госэнергоиздат, М.-Л., 1949.

33. Софринский, А.О. Синтез углеродных и металлических наноструктур в газоразрядной плазме. / А.О. Софринский // 2 Международная конференция «Газоразрядная плазма и синтез наноструктуры», Казань, 2021.- С.30

34. Магомедов, М.Н. Изменение фазовой диаграммы простого вещества при уменьшении размера наночастиц. Тезисы докладов РКСТ-15 2018.-С. 119-120.

35. Магомедов, М.Н. Вестник МГТУ им.Н.Э. Баумана. Серия Естественных наук, 2013, 2,-С.28-42.

36. Магомедов, М.Н. Журнал Технической физики, 2014. - С. 46-51.

37. Баринов, А.А., Лю Б. Теплостойкость и теплопроводность нанопленок и нанонитей кремния и германия. Тезисы докладов РКСТ-15, 2018. - С.124.

38. Хвезюк, В.И. Инженерный журнал: наука и инновации. 2013. Вып.5.

39. Khesyuk, V.I., Skryabin A.S. // High Temp. 2017. Vol.55(3). p. 434.

40. Khesyuk, V.I., Barinov A.A. // J / Phys.: Conf.ser.2017, Vol.891, p.012352.

41. Викторов, И.А. Физические основы применения ультразвуковых волн. Релея и Лэмба в технический. М.: Наука, 1966. С.- 17, 33, 42, 44, 49, 65.

42. Физическая акустика. т.1.Ч.1./Под ред. У. Мэзона, М.: Мир, 1966,343с

43. Сафаров, М.М. и др. Устройства для определение теплопроводности наножидкостей / М.М. Сафаров и др. // Патент Республики Таджикистана №ТJ 923. -2017. -5 с.

44. Гуломов, М.М. Влияние углеродных нанотрубок и нанопорошков кремниевой кислоты на изменение теплофизических, термодинамических и седиментационных свойств некоторых жидких углеводородов и их смесей / **Масрур Мирзохонович Гуломов** / т.1 и т.2, Специальность 1.3.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника. Дис.на соискание учёной степени доктора технических наук. Душанбе – 2021.(т.1-274с, т. 2-163с.).

45. Сафаров, М.М. Теплофизические свойства простых эфиров и водных растворов гидразина в зависимости от температуры и давления. / *Махмадали Махмадиевич Сафаров* // Дисс. д-ра техн. наук. -1993. –956 с (в двух томах).

46. Сафаров, М.М. Теплофизические свойства простых эфиров в широком интервале параметров состояния (теплопроводность и плотность). Монография / *Махмадали Махмадиевич Сафаров, Камал Дадаш огли Гусейнов*. // Душанбе. - 1996. –196 с.

47. Сафаров, М.М. Теплофизические свойства простых эфиров / *Махмадали Махмадиевич Сафаров, Мохира Абдусаломовна Зарипова* // LAP-LAMBER Academic Publishing Gmb H&Co. KG.- 2012.-144 с.

48. Тагоев, С.А. Влияние растворителей на поведение теплопроводности и теплоёмкости хлопкового масла в широком интервале температур и давлений: / *Сафовуддин Асоевич Тагоев* // Дис....канд. техн. наук.– 2002. Душанбе, -2002.-120 с.

49. Зарипова, М.А. Влияние наночастиц на изменение теплофизических, термодинамических свойств некоторых кислородосодержащих, азотосодержащих органических жидкостей при различных температурах и давлениях: / Мохира Абдусаломовна Зарипова. / Дис. ... д-ра техн. наук. Душанбе,-2016.-505 с.

50. Амирханов, Х.И. Изхорная теплоемкость технически важных жидкостей / **Х.И. Амирханов** // Гос.ком.СССР по стандартам. ГОСслужба стандарт. -1984.-182 с.

51. Казанский, М.Ф. Водяной термостат фото тиратронами автотерморегулятором / **М.Ф. Казанский** // Научные записки Киевского государственного педагогического института. Сер. Физико-математика. -1948.-Т.Н.-№3.-С. 127-137.

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

53. Kraussold, N. Fereschung Gebiete Yugh.W.–1934.– Vol.5. - № 4. –Р. 186.

54. Варгафтик, Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. /Натан Борисович Варгафтик // – М.: -1963. -708 с.

55. Варгафтик, Н.Б. Теплофизические свойства некоторых авиационных топлив в жидком и газообразном состоянии. / *Натан Борисович Варгафтик*. // –М.: -1961.- 214 с.

56. Юсупов, Ш.Т. Теплофизические и термодинамические свойств растительных масел и некоторых их растворов в широком интервале температуры и плотностей / *Шаббони Тагоевич Юсупов* // Автореф. дис...д-ра техн. наук. Казань,-2012. -39 с.

57. Козлов, А.Д. Разработка и внедрение в народное хозяйство системы нормативно-справочных данных о термодинамических свойствах технически важных газов, жидкостей и смесей / **А.Д. Козлов**, // Автореф.дис...д-ра техн.-наук. – М.: -1986. - 48 с.

58. Арсланов, В.А. Экспериментальная установка для исследования теплопроводности газов при температурах до 773 К и давлениях до 200 Мпа / **В.А Арсланов, А.А. Тарзиманов** // Труды КХТИ. –1971.-Вып. 47. - С.150 – 156.

59. Chen, G. Application of SAXS to the study of particle-size-dependent thermal conductivity in silica nanofluids/ G. Chen, Yu W., Singh D. [et al] // Journal of Nanoparticle Research. - 10:.- 2008. – P. 1109-1114.

60. Рабинович, С.Г. Методика вычисления погрешности результатов измерения. / С.Г. Рабинович // Метрология. –1970. –№1. – С. 3–12.

61. Тиллоева, Т.Р. Теплофизические и термодинамические свойства коллоидного водного раствора наносеребра / Т.Р. Тиллоева, М.М. Гуломов, М.М. Сафаров // Монография. Изд. «Типография ТГПУ имени С. Айни». Душанбе, - 2020. – 132 с.

62. Абдуллоев, М.А. Теплофизические, кинетические свойства и седиментационные анализ аморфного кремниевой кислоты и МСУНТ / М. Абдуллоев, М.М. Гуломов, М.М. Сафаров / Монография. Изд. Типография ТТУ имени М. С. Осими. Душанбе,-2021. 146 с.

63. Abdujalilzoda, F. 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 // XV Joint European Thermo-dynamic Conference. Barselone 21th -24th May. Abstracts book. – 2019.- P. 105.

64. Хакимов, Д.Ш. Влияние одностенных углеродных нанотрубок (ОС SiAl) на изменение динамической вязкости растворов системы бензол-диизопропиловый эфир / Д.Ш. Хакимов, М.М. Сафаров, М.М.Гуломов // Вестник Филиала МГУ имени М.В. Ломоносова в г. Душанбе, (научный журнал). Серия Естественных наук, 1(2). -2018. - С. 71-79.

65. Мирзомамадов, А.Г. Коэффициент адсорбции и массоотдачи механической смеси кремниевых кислот и МСУНТ / А. Г. Мирзомамадов, М.М. Сафаров, М.А. Абдуллоев // Материалы 11 МТФШ “Информационно-сенсорные системы в теплофизических исследованиях”, Т.2, Тамбов, 6-9 ноября.-2018.- С. 245-250.

66. Давлатов, Н.Б. Влияние фуллеренов на изменение теплофизических и термодинамических свойств жидкого гидразина.(в 2

тома) / **Наджибулло Бахромович Давлатов** // Дис.....на соискание уч.степени канд.техн.наук. Душанбе-Казань. -2020. -420 с.

67. Алтунин, В.А. Некоторые пути повышения эффективности жидкостных реактивных двигателей летательных аппаратов на углеводородных и азотосодержащих горючих и охладителях/ В.А. Алтунин, К.В. Алтунин, И.Н. Алиев [и др] // **Монография**, Казань, 2020.-148 с.

68. Кудрявцев, Е. В. Нестационарный теплообмен / Е. В. Кудрявцев, К. Н.Чекалев, Н.В. Шуманов // Изд-во АН СССР. –1961. – 158 с.

69. Мень, А.А. Лучисто кондуктивный теплообмен в среде с селективными оптическими свойствами / А.А. Мен, О.А. Сергеев. // ТВТ. – 1971. - Т.9. – Вып. 3.-С. 370с.

70. Гуломов, М.М. Влияние углеродных нанотрубок на изменение тепло-, температуропроводности и плотности жидкого диэтилового эфира / Дис.....к.т.н, Душанбе, 2017 - 132с.

71. Гуломов, М.М., Сафаров М.М., Зарипова М.А. Влияние углеродных нанотрубок на изменение тепло-, температуропроводности и плотности жидкого диэтилового эфира (**монография**), Изд. “ПРОМЭКСПО”, Душанбе, 2017,170с.

72. Гуломов, М.М., Зарипов Дж.А., Сафаров М.М., Зарипова М.А. Физико-химические свойства, кинетики разложения смесей водных растворов пероксида водорода и этиленгликоля с наноферромагнитиках при высоких параметрах состояния, (**монография**). Изд. «Олами дониш», Душанбе - 2018. - 168с

73. Бобоназаров, М. Физико-химические особенности комплексной переработки фосфоритов Таджикистана. 02.00.04.-физическая химия, Автореферат дисс.....к.т.н., душанбе, 2016,-27с.

74. Dzhumaev, S.S. The effect of single-wall carbon nanotubes on the change in the thermal conductivity of isobutene at different temperatures and pressures (2.5MPa) / S.S. Dzhumaev, M.M. Safarov, Yu. F. Gortishov // VI Международная научно-техническая конференция. Материалы конференции

«Современные методы и средства исследований теплофизических свойств веществ». 27-28 мая 2021 г. Международная академия холода. Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики. Санкт-Петербург. 2021. – С. 4

75. Хакимов, Д.Ш. Влияние наночастиц OCSiAl и сажи на изменение термодинамических свойств простых эфиров и хладагентов / Д.Ш. Хакимов, М.М. Сафаров, Б.А. Тимеркаев / 6 Международной научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов «Энергосберегающие и эффективность в технических системах», Тамбов, - 2019.- С. 180-181.

76. Раджабов, А.Р. Влияние односитеных углеродных нанотрубок (OCSiAl) на изменение теплопроводности бинарных углеродных нанотрубок / А. Р.Раджабов, М.М. Сафаров, М.М. Гуломов / Материалы 11 МТФШ «Информационносенсорные системы в теплофизических исследованиях», Т.2. Тамбов, 6-9 ноября. -2018. - С. 257-260.

77. Гуломов, М.М. Модель для описание теплопроводности наножидкостей / М.М. Гуломов, М.М. Сафаров, М.М. Холиков // Вестник Кургантюбинского государственного университета имени Носира Хусрав, (научный журнал) Серия естественных наук. Бохтар. -2018.- №2/2(54).- С. 42-45.

78. Gulomov, M.M. Thermal conductivity of gaseous simple ethers at various temperatures with the account of MYNT clusters / M.M. Gulomov, M.M. Safarov, M.A. Zaripova // 20th Symposium on Thermophysical Properties, June 24-29, 2018 in Boulder Colorado. -2018. - P. 423.

79. Ozerinc, S. Enhanced thermal conductivity of nanofluids : a state of-the-art review / S. Ozerinc, S. Kakac, A Yazicioglu // Microfluid Nanofluid. -8: - 2010. – P. 145-170.

80. Томишко, М.М., А.М. Алексеев, А.Г. Томишко [и др]// Нанотехника, 2004. - № 1 -С. 10-15.

81. Харрис, П. Углеродные нанотрубки и родственные структуры. Новые материалы XXI века./ П. Харрис. М.: Техносфера, -2003 -336 с.

82. 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, Иман Бахроми Маниш, А.Ф.Тошов//Материалы 8 Международной теплофизической школы, посвященный 60 - летию профессора Сафарова М.М. Душанбе-Тамбов 8-13 октября .- 2012.- С. 206-208.

83. 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.- С.115-117.

84. 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, году образования и технических знаний. - 2010. - С. 190-192.

85. Гуломов, М.М. Влияние углеродных нанотрубок на изменение тепло-, температуропроводности и плотности жидкого диэтилового эфира. // *Масрур Мирзохонович Гуломов* // Авт. дисс. на соиск. уч. степ. к.т.н., Казань, -2017, -16 с.

86. Абдуллоев, М.А. Теплофизические, кинетические свойства и седиментационные анализ аморфного кремниевой кислоты и МСУНТ. / *М.А. Абдуллоев* // Дис уч. степени канд. техн. наук, Душанбе, -2017. -178с.

87. Дмитриев, А.С. Введение в нанотеплофизику / А.С. Дмитриев М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. -2015 – 790с.

88. Маджидов, Х., Сафаров М.М. Теплопроводность метилбутилкетона при различных температурах и давлениях. ДАН Тадж. ССР, №2, Т.26, , Душанбе, - 1983 - С. 183-188.

89. Маджидов, Х., Сафаров М.М. Теплопроводность газообразных кетонов в зависимости от температуры. Теплофизика высоких температур, Т.21. №6, 1983. М.- С.1229-1232.

90. Маджидов, Х.М. Теплопроводность метилбутилкетона. ИФЖ, 1984, Т. XVII, №2,- С.256-262.

91. Справочник по теплопроводности жидкостей и газов / Н.Б. Варгафтик, Л.П.Филиппов, А.А.Тарзиманов, Е.Е. Тоцкий-М.: Энергоатомиздат,- 1990. – 352 .

92. Сафаров, М.М., Давлатшоев С.К., Махмадиев М.С., и.др. Устройства для кондуктометрических измерений, Патент Республики Таджикистан. № TJ 88,МПК (2006)⁸, С 21D 1/70;H 05B 6.08, №0700102, от 4.04.2007г.,5с.

93. Mandelbrot, B. The Fractal Geometr of Nuture / B. Mandelbrot, W.H. Fremeen - San Fransisco-1982.-232 p.

94. Сафаров, М.М. Модель цилиндрического контакта с плоской подложкой и расчет эффективной теплопроводности нанонити / М.М. Сафаров, Дж.Ф. Собиров, Н.Б. Давлатов // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. ТНУ. Душанбе.-2018.-№ 2.-С. 122-127.

95. Гуломов, М.М. Влияние углеродные нанотрубки на изменение теплопроводности жидкого диэтилового эфира/ М.М. Гуломов, М.А. Зарипова / Материалы Республиканской научно-практической конференции «Экономические развитие энергетики в Республике Таджикистан» Курган-түбе.-2015.-С. 60-62.

96. Gulomov, M.M. Effect of Fullerenes C_{60} , C_{70} and CNTs on the thermophysics Properties of Nitrogen and Oxygen-Containing Liquids (Rocket Fuel) // M.M. Safarov, M.A. Zaripova, M.M.Gulomov, N.B.Davlatov/ Advanced Materials and Tecnologes.-Tambov.-2016.-№1.- P. 17-28.

97. Гуломов, М.М. Влияние нанотрубок (УНИТ) на изменение теплопроводности диэтилового эфира в зависимости от температуры при атмосферном давлении. // М.А. Зарипова, М.М.Сафаров, М.М. Гуломов /

Материалы конференции «Состояние химической науки и ее преподавание в образо-вательных учреждениях» Республики Таджикистан.-2015.- С. 169-172.

98. Гуломов, М.М. Влияние углеродных нанотрубок на изменение / теплопроводности жидкого диэтилового эфира М.М. Гуломов, М.А. Зарипова / Материалы научно-практической конференции. Кургантюбе.- 2015. -С. 60-62.

99. Гуломов, М.М. Влияние фуллерена C_{60} , C_{70} , C_{100} и (УНТ) на поведение теплофизических свойств жидкого гидразингидрата и диэтилового эфира // М.М.Гуломов, М.А. Зарипова Н.Б. Давлатов / Республиканской научно-практической конференции «Современные проблемы естественных наук», Душанбе, 24 ноября -2017. - С. 96-103.

100. Гуломов, М.М. Влияние температуры, давления и концентрации нано наполнителей на изменение теплофизических свойств углеросодержащих растворителей / М.М. Сафаров, М.А. Зарипова, М.М. Гуломов // Вестник Таджикского технического университета им. академика М.С. Осими. - №1 (29)- 2015.-С.10 - 17.

101. Гуломов, М.М. Влияние наноструктурных частиц на изменение термодинамических и адсорбционных свойств на линии увлажнения /М.А. Зарипова, М.М. Сафаров, А.С. Назруллоев, М.М. Гуломов, Н.Б. Давлатов, А.Г.Мирзомамадов, С.С.Абдуназаров, З.Ю. Норов / материалы 10^й Всероссийской сим-позиум с международным участием, «Термодинамика и материаловедение». Физико-технический институт имени А.Ф.Иоффе. РАН.- 2015.- С. 42.

102. Гуломов, М.М. Влияние углеродных нанотрубок (0,1-0,5г), на измерение теплопроводности жидкого диэтилового эфира при различных температурах и давлениях/ М.М.Сафаров, М.А. Зарипова, М.М. Гуломов // Вестник Таджикского национального университета, (научный журнал). - 2015.-№1/6(134).- С. 57-61.

103. Гуломов, М.М. Влияние углеродной нанотрубки (УНТ), температуры и давления на изменение теплопроводности диэтилового эфира до кри-

тической области / М.М. Сафаров, М.А.Зарипова, М.М. Гуломов // Вестник Таджикского технического университета им. академика М.С. Осими.- №2 (30).-2015.-С. 15-22.

104. Гуломов, М.М. Влияние углеродные нанотрубки на изменение теплопроводности жидкого диэтилового эфира/ М.М. Гуломов, М.А. Зарипова / Материалы Республиканской научно-практической конференции «Эко-номические развитие энергетики в Республике Таджикистан» Кургантюбе.-2015.-С. 60-62.

105. Гуломов, М.М. Итенсификация азотосодержащих ракетных топлив с учетом добавки наночастиц и расчет их термодинамических характеристики / М.М. Гуломов, М.А. Зарипова, М.М. Сафаров, / Материалы 8 Международной научно-технической конференции «Проблемы и перспективы развития авиации, наземного транспорта и энергетики (АНТЭ-2015)» 19-21 октября КАИ. - 2015. - С. 517-522.

106. Абдуллоев, М.А. Теплємкость порошка кремниевых кислот в зависимости от температуры / М.А. Абдуллоев, Х.А. Зоиров, М.М. Холиков, / Материалы международной научно-практической конференции «Независимость-основа развития энергетики страны» 22-23 декабря 2017 года, Бохтарский район, Республика Таджикистан Посвященный к празднованию дня энергетиков. -2017.-С. 94-101.

107. Давлатов, Н.Б. Влияние фуллеренов на изменение теплофизических и термодинамических свойств жидкого гидразина.(в 2 тома) / Н.Б. Давлатов // Дис..... к.т.н.-Душанбе-Казань.-2020.-420 с.

108. Гуломов, М.М. Анализ применимости уравнение типа Тейта к различным классам веществ в конденсированном состоянии на примере плотности. II. вычисление плотности / М.М. Гуломов, М.М. Сафаров, Р.Дж., Давлатов // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. ТНУ.-Душанбе.-2018. -№ 2. -С. 92-98.

109. Гуломов, М.М. Уравнение типа Тейта для расчета плотности жидкостей, растворов при различных температурах и давлениях / М.М. Гу-

ломов, М.М. Сафаров, Д.Ш. Хакимов / Материалы научно-практической конференции «8 Ломоносовских чтения», Филиал МГУ имени М.В. Ломоносова в г. Душанбе. 27-28 апреля. -2018.- С. 34-38.

110. Сафаров, М.М. Уравнение Тейта для расчета вязкости, плотности электролитов и простых эфиров/ М.М. Сафаров, Ф.Д. Исмонов, М.М. Гуломов / Материалы международной научно-практической конференции «Перспектива развития науки и образования» ТТУ имени акад. М.С. Осими, Душанбе. – 2019. - С. 286-289.

111. Исмонов, Ф.Д. Применение уравнение Тейта для расчета вязкости, плотности электролитов и простых эфиров / Ф.Д. Исмонов, А.А. Хубатхузин, М.М. Гуломов // Вестник Технологического университета Таджикистана. № 4(35) 2019. - С. 22-25.

Руйхати интишороти муаллиф доир ба мавзӯи диссертатсия

Мақолаҳо дар маҷалаҳои илмие, ки аз ҷониби ҚОА – и назди

Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон тавсия шудаанд

[1-М]. Шарипов, С.М., Влияние наночастиц (70% масс. углеродных нанотрубок) на изменение теплопроводности жидкого метилбутилкетона / Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Бохтар, 2022, - № 2/1 (96). -С. 49-52.

[2-М]. Шарипов, С.М. Теплопроводность системы «жидкий метилбутилкетон + одностенные, многостенные углеродные нанотрубки при различных температурах и давлениях» / Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. - Бохтар, 2022, 2/4 (105). – С. 41–47.

[3-М]. Шарипов, С.М. Ойматова Х.Х., Зайнидинов Д.Р., Сафаров М.М. Влияние 20% массовой концентрации углеродных нанотрубок на изменение теплоёмкости жидкого метилбутилкетона / Вестник Технологического университета Таджикистана. Душанбе, 2022. - № 4/1 (51). – С. 87–95.

[4-М]. Шарипов, С.М. Ойматова Х.Х., Сафаров Ш.Р., Зарипова М.А. Расчет термодинамических параметров (изменение внутренней энергии, энергии гелмгольца и энергии гибса) тернарных систем (методом ДСК) /

Вестник Дангаринского государственного университета (научный журнал). - Дангара, 2022. - №3/3(90). – С. 52-55.

[5-М]. Шарипов С.М., Сафаров М.М., Ойматова Ҳ.Х., Сафаров Ш.Р. Таҳлили маълумоти таҷрибавӣ оид ба гармигузаронии маҳлулҳои метилбутилкетон + нанозаррачаҳо вобаста аз ҳарорат ва фишор / Паёми Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. № 2/1 (108) 2023. -106-111.

[6-М]. Шарипов С.М., Сафаров М.М., Ойматова Ҳ.Х., Сафаров Ш.Р., Шарипов М.Л. Гармигузаронии маҳлулҳои «метилбутилкетон+нанонайчаҳои карбонии якқабата ва бисёрқабата» дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун / Паёми Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав, №2/3 (113) 2023. - С. 25-34.

Интишорот дар маводи конференсияҳо

[7-М]. Шарипов, С.М., Хусайнов З.К. Экспериментальное исследование теплопроводности, температуропроводности водных растворов аэрозина, диметилгидразина / Материалы Международной научной конференции «Молодые исследователи - регионам». Вологда-16-20 апреля 2018 г. -С. 367-369.

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

[9-М]. Шарипов, С.М., Сафаров М.М., Тургунбоев М.Т., Хусайнов З.К. Теплофизические расчеты водных растворов диметилгидразина Материалы научно-практической конференции «8 Ломоносовские чтения» на тему «Актуальные проблемы естественных и гуманитарных наук». Филиал МГУ в г. Душанбе, 27-28 апреля 2018). - С.43-46.

[10-М]. Шарипов, С.М., Сафаров М.М., Хакимов Д.Ш., Тимеркаев Б.А. Влияние наночастиц (сажа+70%ОУНТ) на изменение плотности метилбутилкетона при различных температурах / Материалы VI Международная научно-техническая конференция «Современные методы и средства исследований теплофизических свойств веществ». Санкт-Петербург, 27 – 28 мая 2021 г. - С. 34-36.

[11-М]. Шарипов, С.М., Сафаров М.М., Зарипова М.А., Умарзода Шарифмурод У. Тимеркаев Б.А. Влияние наночастиц на изменение плотности метилбутилкетона при различных температурах и давлениях / Материалы международной конференции «Фазовые переходы, критические и нелинейные явления в конденсированных средах». Институт физики им. Х.И. Амирханова Дагестанского федерального исследовательского центра РАН. Махачкала, 12 - 17 сентября 2021 г. - С. 288-291.

[12-М]. Шарипов, С.М., Сафаров М.М., Зарипова М.А., Сафарова Ф. А. Влияние наночастиц на изменение плотности фенилгидразина при различных температурах и атмосферном давлении / Материалы республиканской научно-практической конференции (с международным участием) «Теплоэнергетика и теплофизические свойства веществ», посвященной 30-летию государственной независимости Республики Таджикистан, 65-летию ТТУ имени акад. М.С. Осими и 50-летию МТФШ, Душанбе 27-28 августа 2021 г. -С. 141-144.

[13-М]. Шарипов, С.М., Сафаров М.М., Ойматова Х.Х., Сафаров Ш. Р., Зарипова М.А. Расчет температуропроводности тернарных систем с использованием данным полученных сканирующим калориметром / Материалы республиканской научно-практической конференции (с международным участием) «Теплоэнергетика и теплофизические свойства веществ», посвященной 30-летию государственной независимости Республики Таджикистан, 65-летию ТТУ имени акад. М.С. Осими и 50-летию МТФШ. Душанбе, 27-28 августа 2021 г. - С. 152-155.

[14-M]. Шарипов, С.М., Сафаров М.М., Ойматова Х.Х. Влияние наночастиц (сажи и 70% углеродных нанотрубок) на поведение теплопроводности метилбутилкетона при атмосферном давлении / Материалы Международной научно-практической конференции «Энергетика: Состояния и перспективы развития», 20 декабря 2021. -Душанбе: ЦИ и П, ТТУ имени акад. М.С. Осими . – С. 174-177.

[15-M]. Шарипов, С.М., Сафаров М.М., Ойматова Х.Х., Зарипова М. А., Сафаров Ш.Р. Корреляция между экспериментальными данными по коэффициентом массопередачи и коэффициентом набухания опытных образцов тернарных систем / Материалы Международной научно-практической конференции «Энергетика: состояния и перспективы развития», 20 декабря 2021. Душанбе: ЦИ и П, ТТУ имени акад. М.С. Осими. -С. 178-181.

[16-M]. Шарипов, С.М., Сафаров М.М., Ойматова Х.Х. Сафаров Ш. Р., Зарипова М.А. Расчетно-экспериментальные значения коэффициента теплоотдачи тернарных систем. Сборник трудов Первая Международная научно-практическая конференция и «Перспективы развития исследований в области химии координационных соединения и аспекты их применения» посвященной памяти профессора Баситовой С.М., 80-летию со дня рождения и 60-летию педагогического деятельности д.х.н., профессора Азизкуловой О.А. 30-31 марта 2022 г., Душанбе. - С. 160-164.

[17-M]. Шарипов, С.М., Сафаров М.М., Ойматова Х.Х. Электрофизические свойства суспензии системы метилбутилкетона и углеродных нанотрубок Материалы республиканской научно-практической конференции на тему «Роль Абурайхони Беруни в развитии естественных, математических и технических наук», посвященной 1050-летию известного персидско-таджикского энциклопедиста Абурайхони Беруни и «20-летию изучения и развития естественных, точных и математических наук в сфере науки и образования». Бохтар, 28 мая 2022 г. - С. 307-308.

[18-M]. Sharipov, S.M., Safarov M.M., Oimatova H.H. Influence (20wt % of carbon nanotube) on a chance in the heat capacity of liquid metilbutilketon

Proceedings of the Journal of International University Scientific Forum (Practice Oriented Science)-UAE-Russia-India, Dubai-17 June 2022.-Pp.112-116. doi: 10.34660/INF 2022.61.

[19-M]. Sharipov, S.M., Safarov M.M., Oimatova H.H. Correction between thermal conductivity and specific heat capacity of ternary systems (CA, MWCN and N₂H₄) Proceedings of the Journal of International University Scientific Forum (Practice Oriented Science). UAE-Russia- India, Dubai-17 June 2022., Dubai-17 June 2022.-Pp.121-128. doi:10.34660/INF 2022.16.28.046.

[20-M]. Шарипов, С.М., Ойматова Х.Х., Сафаров Ш.Р., Сафаров М.М. Корреляция между коэффициентом теплоотдачи и удельной теплоёмкости тернарных систем кремниевой кислоты, многослойной углеродной нанотрубки и нанопорошка гидразина / МТФШ-13, 2022 г. Тамбов-Душанбе, 2022 г. С. 69-71.

[21-M]. Шарипов С.М., Ойматова Х.Х. теплопроводность колоидного раствора метилбутилкетона при различных температурах и давлениях / Сборник материалов Республиканская научнопрактическая конференция «Актуальные проблемы перспектив развития естественных точных наук» Душанбе, 2023. - С. 161-163.

[22-M]. Шарипов С.М., Сафаров Ш.Р., Зоиров Х.А. Получение эмперических уравнений на основе экспериментальных данных и сравнение их значений / Российская конференция (с международным) свойства веществ (РКТС – 16). Махачкала, 26-29 сентября 2023г. -С. 71.

Патенти хурди ҶТ

[23-M]. Шарипов С.М. ва дигарон. Дастгоҳ барои бо тавари автоматӣ муайян кардани гармигузаронии ҷисмҳои сахт. Патенти хурди №ТҚ 1185 аз 3.05.2021. -5 с.

ЗАМИМАҲО

«Тасдиқ мекунам»

Директори МДИ «Пажӯҳишгоҳи
илмӣ-тадқиқотии саноат»

н.и.т. М. Баротов

«29» Октябри 2023 с.

САНАДИ

комиссияи илмӣ-техникӣ оид ба татбиқи натиҷаҳо ва хулосаҳои илмӣ рисолаи номзоди Шарипов Сафарбой Муродалиевич, барои дарёфти дараҷаи илмӣ номзоди илмҳои техникӣ аз рӯи ихтисоси 01.04.14 – Физикаи ҳарорат ва назарияи техникаи гармо дар мавзӯи: «Таъсири нанозаррачаҳо (дуда, нанонайчаҳои карбонӣ) ба тағйирёбии гармигузаронӣ ва гармиғунҷоиши метилбутилкетон дар фазаи гузариш ва параметрҳои гуногуни ҳолат».

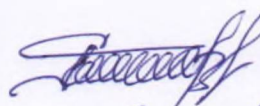
Комиссия дар ҳайати: д.и.х. Раҷабов С.И.- раиси комиссия: ходими калони илмӣ Қаюмов А.И., ходими илмӣ Сафаров Х. шаҳодат медиҳанд, ки натиҷаҳои тадқиқи гармигузаронӣ ва гармиғунҷоиши системаҳои ду - ва секомпонентаи дуда ва нанонайчаҳои карбонӣ (то 0,5г.) (метилбутилкетони моеъ ва газмонанд) дар ҳудуди ҳароратҳои (290-640)К ва фишорҳои (0,101-39,24)МПа дар рисолаи номзоди Шарипов Сафарбой Муродалиевич оварда шуда, натиҷаҳои илмӣ зеринро дар бар мегиранд:

- усулҳои ҳисобкунии хосиятҳои гармофизикӣ (гармигузаронӣ ва гармиғунҷоиши хос) дар параметрҳои васеи ҳолат (муодилаи ҳолати намуди Тейта) ва таҳлили раванди интиқоли гармӣ дар маводҳои тадқиқотӣ;
- ифодаҳои аппроксиматсионӣ ва муодилаи ҳолат (дар намуди муодилаи Тейта) барои ҳисоб намудани хосиятҳои калорикии системаҳои моеъҳои органикӣ + нанонайчаҳои карбонӣ ва дудай наноандоза дар ҳудудҳои васеи ҳарорат ва фишор;

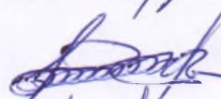
- навъҳои нави асбобҳои ченкуанда ва имкони асоснок кардани истифодаи онҳо барои омӯختани коэффитсиенти гармигузаронии маҳлӯлҳо (коллоидӣ ва сусензияҳо) вобаста аз ҳарорат ва фишор, аз ҷумлаи ҳудуди критикии параметрҳои ҳолат дар $(290-640)K$ ва $(P=4,76 MPa)$;
- маълумотҳои ҳисобкардашуда оид ба хосиятҳои гармофизикии маҳлӯлҳо (коэффитсиенти гармигузаронӣ дар ҷоришаии ламинарӣ, турбулентӣ ва ғайраҳо) дар ҳудудҳои $(T=290-640)K$, $P=(0,101-39,24)MPa$ ва концентрат-сияи то $0,5g$. нанонайчаи карбонӣ ва дудаи наноандоза.

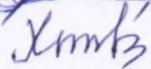
Натиҷаҳои рисолаҳо барои такмил додан ва пешгуи равандҳои технологӣ, инчунин барои ҳисобкуниҳои аз ҷиҳати илмӣ асосёфтаи муҳандисӣ лозиманд, ва маълумот дар бораи хосиятҳои гармофизикӣ ва термодинамикии маводҳои корӣ дар доираи васеи тағирёбии параметрҳои ҳолат, аз ҷумла гузариши мувозинати фазаӣ лозим ҳастанд, талаб мекунамд, истифода бурдан мумкин аст. Онҳо инчунин метавонанд дар раванди таълим дар омӯзиши фанҳои «Физикаи гармо», «Техникаи гармо ва термодинамика», ихтисосҳои муҳандисӣ натиҷаҳои тадқиқоти бадастовардаи муаллиф ба сифати маълумотнома дар МДИ «Пажӯҳишгоҳи илмӣ-тадқиқоти саноат» истифода бурда мешаванд.

Раиси комиссия:

 Раҷабов С.И.

Аъзоёни комиссия:

 Қайюмов А.И.

 Сафаров Х.

Тасдиқ менамоям:

Нозири калони ШК



Шакирова Н.

«Тасдиқ мекунам»

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

« 5 » 2023с.

САНАДИ

комиссияи илмӣ-техникӣ оид ба татбиқи натиҷаҳо ва хулосаҳои илмӣ рисолаи номзоди Шарипов Сафарбой Муродалиевич, барои дарёфти дараҷаи илмӣ номзоди илмҳои техникӣ аз рӯи ихтисоси 01.04.14 – Физикаи ҳарорат на назарияи техникаи гармо дар мавзӯи: «Таъсири нанозаррачаҳо (дуда, нанонайчаҳои карбонӣ) ба тағйирёбии гармигузаронӣ ва гармиғунҷоиши метилбутилкетон дар фазаи гузариш ва параметрҳои гуногуни ҳолат»

Комиссия дар ҳайати: и.в. профессори кафедраи техника ва энергетикаи гармои Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, д.и.т. Зарипова М.А., мудирӣ кафедраи техника ва энергетикаи гармо, н.и.т., дотсент Тағоев С.А., н.и.т., ассистенти кафедраи техника ва энергетикаи гармои ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ Тиллоева Т.Р., н.и.т., дотсенти кафедраи техника ва энергетикаи гармои ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ Зарипов Қ.А. шаҳодат медиҳанд, ки натиҷаҳои тадқиқоти гармигузаронӣ, гармиғунҷоиши ҳос ва электрогузаронии метилбутилкетон бо иловаи нанонайчаҳои карбонӣ дар ҳароратҳои (290-640)К ва фишорҳои (0,101-39,24) МПа, ки дар рисолаи номзоди Шарипов Сафарбой Муродалиевич оид ба системаҳои ду - ва секомпоненти дуда ва нанонайчаҳои карбонӣ (то 0,5г.) нишон дода шудааст, натиҷаҳои зерини илмӣ ба даст оварда шудаанд:

- механизми гузарнидани гармӣ дар наномоеъҳои коллоидии тадқиқотии системаҳои нанонайчаҳои карбонӣ ва дуда+метилбутилкетон ошкор карда шудааст;
- дастгоҳи таҷрибавӣ барои чен кардани гармигузаронӣ дар речаҳои ламинарӣ ва турбулентӣ вобаста аз ҳарорат, фишор ва консентратсияи массагии нанозаррачаҳо таҳия ва сохта шудааст;
- бузургҳои таҷрибавӣ ва ҳисобии гармигузаронӣ дар ҳароратҳои (290-640) К ва фишорҳои (0,101-39,24) МПа (усули нокили тафсон ва моделҳои Максвелл ва Г.Н.Дулнев) ба даст оварда шудааст.

- вобастагии коэффитсиенти гармигузаронии маҳлулҳои тадқиқотӣ (коллоидҳо ва суспензияҳо) аз ҳарорат, фишор, концентратсияи нанонайчаҳои карбонӣ ва дуда дар речаҳои ламинарӣ ва турбулентӣ муқаррар карда шудааст;
- вобастагиҳои аппроксиматсионӣ ба даст оварда шудаанд, ки алокамандии гармигузарониро бо ҳарорат, фишор, концентратсияи массавии нанозарраҳо ва хусусиятҳои махсуси сохтори объектҳои тадқиқшавандаро муқаррар мекунанд;
- коррелятсияи миёни гармигузаронӣ ва гармиғунҷоиши хос дар ҷоришавиҳои ламинарӣ ва турбулентии наномоеҳои тадқиқотӣ дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун ба даст оварда шудааст.

Натиҷаҳои рисолаҳо барои такмил додан ва монандкунии равандҳои технологӣ, ки барои ҳисобкуниҳои муҳандисии илмӣ асоснокшуда заруранд ва маълумот доир ба хосиятҳои гармофизикӣ ва термодинамикии маводҳои корӣ дар ҳудудҳои васеи тағйирёбии параметрҳои ҳолат, аз ҷумла гузариши фазаи мувозинатӣ талаб мекунанд, истифода бурдан мумкин аст.

Онҳо метавонанд, дар равандҳои таълимии омӯзиши фаннҳо, ба монанди “Физикаи гармо”, “Техникаи гармо ва термодинамика” барои ихтисосмандони муҳандисӣ, инчунин натиҷаҳои тадқиқотии аз тарафи муаллиф ба даст оварда шуда ба сифати маълумотнома дар Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ истифода бурда мешаванд.

Раиси комиссия:

Доктори илмҳои техникӣ, и.в. профессори кафедраи «Техника ва энергетикаи гармо»-и ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ

Зарипова М.А.

Аъзоёни комиссия:

Н.и.т, дотсент, мудири кафедраи «Техника ва энергетикаи гармо»-и ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ

Тағоев С.А.

Н.и.т., дотсенти кафедраи «Техника ва энергетикаи гармо»-и ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ

Зарипов Ҷ.А.

Н.и.т., ассистенти кафедраи «Техника ва энергетикаи гармо»-и ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ

Тиллоева Т.Р.

Имзоҳои д.и.т., и.в. профессор Зарипова М.А., н.и.т., дотсент Тағоев С.А., н.и.т., дотсент Зарипов Ҷ.А., н.и.т., ассистент Тиллоева Т.Р.-ро тасдиқ мекунам:

Сардори ШК ва КМ ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ



Шарипова Д.А.

“Тасдиқ мекунам”

Ректори Донишгоҳи Давлатии Бохтар
ба номи Носири Хусрав



САНАДИ

комиссияи илмӣ-техникӣ оид ба татбиқи натиҷаҳо ва хулосаҳои илмӣ рисолаи номзоди Шарипов Сафарбой Муродалиевич, барои дарёфти дараҷаи илмӣ номзоди илмҳои техникӣ аз рӯи ихтисоси 01.04.14 – Физикаи ҳарорат ва назарияи техникаи гармо дар мавзӯи «Таъсири нанозарраҳо (дуда, нанонайчаҳои карбонӣ) ба тағйирёбии гармигузаронӣ ва гармиғунҷоиши метилбутилкетон дар фазаи гузариш ва параметрҳои гуногуни ҳолат».

Комиссия дар ҳайати мудирӣ кафедраи физикаи умумии ДДБ ба номи Носири Хусрав н.и.т., и.в. дотсент Тургунбаев М.Т., н.и.т., саромӯзгори кафедраи физикаи умумии ДДБ ба номи Носири Хусрав Холов Н.Ш., н.и.ф-м., и.в. дотсенти кафедраи физикаи умумии ДДБ ба номи Носири Хусрав Алимардонов Э., мудирӣ кафедраи методикаи таълими физикаи ДДБ ба номи Носири Хусрав н.и.т., Сафаров Ш.Р., дар хулосаи худ қайд менамоям, ки натиҷаҳои илмӣ дар натиҷаи таҳқиқи гармигузаронӣ, гармиғунҷоиши хос ва зичии метилбутилкетон бо илова намудани нанонайчаҳои карбонӣ дар ҳароратҳои (290-640) К ва фишорҳои (0,101-39,24) МПа аз ҷониби Шарипов С.М. ба дастовардашуда, дар раванди таълим махсусан барои омӯзиши фанҳои «Физикаи гармо», «Техникаи гармо ва термодинамика» дар Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав, истифода бурда мешаванд.

Таҷҳизоти таҳияшударо барои муайян кардани гармигузаронӣ дар ҷоришавии ламинарӣ ва турбулентӣ ва усули коркарди натиҷаҳо барои омӯзиши гармигузаронии наномоеъҳо вобаста ба ҳарорат ва фишор дар

озмоишгоҳҳои кафедраи физикаи умумии Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав аз тарафи омӯзгорони фаннӣ ва донишҷуён мавриди истифода қарор додан мумкин аст.

Инчунин натиҷаҳои таҳқиқоти бадастовардаи муаллиф метавонад, барои истифода ҳангоми гузаронидани ҳисобкуниҳои моделҳои физикию математикӣ ҳамчун ба сифати маводи маълумотномавӣ барои донишҷуён ва ихтисосмандони дахлдори муҳандисӣ тавсия карда шудааст.

Раиси комиссия:

н.и.т., дотсент, мудири кафедраи
физикаи умумии ДДБ
ба номи Носири Хусрав,



Тургунбаев М.Т.

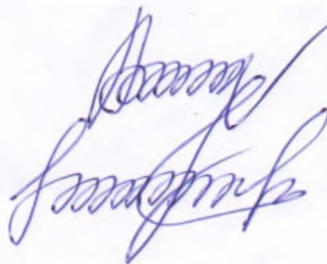
Аъзоёни комиссия:

н.и.т., саромӯзгори кафедраи
физикаи умумии ДДБ ба номи
Носири Хусрав



Холов Н.Ш.,

н.и.ф-м., и.в. дотсенти кафедраи
физикаи умумии ДДБ ба номи
Носири Хусрав



Алимардонов Э.

н.и.т., мудири кафедраи МТФ-и
ДДБ ба номи Носири Хусрав



Сафаров Ш. Р.

Имзоҳои и.в. дотсент Тургунбаев М.Т., н.и.т. Холов Г.Ш., н.и.ф-м., Алимардонов Э. ва н.и.т., Сафаров Ш.Р. –ро тасдиқ мекунам.

Сардори шуъбаи кадрҳои ва корҳои махсуси
Донишгоҳи давлатии Бохтар
ба номи Носири Хусрав



Шукурзод Ҷ. А.

**ҶУМҲУРИИ
ТОҶИКИСТОН**



**ИДОРАИ
ПАТЕНТӢ**

ШАҲОДАТНОМА

Шахрванд Шарипов С.М.

муаллифи ихтирон *Дастгоҳ барои ба таври автоматӣ муайян кардани гармигузаронии ҷисмҳои сахт*

**Ба ихтироъ
нахустпатенти** № ТҶ 1185 **дода шудааст.**

**Дорандаи
нахустпатент** Сафаров М.М., Саидзода Қ.Б.

Сарзамин Ҷумҳурии Тоҷикистон

Ҳаммуаллиф(он) Сафаров М.М., Саидзода Қ.Б., Заринов Ҷ.А.,
Сафаров Ш.Р., Заринова М.А., Тиллоева Т.Р., М. Ҷабборзода, Махмадиев
Б.М., Умарализода М.У., Сафаров М.М., Рафиев С.С.

Аввалияти ихтироъ 03.05.2021

Таърихи рӯзи пешниҳоди ариза 03.05.2021

Аризаи № 2101552

Дар Феҳристи давлатии ихтироъҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон

27 сентябри с. 2021 **ба қайд гирифта шуд**

Нахустпатент

этибор дорад аз 3 майи с. 2021 **то** 3 майи с. 2031

**Ин шаҳодатнома ҳангоми амалӣ гардонидани ҳукуку
имтиёзхое, ки барои муаллифони ихтироот бо қонунгузории
ҷорӣ муқаррар гардидаанд, нишон дода мешавад**

ДИРЕКТОР

Исмоилзода М.

REPUBLIC OF TAJIKISTAN
PATENT OFFICE

CERTIFICATE

Citizen

is the author of invention

Petty patent № TJ

is granted for the invention

Patent owner

Country

Co-author (s)

Invention priority

Date of application

Application №

Recorded in the State register of patents
for inventions of the Republic of Tajikistan

Petty patent is valid from

till

The present certificate is submitted on realization of the rights and privileges determined by the
legislation currently in force for authors of inventions

РЕСПУБЛИКА ТАДЖИКИСТАН
ПАТЕНТНОЕ ВЕДОМСТВО

УДОСТОВЕРЕНИЕ

Гражданин Шарипов С.М.

Является автором изобретения Установка для автоматизированного определения
теплопроводности твердых тел

На изобретение выдан малый патент №ТJ 1185

Патентообладатель Сафаров М.М., Саидзода К.Б.

Страна Республика Таджикистан

Соавторы Сафаров М.М., Саидзода К.Б., Зарипов Дж.А., Сафаров Ш.Р.,
Зарипова М.А., Тиллоева Т.Р., М. Джабборзода, Махмадиев Б.М.,
Умарализода М.У., Сафаров М.М., Рафиев С.С.

Приоритет изобретения 03.05.2021

Дата подачи заявления 03.05.2021

Заявление № 2101552

Зарегистрировано в Государственном реестре 27 сентября 2021
изобретений Республики Таджикистан

Малый действителен с 3 мая 2021 г. по 3 мая 2031 г.
Патент

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





Республика Таджикистан

(19) **TJ** (11) 1185
(51) **МПК G 01 N 25/00**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО**(12) Описание изобретения**
К МАЛОМУ ПАТЕНТУ

1

(21) 2101552

(22) 03.05.2021

(46) Бюл. 176, 2021

(71)(73) Сафаров М.М. (ТJ); Саидзода К.Б. (ТJ)

(72) Сафаров М.М. (ТJ); Саидзода К.Б. (ТJ);

Зарипов Дж.А. (ТJ); Сафаров Ш.Р. (ТJ);

Зарипова М.А. (ТJ); Шарипов С.М. (ТJ);

Тиллоева Т.Р. (ТJ); М. Джабборзода (ТJ);

Махмадиев Б.М. (ТJ); Умарализода М.У. (ТJ);

Сафаров М.М. (ТJ); Рафиев С.С. (ТJ)

(54) УСТАНОВКА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

(56) 1. Патент Российской Федерации RU 2456582.

2. Измерение теплоемкости: Метод. указания к лаб. работам / Сост.: В. И. Ляшков, В. А. Русин. Тамбов: Изд-во Тамбов. гос. техн. ун-та, 2003. 16 с.

3. <https://gigabaza.ru/doc/8506.html>.

(57) Изобретение относится к области теплофизики, теплотехники, а также автоматизации процессов, и может быть использовано для определения теплопроводности твердых тел.

Сущность изобретения заключается в том, что к источнику переменного тока на 220 В подключен блок питания, содержащий выключатель регулиро-

2

вочного трансформатора с встроенным переменным резистором, соединенным с одним его выходом, к которому последовательно подключен ампер-метр (А). Вольтметр (В) параллельно подключен к переменному резистору (R) и одному концу самодельного нагревательного блока, подключенного к другому выходу регулировочного трансформатора. Нагревательный блок выполнен на базе осветителя микроскопа марки ОИ-32М, из коллектора которого изъята верхняя часть с линзой. В качестве измерительного столика установлена плоская алюминиевая пластина с загнутыми краями. Внутри вместо осветительной лампы накаливания под пластиной в качестве нагревательного элемента установлена нихромовая спираль, подключенная к амперметру. На пластине расположен исследуемый керамический образец цилиндрической формы. К нему в нижней и верхней точках установлены одни концы двух термодатчиков (хромель-алюмелевых термопар), а их другие концы подключены к двум нановольтамперметрам, которые соответственно подключены к USB-портам двух компьютеров с установленными в них специальными программами.

Данная установка позволяет проводить измерения при нагреве и охлаждении в интервале температур от 20 до 200°C и наоборот в динамическом режиме.

Изобретение относится к области теплофизики, теплотехники, а также автоматизации процессов, и может быть использовано для определения теплопроводности твердых тел.

Известно устройство [1] для измерения температуры, включающее основание, крышку и стеклянные волокна, на которых расположен образец, к которому приклеена термопара, а угольный термометр сопротивления установлен в отверстие у основания, нагреватель намотан по внешней поверхности крышки, в верхней части крышки установлено окно из оптического стекла, с одной стороны верхней крышки утоплена термопара калориметра, с другой стороны крышки расположена трубка-держатель калориметра, внутри которой проходят провода, а над окном расположен световод, подведенный к калориметру по трубке вместе с подводящими проводами.

Известно устройство [2], включающее блок питания, двойной тумблер, электрический нагреватель адиабатического калориметра, вольтметр и амперметр.

Устройстве включает следующие некоторые близкие признаки: подача питания на электрический нагреватель адиабатического калориметра с жидкостью, измерение падения напряжения и ток в цепи соответственно вольтметром и амперметром, нагревание электронагревателя с рабочим напряжением 25-30В, прогрев до заданной температуры (35-40°C), запись показаний термометра через каждые 0,5 мин до значений 4,40-4,60К. После этого выключают электронагреватель. В том же режиме (через каждые 0,5 мин) продолжают записывать показания термометра, заполняя протокол измерений.

В качестве прототипа принята установка ФПТ1-8 для определения теплоемкости твердых тел [3]. Установка состоит из трех основных частей: блока приборного, блока рабочего элемента и стойки. На передней панели блока приборного расположены: тумблер «СЕТЬ», который осуществляет подключение установки к сети питающего напряжения; тумблер «НАГРЕВ», который включает нагреватель; регулятор «НАГРЕВ», с помощью которого регулируется мощность нагревателя; вольтметр и амперметр с помощью которых измеряются напряжение и ток в цепи нагревателя; секундомер, с помощью которого измеряется время нагрева калориметра. Секундомер приводится в действие при включении питания блока приборного. Блок рабочего элемента закрыт спереди съемным экраном из органического стекла. При выполнении работы экран навешивается на заднюю стенку блока рабочего элемента. На панели блока рабочего элемента расположен цифровой термометр для измерения температуры. Внизу в гнездах размещены исследуемые образцы из различных материалов и рукоятка для установки образцов в нагреватель.

Общими недостатками перечисленных аналогов, в том числе и ближайшего аналога являются:

- сложность конструкции;
- большая погрешность измерений;
- длительность процесса осуществления способа измерений;

- большой шаг измерения параметров;
- проведение дополнительных действий, а именно запись и фиксация данных, составление таблиц, диаграмм и др.

Целью предложенного изобретения является разработка установки, позволяющей осуществить измерение теплопроводности твердых тел автоматизированным способом.

Поставленная цель достигается путем динамического нагрева твердых тел определенной формы с помощью вновь разработанной экспериментальной установки и одновременного измерения их теплопроводности.

Заявленные разработки поясняются графическими изображениями Фиг. 1 – 4.

На Фиг. 1 изображена принципиальная схема установки;

на Фиг. 2 – диаграмма зависимости изменения температуры испытываемого образца в верхней точке;

на Фиг. 3 – диаграмма зависимости температуры испытываемого образца в нижней точке;

на Фиг. 4 – диаграмма зависимости ($\ln \theta$) от времени охлаждения.

Сущность изобретения заключается в том, что (Фиг. 1) к источнику 1 переменного тока на 220 В подключен блок питания, содержащий выключатель 2 регулировочного трансформатора 3 с встроенным переменным резистором 4, соединенным с одним его выходом, к которому последовательно подключен амперметр 5 (А). Вольтметр 6 (В) параллельно подключен к переменному резистору 4 (R) и одному концу установленного нагревательного блока 7, подключенного к другому выходу регулировочному трансформатора 3.

Нагревательный блок 7 выполнен на базе осветителя микроскопа марки ОИ-32М, из коллектора которого изъята верхняя часть с линзой. Вместо них в качестве измерительного столика установлена плоская алюминиевая пластина 8 с загнутыми краями. Внутри вместо осветительной лампы накаливания под пластиной 8, в качестве нагревательного элемента установлена нихромовая спираль (на чертеже не показана), подключенная к амперметру 5. На пластине 8 расположен исследуемый керамический образец 9 цилиндрической формы. К нему для измерения температур в его нижней и верхней точках соответственно установлены одни концы двух термодатчиков (хромель-алюмелевых термопар) 10, а их другие концы подключены к двум нановольтамперметрам 11, которые соответственно подключены к USB-портам двух компьютеров 12 с установленными в них специальными программами.

Принцип работы изобретения заключается в том, что установка используется для керамического образца и осуществляется в два этапа таким образом: (см. Фиг. 2-4).

На первом этапе после подготовки всех элементов устройства от источника электроэнергии 1 через ключ 2 стабилизированного блока питания подают питание в нагревательный блок 7. Силу тока и напряжение контролируют соответственно по ам-

5

перметру 5 и вольтметру 6. При этом нагревается нихромовая спираль, которая в свою очередь нагревает алюминиевую пластину 8 и исследуемый керамический образец 9. Нижний и верхний термодатчики 10, преобразовывая тепло в электрические сигналы, передают его двум нановольтамперметрам 11, которые соответственно направляют их двум компьютерам 12. При помощи специальных программ компьютеры 12 считывают сигналы и пошагово регистрируют их каждые 1 сек, начиная с комнатной температуры до 130°C.

6

На втором этапе после завершения первого этапа выключают установку и прекращают подачу питания. Исследуемому образцу 9 дают охладиться до первоначальной температуры, а именно комнатной. При этом ход охлаждения образца 9 аналогично его нагреву по первому этапу пошагово регистрируют каждые 1 сек при помощи компьютеров 12.

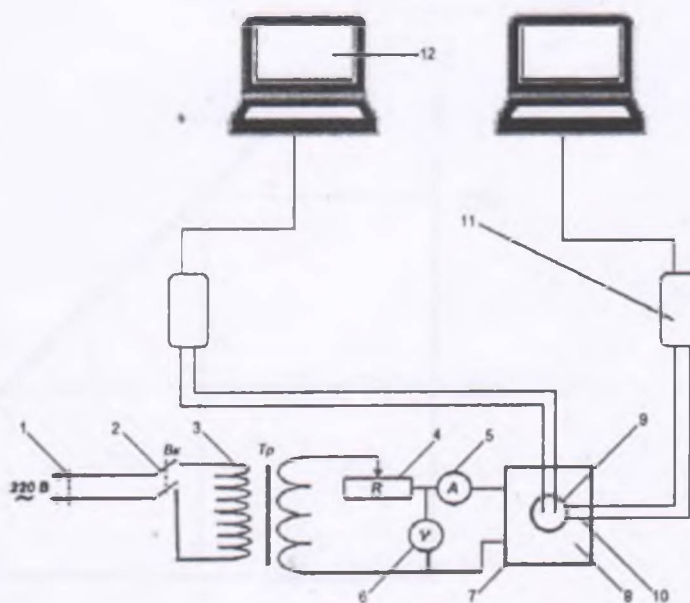
Таким образом, предложенная установка позволяет проводить измерения при нагреве и охлаждении в интервале температур от 20 до 200°C, и наоборот в динамическом режиме.

Формула изобретения

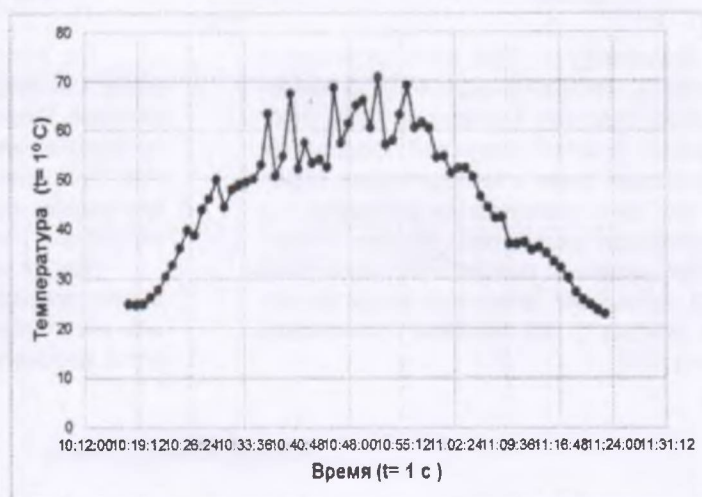
Установка для автоматизированного определения теплопроводности твердых тел, содержащая исследуемый образец, блок питания, нагреватель, амперметр, вольтметр, отличающаяся тем, что блок питания содержит выключатель регулировочного трансформатора с встроенным переменным резистором, соединенным с одним его выходом, к которому последовательно подключен амперметр (А), вольтметр (В) параллельно подключен к переменному резистору (R) и одному концу нагревательного блока, подключенного к другому выходу регулировочного трансформатора, в качестве измерительного столика установлена плоская алюминиевая пластина с загнутыми краями, внутри которого, под пластиной уста-

новлены нихромовая спираль, подключенная к амперметру, на пластине расположен исследуемый керамический образец цилиндрической формы, к которому в нижней и верхней точках соответственно установлены одни концы двух термодатчиков (хромель-алюмелевых термопар), а их другие концы подключены к двум нановольтамперметрам, которые соответственно подключены к USB-портам двух компьютеров с установленными в них специальными программами.

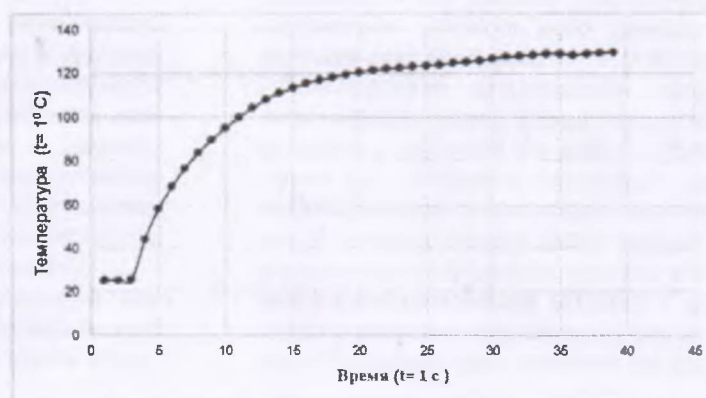
Установка по пункту 1, отличающаяся тем, что нагревательный блок выполнен на базе осветителя микроскопа марки ОИ-32М, из коллектора которого изъята верхняя часть с линзой.



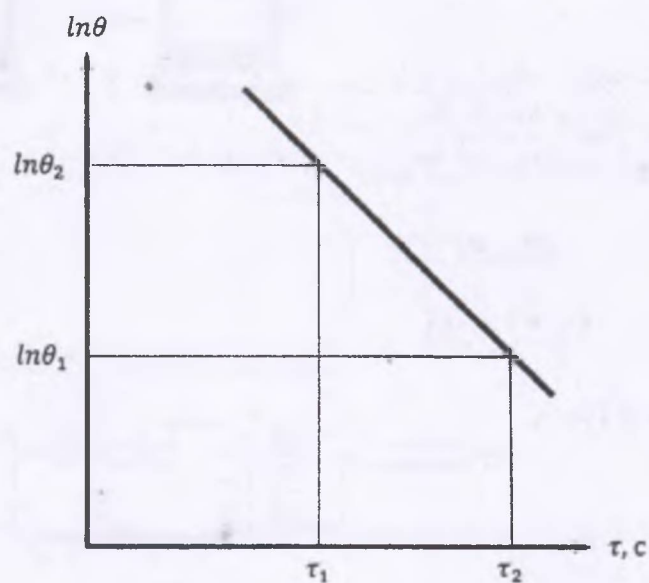
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Компьютерный набор: Ризоева С.Р.