

**ТАДҚИҚИ РАВАНДИ
ГАРМИГУЗАРОНӢ БО ТАҚСИМОТИ
ҲАРОРАТ ДАР ДОХИЛИ ҚИСМҲОИ
САХТ
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА
ТЕПЛОПЕРЕНОСА С
РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ТЕМПЕРАТУРЫ
ВНУТРИ ТВЕРДЫХ ТЕЛ
STUDY OF THE HEAT TRANSFER
PROCESS WITH TEMPERATURE
DISTRIBUTION INSIDE SOLID BODIES**

Маҳмудова Нигора Носировна, н.и.п., дотсенти
кафедраи электроникаи МДТ «ДДХ ба номи акад.
Б.Ғафуров»

(Тоҷикистон, Хучанд)

Маҳмудова Нигора Носировна, к.т.н., доцент
кафедры электроники ГОУ «ХГУ им. акад.
Б.Гафурова» (Таджикистан, Худжанд)

Mahmudova Nigora Nosirovna, Candidate of
Pedagogical Sciences, Associate Professor of the
Electronics Department, Faculty of Physics and
Technology, SEI «KhSU named after acad. B.Gafurov»
(Tajikistan, Khujand), **E-mail:** nigoram2177@mail.ru

Калидвожаҳо: газ, гармигузаронӣ, конвексия, муҳит, моеъ, ҳодиса, ҳарорат, қисм.

Мақолаи мазкур ба омӯзиши тадқиқи ҳодисаи гармигузаронӣ дар қисмҳои сахт нигаронида шудааст, ки ин раванди паҳншавии энергияи гармӣ, ҳангоми бевосита расидани қисмҳои алоҳидаи қисми ҳароратҳои гуногун дошта мебошад.

Дар табиат ва техника равандҳои элементарии паҳншавии гармӣ (гармигузаронӣ, конвексия ва нурбарорӣ гармӣ) одатан бисёр вақт ҳамчун ба амал меоянд. Конвексия танҳо дар муҳити ҷоршаванда мумкин аст, конвексияи ҳарорат ин раванди гузаронидани энергияи гармӣ ҳангоми ҷойивазкунии ҳаҷми моеъ ё газ аз ҳудуди як ҳарорат дошта ба дигараш мебошад. Дар ин вақт гузаронидани гармӣ бевосита бо гузаронидани ҳуди муҳит алоқаманд аст. Гармигузаронӣ ба намуди пуррааш бисёр вақт дар қисмҳои сахт (минералҳо) ба амал меояд. Конвексияи гармӣ ҳама вақт бо гармигузаронӣ ба амал бароварда мешавад, зеро ҳангоми ҳаракати моеъ ё газ қисмҳои алоҳидаи он, ки ҳароратҳои гуногун доранд, ба ҳамдигар мерасанд.

Ключевые слова: газ, теплопроводность, конвекция, среда, жидкость, событие, температура, тело.

Данная статья посвящена изучению явления теплопроводности в твердых телах, которое представляет собой процесс распространения тепловой энергии при разной температуре отдельных частей тела. В природе и технике элементарные процессы распространения тепла (теплопроводность, конвекция и теплоизлучение) обычно протекают одновременно. Конвекция возможна только в текучей среде, температурная конвекция – это процесс передачи тепловой энергии при перемещении объема жидкости или газа из одной температурной зоны в другую. При этом теплопроводность напрямую связана с проводимостью самой среды. Теплопроводность в полном виде часто встречается в твердых телах (минералах). Тепловая конвекция всегда осуществляется за счет теплопроводности, поскольку при движении жидкости или газа отдельные ее части, имеющие разную температуру, соприкасаются друг с другом.

Keywords: gas, heat conduction, convection, atmosphere, liquid, event, temperature, body.

This article is devoted to the study of the phenomenon of thermal conductivity in solids, which is the process of distribution of thermal energy at different temperatures of individual parts of the body.

In nature and technology, the elementary processes of heat propagation (thermal conduction, convection and heat radiation) usually occur simultaneously. Convection is possible only in a fluid medium; temperature convection is the process of transferring thermal energy when moving a volume of liquid or gas from one temperature zone to another. In this case, thermal conductivity is directly related to the conductivity of the medium itself. Thermal conductivity in its full form is often found in solids (minerals). Thermal convection is always carried out due to thermal conductivity, since when a liquid or gas moves, its individual parts, which have different temperatures, come into contact with each other.

Ҳар як намуди ҳодисаҳои физикӣ дар ҳолати умумӣ ҳангоми тағйирёбии ин ё он бузургӣ дар фаза ва вақт барои ҳамин ҳодиса ба амал меояд. Гармигузаронӣ низ ҳамчун дигар намуди интиқоли гармӣ дар натиҷаи ҳароратҳои гуногун доштани қисмҳои алоҳидаи қисм ба амал меояд. Дар ҳолати умумӣ раванди интиқоли гармӣ дар ҳолати гармигузаронӣ дар қисмҳои сахт ба тағйирёбии ҳарорат ҳам дар фаза ва ҳам дар муддати вақт вобаста аст.

Ҳодисаи гармигузаронӣ мувофиқи назарияи молекулавӣ-кинетикӣ дар натиҷаи интиколи энергия дар натиҷаи ҳаракати ҳароратӣ ва таъсири мутақобили энергетикӣ байни микроҳиссаҳо (молекулаҳо, атомҳо, электронҳо), ки ҳисмҳо аз онҳо иборат ҳастанд, ба амал меояд. Раванди гармогузаронӣ бо тақсимоти ҳарорат дар дохили ҳисм вобастагии бемайлони дорад. Ҳарорат дараҷаи тафсиши ҳисмро тавсиф менамояд.

Ҳисмҳои, ки қобилияти ҷоришавӣ надоранд, ҳисмҳои сахт номида мешавад. Яъне ҳаҷм ва шакли ҳисмҳои сахт бетағйир мемонанд [1].

Ҳисмҳои сахт, моеъ ва газмонанди атрофи мо аз модаҳои гуногун иборатанд, ки ба модаҳои содда ва мураккаб ҷудо мешаванд. Ҳамаи онҳо аз зарраҳои хурд – атомҳо иборат мебошанд. Агар молекулаҳои модда аз атомҳои ҳархела иборат бошанд, онро модаи мураккаб ва агар молекулаҳои модда аз атомҳои якхела иборат бошанд онро модаи содда меноманд.

Ба қатори ҳисмҳои сахт асосан минералҳо, металлҳо ва ҳулаҳои онҳо, пластмасса, ҷӯб, шиша, резина ва дигар материалҳо дохил мешаванд [7].

Онҳо аз ҳамдигар бо сохт, хосиятҳо, тарзи коркард ва истифодабарӣ фарқ мекунанд.

Ба мисли дигар материалҳо, ҳисмҳои сахт ҳам хосиятҳои физикавӣ, химиявӣ, механикӣ ва технологӣ доранд. Барои он ки ин ё он ҳисмҳои сахт барои сохтани ҳаргуна деталҳо, афзорҳо, ускунаҳо ва дигар маснуотҳо дуруст интихоб карда шавад, пеш аз ҳама хосиятҳои физикавӣ, химиявӣ, механикӣ ва технологияи онҳоро ба хубӣ доништан лозим:

1. Хусусан чунин хосиятҳои физикавӣ ба монанди: вазни хос, зиччигӣ, ҳарорати гудозиш, аз гарм васеъшавӣ, муқовимати электрикӣ ва ғ.

2. Хосияти механикӣ ба монанди: сахтӣ, мустақкамӣ, пластикӣ, эластикӣ, ғилзати зарбатӣ ва ғ.

3. Хосиятҳои технологӣ ба монанди: ҳаддодӣ шудан, кафшершавӣ, бурида шудан, дар ҳолати моеъгӣ ҷоришавандагӣ ва ғайра, дар вақти интихоби материалҳои конструксионӣ хело аҳамияти калон доранд.

Бинобар он, бояд мутахассис нафақат бо намуди зоҳирии материалҳои сахт шинос бошад, балки онҳо хосиятҳои гуногуни ин материалҳоро омӯзанд, онҳоро дуруст интихоб карда тавонанд, аз рӯи ҷадвалҳо, маълумотномаҳо ва дигар адабиётҳо хосиятҳои гуногуни онҳо, ифодаҳои ҳарфие, ки барои дар маълумотномаҳо ва адабиётҳо ифода кардани ин хосиятҳо истифода карда мешаванд, фарқ карда тавонанд.

Маълум аст, ки модаҳои дар табиат мавҷуд буда дар се ҳолат воমেҳӯрад ҳолатҳои сахтӣ, моеъгӣ ва газӣ. Дар як ҳолат модда аз дигар ҳолат ба таври кулли фарқ мекунанд. Газҳои гуногун ҳолати моддае мебошад, ки зичиаш аз ҳисми сахт ва моеъ хурд буда равиши озоди молекулаҳои онҳо хеле калон мебошад.

Онҳо шакл ва ҳаҷми муайян надошта тамоми ҳаҷмро, ки дар он ҷой дода шудааст ишғол мекунанд. онҳоро бо қувваи на он қадар калон фушурдан мумкин. Аз ҳамин сабаб хосиятҳои физикии онҳо аз моеъҳо ба таври кулли фарқ мекунанд.

Моеъҳо низ ранги муайян дошта вале онҳо низ шакли муайян надоранд ва чун газҳо дар кадом зарфе ҷой надихем шакли зарфро ба худ қабул мекунанд зичии онҳо дар байни ҳисмҳои сахт ва газ ҷой гирифтааст [6].

Бинобар он, онҳо ҳолати мобайнро шакл медиҳанд ва дар ҳароратҳои баланд онҳоро ҳамчун газ омӯхта дар ҳароратҳои паст хосияти онҳо ба ҳисмҳои сахт наздик мешаванд. Онҳо хосияти ҷоришавандагӣ доранд ва ба ин хосияташон аз газҳо фарқ мекунанд.

Ҳисмҳои сахт бошад чунин ҳолати моддаест, ки онҳо шакли муайяно доранд. Зичиашон аз ҳама зиёд буда заррачаҳо, ки онҳоро ташкил кардаанд дар гиреҳҳои панҷараи фазои ҷой гирифташудааст ва доимо дар ҳаракати бетартибонаи лаппандаанд. Ҳоло он ки молекулаҳои ҳисмҳо ва газҳо дар се намуди ҳаракатҳои бетартибонааш пешраванда лаппанда ва чархзананда иштирок мекунанд. Моддаҳо дар кадом ҳолате набошанд бо афзоиши ҳарорати онҳо ҳаҷми худро васеъ карда бо зиёд шудани фишор ҳаҷми худро хурд мекунанд [4].

Хосияти асосии ҳисмҳои сахт дар он аст, ки онҳо на танҳо ҳаҷм, балки шакли худро ҳам нигоҳ медоранд. Ғайр аз гелий, ҳамаи модаҳо дар ҳароратҳои паст ба ҳолати сахтӣ мегузаранд. Ба ҳолати сахтӣ гузаштанро чунин маънидод кардан мумкин аст: дар мавриди паст шудани ҳарорат суръати ҳаракати зарраҳо хурд шуда, қувваҳои таъсири мутақобилаи онҳо, ҳаракати озодонаи зарраҳоро маҳдуд мекунанд. Бо ибораи дигар, энергияи кинетикӣ молекулаҳо назар

ба энергияи потенциалии таъсири байниҳамдигарии онҳо хурд шуда, модда вобаста ба шароит ба ҳолати сахтӣ мегузарад.

Дар дастгоҳи тадқиқотии ченкунӣ коэффитсенти гармигузаронии моддаҳои дона – дона, вобаста аз ҳарорат, дар вакуум ва дар муҳитҳои газҳои гуногун қимати фойданокии коэффитсенти гармигузаронии оксиди алюминий дар таркибаш аз 9,78 то 20,4 % Ni доштаро бо ченакҳои донагиаш аз 0,8 то 1,25 мм дар муҳитҳои газии гуногун (аргон, азот, ҳелий ва ҳидроген) ва дар вакуум ($P=8 \cdot 10^{-3}$ мм. ст. симоб), чен кардем.

Дастгоҳи тадқиқотӣ бо усули баккалориметри силиндрикии реҷаи гармиаш мунтазам асос карда шуда буд. Қиматҳои дар таҷриба ба даст овардашуда дар ҷадвали 1 ва 2 оварда шудааст.

Коэффитсенти гармигузаронии газҳои гуногун дар ҳарорати 0°C Ҷадвали 1

Газҳо	$\lambda \cdot 10^3, \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$
Ҳидроген	176
Ҳелий	142,5
Оксиген	23,9
Дуоксиди карбон	14,2

Қиматҳои коэффитсенти κ , n , n_1

Ҷадвали № 2

Газҳо	$\lambda_o \cdot 10^3, \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$	n	κ	N_1	Ҳудуди тағйирёбӣ	
					$P, \text{ бар}$	$t^\circ, \text{ C}$
Нитроген	24,19	0,80	$1,933 \cdot 10^{-5}$	1,23	0,5-500	0-300
Аргон	16,51	0,80	$0,751 \cdot 10^{-5}$	1,26	0,5-500	0-600
Ҳидроген	172,12	0,78	$3,431 \cdot 10^{-4}$	1,16	1-500	20-200
Ҳаво	24,42	0,82	-	-	-	-
Ҳелий	142,58	0,73	$1,84 \cdot 10^{-4}$	1,17	0,5-1000	-268-600
Дуоксиди карбон	14,89	1,23	$1,005 \cdot 10^{-5}$	1,26	0,5-300	<200
Оксиген	24,54	0,87	$1,449 \cdot 10^{-5}$	1,24	0,5-500	535
Криптон	8,89	0,86	-	-	-	-
Ксенон	5,23	0,91	-	-	-	-
Неон	46,40	0,71	-	-	-	-

Аз ҷадвали 1 ва 2 дида мешавад, ки бо афзоиши ҳарорат гармигузаронии фойданоки моддаи тадқиқотӣ дар вакуум ва дар ҳамаи муҳитҳои газҳои гуногун ба таври хаттӣ меафзояд.

Тадқиқотҳо нишон дод, ки гармигузаронии фойданоки моддаи тадқиқотӣ аз тарзи пур кардани дастгоҳи тадқиқотӣ, ковокии дохилии он, ки бо газ пур карда мешавад вобаста буда дар як дараҷаи нисбатан паст аз мавҷуди газии пурқунандаи ковокиҳо вобастагӣ дорад. Барои мисол агар баъди хеле чуқур вакуумкунӣ ячейкаи дастгоҳро бо ҳидроген пур карда шуда бошад, онгоҳ оксиди аргументие, ки дар таркиби худ 20,4% Ni дорад дар ҳарорати 20°C коэффитсенти фойданоки гармигузаронии $0,68 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ дошта бошад. Баъди газро бо ёрии насос аз баккалориметр кашида гирифтанд ва дар байни донаҳои он вакууми хеле баланд ҳосил кардан натиҷаеро ба даст овардем, ки дар он қиммати фойданоки гармигузаронӣ ба қиммати он дар муҳити ҳидроген наздик буд.

Бояд қайд кард, ки гармигузаронии моддаи тадқиқотӣ дар вакуум нисбат ба муҳитҳои газ – пурқунанда он қадар зиёд набуд. Ин гувоҳи он аст, ки гузариши гармӣ асосан бо ёрии муҳите,

ки байни донаҳоро пур кардааст, вобаста мебошад ва бо ёрии расиши донаҳо бо якдигар хеле кам ба амал меояд.

Бо ҳамин гуфтан мумкин аст, ки набудани газ дар ковоқиҳо бо як дараҷа муқовимати гармиро дар қабатҳои моддаи тадқиқотӣ зиёд мекунад.

Тадқиқотҳо нишон дод, ки бо афзоиши гармигузаронии газӣ пуркунанда гармигузаронии фойданоки моддаи тадқиқотӣ меафзояд, қиммати коэффитсенти гармигузаронии аз ҷама зиёд дар муҳите, ки дар он газӣ ҳидроген ва ҳелий пур карда шудааст мушоҳида карда мешавад. Дар муҳитҳои, ки байни донаҳои моддаҳои тадқиқотӣ газҳои аргон ва азот пур карда шудааст, нисбатан кам мебошад.

Вобастагии коэффитсенти гармигузаронии газҳои тоза аз ҳарорат, коэффитсенти гармигузаронии моддаи тадқиқотӣ дар муҳити ҳидроген ва ҳелий нисбат ба дигар газҳо аз ҷама зиёд мебошад.

Аз қимматҳои ҷадвал нишон дода шуда маълум мегардад, ки коэффитсенти гармигузаронии аргон ва азот бо афзоиши ҳарорат хеле хуб суст меафзояд. Бинобар он коэффитсенти гармигузаронии моддаи тадқиқотии Al_2O_3 , дар муҳит пуркунандаи ҳидроген ва ҳелий нисбатан бо суръати зиёд меафзояд.

Сабаби дар муҳити газҳои сабуки ҳидроген ва ҳелий бо афзоиши ҳарорат афзуда рафтани коэффитсенти гармигузаронии Al_2O_3 асосан дар он маънидод кардан мумкин. Суръати ҳаракати ҳароратии молекулаҳои газҳои сабук нисбат ба суръати ҳаракати ҳароратии молекулаҳои массаи молиашон калон дар ҳамон як ҳарорат зиёд буда, онҳо дар ҳамон як воҳиди вақти муайян дар байни донаҳои хеле хурди моддаи тадқиқотӣ ҳаракати бетартибона карда бо атом ва молекулаҳои Al_2O_3 миқдоран адади расишҳои зиёдеро ба амал меоранд ва дар ҳар як расиш гармии овардаи худро медиҳанд.

Барои умумӣ намудани натиҷаи тадқиқоти коэффитсенти гармигузаронии Al_2O_3 вобаста аз ҳарорат дар муҳити газҳои гуногун ва вакуум, ки миқдори гуногуни Ni - ро дорад. Мо аз қонуни мувофиқаи ҳолат дар чунин шакли вобастагии функционалӣ

$$\lambda/\lambda_1 = f(T/T_1) \quad (1.1)$$

истифода намудем. Дар ин формула λ - коэффитсенти гармигузаронии моддаи тадқиқотӣ дар ҳарорати T ва λ_1 - қимати ҳамин коэффитсент дар ҳарорати T_1 мебошад.

Санҷиши иҷрошавии вобастагии (1.1) нишон дод, ки барои он моддаи тадқиқотие, ки мо тадқиқ кардем вай ҳам сифатан ва ҳам миқдоран вобастагии ҳароратии коэффитсенти гармигузаронии Al_2O_3 , ки %-ҳои муайяни Ni - ро дорад, бо ҳатогии 2-6% дар муҳитҳои газҳои гуногун, қиммати гармигузаронии моддаи тадқиқотиро дар вакуум ва газҳои гуногун ифода мекунад.

Барои ҷамаи моддаҳои тадқиқотӣ новобаста аз консентратсияи металл ҷамаи нуқтаҳои тадқиқотӣ дар атрофии як хатти умумии рост мебошад. Муайянкунии максималӣ аз ин хат 10 % мебошад. Муодилаи ин хатти рост чунин аст.

$$\lambda = (0,72 \frac{T}{T_1} + 0,21)\lambda_1 \quad (1.2)$$

Иҷрошавии ин вобастагӣ дар муҳитҳои газҳо ва Ni нишон медиҳад, ки ҷамаи нуқтаҳои дар таҷриба ба даст оварда шуда дар атрофии як хатти рости умумӣ мебошад. Муодилаи ин хатти рост

$$\lambda = (0,14 \frac{T}{T_1} + 0,86)\lambda_1 \quad \text{мебошад. (1.3)}$$

Муодилаи эмперикии (1.3) бо саҳеҳии 8 – 10 % вобастагии ҳароратии коэффитсенти гармигузаронии фойданоки Al_2O_3 -и аз 14,2 то 20,4% Ni доштаро вобаста аз ҳарорат ифода мекунад.

Вобастагии ҳароратии гармигузаронии фойданоки Al_2O_3 , ки 2,28 % Ni дорад дар ҷамаи муҳитҳои газӣ бо муодилаи

$$\lambda = (0,27 \frac{\lambda}{\lambda_1} + 0,73) \lambda_1 \quad (1.4)$$

ифода кардан мумкин, ки ин муодила бо саҳеҳии 3 – 10 % қимати ададии гармигузаронии Al_2O_3 бо Ni ва дар муҳитҳои газӣ вобаста аз ҳарорат ифода мекунад.

Қимати натиҷавии тадқиқоти коэффитсенти гармигузаронии Al_2O_3 , ки дар таркиби худ 9,28 Ni дорад, вобаста аз ҳарорат дар муҳитҳои газҳои гуногун ва вакуум. ($\lambda \cdot 10^3$ Вт/м·к)

Ҷадвали 3

Т,К	Муҳит	Вакуум	Аргон	Азот	Ҳелий	Ҳидроген
296,6		40,0	177,1	215,6	454,6	512,0
388,4		56,0	199,0	238,4	490,0	558,0
465,5		60,0	216,5	254,1	531,3	583,0
619,2		81,4	253,9	287,2	589,1	640,8
739,7		93,6	269,1	312,5	627,3	681,8
834,1		108,7	288,7	355,0	669,5	715,9
934,7		125,2	328,7	366,5	700,2	749,9
1040,2		137,2	338,1	381,4	740,0	783,3

Қиммати натиҷавии тадқиқоти коэффитсенти гармигузаронии Al_2O_3 , ки дар таркиби худ 14,2% Ni дорад, вобаста аз ҳарорат дар муҳитҳои газҳои гуногун ва вакуум. ($\lambda \cdot 10^3$ Вт/м·к)

Ҷадвали 4

Т. К	Муҳит	Вакуум	Аргон	Азот	Ҳелий	Ҳидроген
296,6		58,0	255,3	279,0	626,3	681,1
384,8		72,0	273,0	299,0	651,0	709,0
515,2		85,5	280,5	317,6	684,0	730,0
627,2		103,3	302,8	341,1	708,5	755,2
734,2		117,3	312,5	352,8	742,3	780,0
840,5		134,0	332,7	368,2	759,6	797,0
931,5		156,9	138,7	385,5	785,5	830,0
1023,1		169,8	350,4	403,9	810,9	845,0

Қиммати натиҷавии тадқиқоти коэффитсенти гармигузаронии Al_2O_3 , ки дар таркиби худ 20,4% Ni дорад, вобаста аз ҳарорат дар муҳитҳои газҳои гуногун ва вакуум. ($\lambda \cdot 10^3$ ВГ/м·к)

Ҷадвали 5

Т. К	Муҳит	Вакуум	Аргон	Азот	Ҳелий	Ҳидроген
296,1		58,0	255,3	279,0	626,3	681,
389,3		72,0	273,0	299,0	651,0	709,0
496,2		85,5	280,5	317,6	684,0	730,0
624,5		103,3	302,8	341,1	708,5	755,4
725,8		117,8	312,5	352,8	742,3	780,0
840,7		134,0	332,7	368,2	759,6	797,0
939,2		156,9	338,7	385,5	785,5	830,0
1026,7		169,8	350,4	403,9	810,9	845,6

Аз нигоштаҳои дар боло зикр гардида чунин хулосабарорӣ кардан мумкин аст:

1. Хосияти асосии ҷисмҳои саҳт дар он аст, ки онҳо на танҳо ҳаҷм, балки шакли худро ҳам нигоҳ медоранд.

2. Дар мавриди паст шудани ҳарорат суръати ҳаракати зарраҳо хурд шуда, қувваҳои таъсири мутақобилаи онҳо, ҳаракати озодонаи зарраҳоро маҳдуд мекунад. Бо иборати дигар, энергияи кинетикии молекулаҳо назар ба энергияи потенциалии таъсири байниҳамдигарии онҳо хурд шуда, модда вобаста ба шароит ба ҳолати сахтӣ мегузарад.

3. Дар мавриди хунук кардан ба ҳолати кристаллӣ гузаштани модда худ ба худ ба амал меояд. Дар кристалл атомҳои дар майдони қуввагии таъсири ҳамдигарӣ ҷойгиршуда, ба худ чунин вазъиятро интиҳоб мекунад. Табиати ин қувваҳо маълум бошанд ҳам, дар асоси қонунҳои физикаи классикӣ маънидод кардани пайдоиши сохтори кристаллӣ аз имкон берун аст ва ин масъаларо механикаи квантӣ ҳал карда метавонад.

4. Дар баъзе моддаҳои кристаллӣ, монокристаллҳои элементарӣ бо ҳамдигар бетарибона пайваст мешаванд ва ин ҳел моддаҳоро – моддаҳои поликристаллӣ (аз юнонӣ poly - бисёр) меноманд. Дар поликристаллҳо хосияти анизотропӣ вучуд надорад.

5. Хосияти тағйирнаёбии сохти кристалл баъди гузаронидани баъзе амалҳои механикӣ – хосияти симметрии кристалл номида мешавад. Бо иборати дигар, баъди гузаронидани амали симметрия, ҳолати аввалаи ҷисм нигоҳ дошта мешавад.

6. Дар кристаллҳои реалӣ он тартиби ба таври даврӣ такроршавандаи ҷойгиршавии зарраҳо дар гиреҳҳои панҷара, вучуд надорад.

7. Энергияи кинетикии ҳамаи атомҳо якхела набуда, аз ҳамдигар фарқ мекунад. Дар мавриди энергияи кинетикии миёнаи атомҳо хеле афзуданаш, атом дар панҷараҳои худро тарк мекунад ва ба ҷои нав мекуҷад. Баъди чанд вақт бо ҳамин атом ин ҳодиса такрор мешавад. Аз ин хулоса бар меояд, ки дар сохтори кристаллӣ атомҳо на танҳо дар назди ҳолати мувозинати худ лаппиш мекунад, балки дар ҳаракати пешраванда ҳам иштирок мекунад. Гуфтан мумкин аст, ки ҳар як атом бо гузаштани вақти тулонӣ, ҳамаи гиреҳҳои панҷараро иваз мекунад, яъне эҳтимолияти дар онҳо буданро дорад.

8. Дар мавриди гарм кардан ранги кристалл тағйир меёбад. Ин хосияти кристалл имконият медиҳад, ки гузаштани протсессеи гармкунӣ ё хунуккунии ҷисмро, дар нуқтаҳои гуногуни он ҷӣ ҳел будани ҳароратро назорат кунанд. Дар замони ҳозира кристаллҳои моеъ дар асбобҳои намоишдиҳӣ ва қайдкунӣ, қабул, коркард ва дар хотираи асбоби қабулкунанда нигоҳ доштани хабарҳои воридшуда, ба таври васеъ истифода бурда мешаванд.

9. Вобаста ба ҳарорат васеъшавии ҷисм дар он аст, ки дар панҷараи кристаллӣ масофаҳои байниатомӣ ё байнигиреҳӣ меафзоянд. Таҷриба нишон медиҳад, ки дарозшавии хаттии ҷисм Δl ба ҳарорати он мутаносиб аст:

$$\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot \Delta t$$

10. Ҷисмҳои монокристаллӣ бо сабаби хосияти анизотропӣ доштанишон, дар самтҳои гуногун ба таври гуногун васеъ мешаванд.

11. Зарраҳо дар назди мавқеи мувозинати худ танҳо ҳаракати лаппишноқ карда метавонанд ва амплитудаҳои лаппиши онҳо, назар ба масофаҳои байни атомӣ хурданд. Энергияи дохилии ҷисми сахт ба ҳарорати ҷисм вобаста буда, аз энергияи лаппиши зарраҳои он таркиб меёбад, бо иборати дигар, ҷисми сахт маҷмӯи зарраҳои лаппанда (остилляторҳо) мебошад.

Умуман раванди гармигузаронӣ бевосита ба тақсимои ҳарорат дар дохили ҷисм алоқаманд аст. Бинобар ин, барои омӯختани гармигузаронӣ фаҳмишҳои майдони ҳароратӣ ва градиенти ҳарорат зарур аст.

АДАБИЁТ:

1. Апальков, А.Ф. Теплотехника/А.Ф.Апальков.-Ростов-на-Дону, Феникс, 2008. -110-120с.
2. Вукалович, М.П. Техническая термодинамика/М.П.Вукалович, И.И.Новиков.-М.: Энергия, 1968.-90с.
3. Гдалев, А.В. Теплотехника, (конспект лекций)/А.В.Гдалев, А.В.Козлов, Ю.И.Сапронова, С.Г.Майоров.-М.: Эксмо, 2008. -110с.
4. Дульнев, Г.Н. Теплопроводность смесей и композиционных материалов/Г.Н.Дульнев, Ю.Т.Заричняк.-Л.: Энергия, 1974. – 300-307с.
5. Егорушкин, В.Е. Основы теплотехники и теплоснабжение сельскохозяйственных предприятий/ В.Е.Егорушкин.-М.: Колос, 1972. С.140-160.
6. Кондратов, Г.М. Регулярный тепловой режим М. 1954 и сборник трудов В.н.и.к, 1945.

7. Луканин В.А. Теплотехника/В.А. Луканин, М.Г. Шатров, Г.М. Камфер. -М.: Высшая школа, 2005. С.146-168.
8. Мачидов, Ҳ. Асосҳои физикаи гармо/Ҳ. Мачидов, М.М. Сафаров. -Душанбе, Дониш, 1992, с.120.
9. Мачидов Ҳ. Газҳои реалӣ, моеъҳо ва ҷисмҳои сахт/Ҳ. Мачидов, А. Норматов. -Душанбе, 1992, С.54-64.
10. Мачидов, Ҳ. Асосҳои механика, физикаи молекулаи ва термодинамика/Ҳ. Мачидов. -Душанбе, Эр-граф, 2004, С.104-110.

REFERENCES:

1. Apalkov A.F. Teplotekhnika-Rostov-on-Don, Phoenix, 2008. – P. 110-120.
2. Vukalovich M.P., Novikov I.I. Technical thermodynamics-M.: Energy, 1968. -90 p.
3. Gdalev A.V., Kozlov A.V., Sapronova Yu.I., Mayorov S.G. Teplotekhnika, (lecture synopsis)-M.: Exmo, 2008. -110p.
4. Dulnev G.N., Zarichnyak Yu.T. The complexity of mixing and compositional materials -L.: Energy, 1974. – P. 300-307.
5. Egorushkin V.E. Basics of thermal engineering and thermal supply of agricultural enterprises. – M.: Kolos, 1972. P. 140-160.
6. Kondratev G.M. Regular thermal mode M. 1954 and collection of labor V.N.I.I.K., 1945.
7. Lukanin V.A., Shatrov M.G., Campher G.M. and dr. Teplotekhnika-M.: High school, 2005. p. 146-168.
8. Majidov H., Safarov M.M. Basics of thermal physics. - Dushanbe, Donish, 1992, P. 120
9. Majidov H., Normatov A. Real gases, liquids and solids-Dushanbe, 1992, P. 54-64.