Т.М.Илјасов, Ф.М.Садыгов, А.В.Ејнуллајев, Ј.Ә.Јусибов

Физики-кимјәви анализ практикуму

(дәрс вәсаити)

Азәрбајчан Республикасы Тәһсил Назирлији тәрәфиндән дәрс вәсаити кими тәсдиг олунмушдур

БАКЫ-1999

541.1
Ф68

УОТ.541.123:2;3;12.01

Елми редактор: **Кимја елмләри доктору, профессор, М.Б. Бабанлы**
Рә'јчиләр **Кимја елмләри доктору, И.И. Әлијев, Кимја елмләри намизәди М.Р. Әлләзов**

Илјасов Т.М., Садыгов Ф.М., Ејнуллајев А.В., Јусибов Ј.Ә.

«Физики-кимјәви анализ практикуму» (дәрс вәсаити), Бакы: Бакы Университетинин нәшријјаты.1999, 208с.

«Физики-кимјәви анализ практикуму» дәрс вәсаити али мәктәбләрин бакалавр тәһсил програмы әсасында тәртиб олунмушдур. Дәрс вәсаити Университетләрин кимја, Нефт Академијасынын кимја-технолокија, Техники Университетин металлуркија факүлтәләринин тәләбәләри үчүн нәзәрдә тутулмушдур.

Вәсаитдән макистрләр, аспирантлар вә елми ишчиләр дә истифадә едә биләрләр.

$И \frac{260270000-000}{658(07)-037} 037-98$

272906

© Бакы Университетинин Нәшријјаты -1999

... Dövlət Universiteti
... KİTABXANA

Кириш

Мә'лумдур ки, препаратив методла алынмыш маддәләрин фәрдилијини, онларын тәркибинә вә физики хассәләринә көрә мүәјјән едирләр. Бә'зи гејри-үзви маддәләр пис һәлл олур вә јахуд да пис говулур вә онлары јенидән кристаллашдырмаг олмур. Она көрә дә онлары илкин маддә артығындан тәмизләмәк чәтин олур. Белә һалларда алынмыш бирләшмәләрин тәркибини физики-кимјәви анализ үсулу илә мүәјјән етмәк даһа әлверишлидир.

Физики-кимјәви анализ гејри-үзви маддәләрин синтезинин әсасыдыр. Мүхтәлиф су-дуз системләринин хассәләринин өјрәнилмәси, кристалһидратларын, икигат дузларын, бәрк мәһлулларын, комплекс бирләшмәләрин вә дәјишкән тәркибли фазаларын әмәлә кәлмәләрини мүәјјән етмәјә имкан верир. Һәмчинин интерметаллик бирләшмәләрин, јарымкечиричиләрин, ифраткечиричи материалларын, мүрәккәб оксидләрин вә дикәр гејри-үзви бирләшмәләрин алынмасы үчүн ујғун системләрин һал диаграмыны өјрәнмәк вачиб шәртләрдән биридир. Она көрә дә һал диаграмларынын гурулмасы вә онларын тәчрүби истифадәси зәруридир.

Әмәлә кәлән фазаларын тәбиәтини, онларын мөвчудлуг саһәсини мүәјјәнләшдирмәк үчүн физики-кимјәви анализин комплекс тәдгигат үсулларындан истифадә олунур.

Дәрс вәсаитиндә әсас мәгсәд тәләбәләрә физики-кимјәви анализин тәдгигат үсулларыны дәриндән мәнимсәмәкдә, методлары мүхтәлиф системләрин өјрәнилмәсинә тәтбиг етмәји бачармагда вә мүасир пешәкар кимјачы кими јетишмәкдә көмәк етмәкдир.

I БӨЛМӘ

1.1. Су-дуз системләринин таразлығынын тәдгиги үсуллары.

Су-дуз системләринин таразлығынын өјрәнилмәсиндә истифадә олунан әсас үсуллардан бири һәллолан мадднин - дузун гатылығынын, јә'ни һәллолмасынын температурдан асылылығынын мүәјјән едилмәсидир. Башга сөзлә, верилмиш температурда она мүвафиг бәрк фазалар арасында термодинамики таразлығын јаранмасына ујғун шәраитин тәдгигидир.

Һәллолманын тә'јини мүхтәлиф тәчрүби үсулларла јеринә јетирилир. Бу, тәдгиг олунан маддәләрин физики-кимјәви хассәләриндән асылыдыр.

1.1.1. Һәллолманын тә'јини үсуллары.

I. Һәллолманын сүр'әтләндирилмәси үчүн һәлл едилән дузлар мүмкүн гәдәр нарын тоз шәклинә салынана гәдәр һәвәнкдәстәдә дөјүлүр вә тәләб олунан мигдарда көтүрүлмүш һәлледичи илә гарышдырылараг хүсуси габа долдурулур. Габын ағзы тыхач илә һерметик бағланыр вә изотермики шәраитдә термостатда јерләшдирилир. Термостатда температурун дәјишилмәси чох олмамалыдыр ($\pm0,1^0C$). Бу һалда габы термостатда фырланма һәрәкәтинә мә'руз етмәклә һәллолма сүр'әтләндирилир вә әмәлијјат дојмуш мәһлулуң алынмасына гәдәр давам етдирилир. Таразлығын јаранмасына, јә'ни һәллолманын артыг тамамланмасына нәзарәт, мүәјјән вахтларда мәһлулдан нүмүнә көтүрмәклә вә онун кимјәви тәркибини тә'јин етмәклә, јахуд һәр-һансы физики хассәни өлчмәклә мүәјјән едилир.

Өлчүлән физики хассәләр сырасында хүсуси чәкини, шүасындырма әмсалыны, електрикечиричилијини вә с. көстәрмәк олар.

Таразлыг о вахт јараныр ки, мәһлулдан көтүрүлмүш ики-үч нүмүнәнин анализләринин нәтичәләри бир-бири илә там ујғун кәлсин. Бу үсулун чатышмајан чәһәти одур ки, мәһлулдан анализ үчүн нүмүнәнин көтүрүлмәси техники чәһәтдән

бир сыра чәтинликләрлә бағлы олур. Инди исә икинчи үсулла таныш олаг.

II. Су-дуз системләриндә таразлығы өјрәнмәк үчүн ашағыдакы мүасир үсул гәбул едилмишдир. Һәллолманын өјрәнилмәсиндә истифадә едилән шүшә габ ики һиссәдән ибарәт олур (шәкил 1). Бу габын ашағы һиссәси нисбәтән бөјүк һәчмли (А) вә јухары һиссәси кениш олмајан (С) һиссәләрдән ибарәтдир. Ашағы һиссәсинин һәчми 70-100мл олур, онун јанында нүмүнә көстәрмәк үчүн хүсуси чыхынты јери олур (В). Габын јухары һиссәсинин ен кәсијинин диаметри елә олмалыдыр ки, орадан шүшә гарышдырычы сәрбәст кечә билсин. Гарышдырычы резин бору васитәсилә електрик мүһәррикинин фырланма һәрәкәтини јарадан һиссәсинә бирләшдирәрәк һәрәкәтә кәтирилир. Системи таразлыг һалына кәтирмәк үчүн тәләб олунур ки, габ сабит температурлу мүһитдә јерләшдирилсин. Габда тәдгиг олунан дуз мәһлулу вә бәрк фазанын мөвчуд олмасыны тә'мин етмәк үчүн һәмин дуз артыг, јә'ни дојмуш мәһлула ујғун мигдарда көтүрүлүр. Тәдгигат үчүн мүхтәлиф тип термостатлардан истифадә едилир: ТС-15, ИТИ-2, ИТИ-3, ИТИ-5. Термостатда температурун сабитлијинә контакт релеси вә термометр ($\pm 0{,}1^{0}C$ дәгигликлә) васитәсилә тәнзимләнәрәк өлчүлүр вә нәзарәт едилир.

Тәчрүбәни апармаг үчүн ашағыдакы әмәлијјатлар апарылмалыдыр: тәмиз јујулмуш габ термостатда елә јерләшдирилир ки, тәдгиг олуначаг мәһлулун сәвијјәси термостатдакы мајенин сәвијјәсиндән ашағы олсун. Бу заман гарышдырычынын габда сәрбәст фырланмасы тә'мин едилмәлидир ки, о, габын диварларына вә дибинә тохунмасын. Сонра габын јан борусунда һәллединичинин бухарланмасы баш вермәмәк шәрти илә пипет васитәсилә системә мүәјјән мигдарда дистиллә сују дахил едилир вә һесабланмыш мигдарда тәдгиг олунан дуз әлавә едирләр вә бир гајда олараг дуздан артыг мигдарда көтүрүрләр. Бундан сонра гарышдырычыны ишә салыр вә мәһлулу там дојмуш һала чатана гәдәр гарышдырырлар. Гарышдырычынын фырланма сүр'әти елә олмалыдыр ки, бәрк дуз фазасы мәһлулла там гарышдырылсын, чүнки, таразлыг һалынын алынмасы үчүн тәләб олунан вахт тәдгиг олунан дузун тәбиәтиндән, онун нарынлығындан, температурундан башга, гарышдырманын сүр'әтиндән дә асылыдыр.

Таразлыг һалынын јаранмасына нәзарәт вахташыры маје фазадан нүмунә көтүрмәклә едилир. Көтүрүлән нүмунәдә кимјәви анализлә компонентләрдән биринин мигдары вә јахуд гуру "галыглар" үсулу илә дузларын үмуми гатылығы вә јахуд да башга хассәләр тә'јин олунурлар, (мәсәлән, чәки, өзлүлүк, шүасындырма әмсалы, рефраксија вә с.). Көтүрүлән нүмунәләрин сајы дузларын тәбиәтиндән асылыдыр. Јахшы һәлл олан дузлар үчүн таразлыг тез јараныр, она көрә дә нүмунәләрин сајы аз - 2 јахуд 3; чәтин һәлл олан дузлар үчүн исә саатлар, күнләр тәләб олунур вә мүвафиг сурәтдә вахташыры олараг анализ үчүн көтүрүлән нүмунәләрин сајы да чох олур.

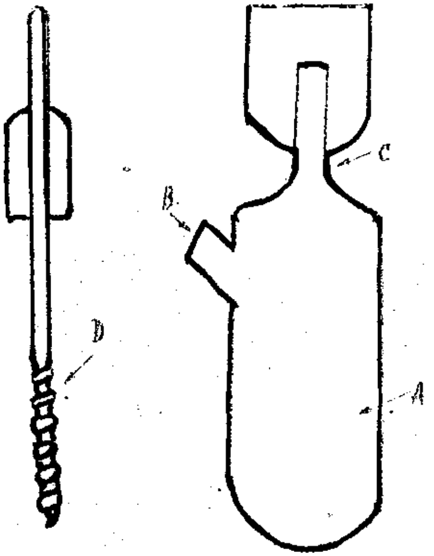
Таразлыг һалы о вахт јаранмыш олур ки, бир саат фәрги илә бир-биринин ардынҹа көтүрүлмүш ики нүмунәнин анализләрин нәтиҹәләри ејни олсун (тәҹрүби хәта дәгиглијиндә). Маје вә бәрк фазаларын тәркибләри мүвафиг аналитик үсулларла тә'јин едилир. Алынмыш тәҹрүби нәтиҹәләр графики олараг мүвафиг ҹәдвәл вә диаграм шәклиндә тәсвир олунурлар.

1.1.2. Мүшаһидә-политермики үсул.

Мүшаһидә-политермики үсул су-дуз системләринин тәдгигиндә истифадә олунан әсас үсуллардан биридир. Бу үсул мүшаһидә јолу илә, системи сојутдугда илкин кристаларын әмәлә кәлмәси вә системи гыздырдыгда ахырынҹы кристалларын һәлл олуб маје фазаја кечмәси температурунун тә'јининә әсасланыр.

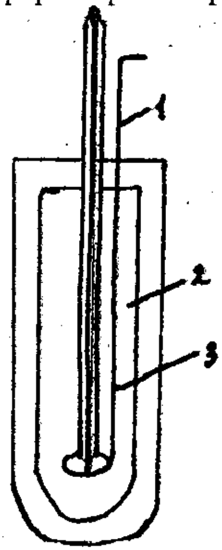
Мүшаһидә-политермики үсул елә бир мүрәккәб гурғу тәләб етмир. Тәҹрүби иш садә гурғуда апарылыр. Отаг температурундан ашағыда апарылан тәҹрүбәләр шүшә вә јахуд коррозијаја уғрамајан металдан һазырланмыш гарышдырыҹы (1) илә тә'мин олунмуш сынаг шүшәсиндә (2) апарыла биләр, бундан башга сынаг шүшәси $\pm(0{,}1\text{-}0{,}5)^0$С дәгигликдә температуру өлчмәјә имкан верән термометр (3), јахуд термоҹүтлә тә'мин олунмалыдыр (шәкил 2).

Тәҹрүбә үчүн лазым олан дузларын чәкилмәси техники тәрәзидә $\pm(0{,}1\text{-}0{,}5)$ г. дәгиглији илә апарылыр.



Шәкил 1. Һәллолманын тәдгигиндә истифадә олунан шүшә габ.

А - мәһлул үчүн әсас тутум, В - јан бору, С - тыхач мәһлулу вә гарыщдырычы үчүн кириш борусу, Д - гурғу типли гарышдырычы.



Шәкил 2. Мүшаһидә етмә үсулу илә политермики методла һәллолманын өјрәнилмәси үчүн истифадә олунан чиһаз.

1 - гарыщдырычы, 2 - мәһлул долдуран әсас габ, 3 - термометр.

Тәчрүбә апарылан габа (2) пипет јахуд бүрет васитәсилә лазыми мигдарда һәллиедичи дахил едилир. Чиһазын садәләји вә таразлыгда олан мәһлулун кимјәви анализинин апарылмасына еһтијач олмајан һалда, јә'ни там һәллолмада, мәһлулун гатылығыны онун һазырланмасы үчүн көтүрүлән дузун вә һәлледичинин мә'лум мигдарына көрә һесабланан һалда, тәдгигаты даһа гыса мүддәтдә апармаг олар. Бу һалда изотермики үсулу нисбәтән аз дәгиглијә малик олсада, мүхтәлиф, чохлу сајда мәһлул нүмунәләри тәдгиг едилир.

Мүшаһидә-политермики үсул адәтән елә су-дуз системләринин тәдгиги заманы истифадә олунур ки, дузларын һәллолмасы ендотермики олуб температур артдыгча дузун һәллолмасы да артыр.

Мүшаһидә-политермики үсулла системин һәллолмасынын өјрәнилмәси ашағыдакы кими апарылыр. Һәчми 20-40 мл олан сынаг шүшәсиндә гарышдырычы, хүсуси термометр, јахуд әввәлчәдән дәрәчәләнмиш термочүт, (мәсәлән, мис-констант, нихром-константан вә с.) јерләшдирилир. Буну елә етмәк лазымдыр ки, термометрин дүјүнү, јахуд термочүтүн шүшә капилјарын ичәрисиндә олан гајнаг нөгтәси мәһлулун ашағы һиссәсиндә олсун вә сынаг шүшәсинин диварларына тохунмасын.

Гарышдырычыја кәлдикдә исә, онун фырланмасы дүзкүн мәркәзләшмәлидир. Сонра һәмин сынаг шүшәсинин ичәрисиндә тәдгиг олунан мәһлулу төкүб, ону көјнәк ролу ојнајан вә даһа бөјүк диаметри олан икинчи сынаг шүшәсинин ичәрисиндә јерләшдирмәк лазымдыр. Бу гајда илә һазырланмыш гурғуну (шәкил 2) штативдә дајанаглы јерләшдирәрәк тәчрүбәјә башлајырлар. Әкәр һәллолманын өјрәнилмәси 0°С-дан ашағы апарылырса, онда гурғунун ичәрисиндә сојудучу гарышыг олан вә хүсуси гарышдырычы илә тә'мин олунмуш габда јерләшдириб температурун гејдијјатыны апармаға башлајырлар. Адәтән сојудучу кими буздан (0°С үчүн), буз вә аммониум хлорид гарышығындан (-16°С), үч чәки һиссәси буздан вә бир чох һиссәси натриум хлориддән ибарәт гарышыгдан (-21,2°С) вә башга сојудучу гарышыглардан истифадә едирләр.

1.1.3. Сојудучу гарышыглар үчүн 1-2 литр һәчми Дүар габдан истифадә олунур.

Сојудучу гарышығын сечилмәси вә истифадәси тәдгиг олунан системин криоһидрат евтектик температурундан асылыдыр. Адәтән, систем сојутдугда биринчи дәфә илкин кристалларын әмәлә кәлмәси температуруну, даһа доғрусу мәһлулун там донма температуруну гејд етмирләр. Систем јерләшән гурғуну гарышығын ичәрисиндән чыхарыб ону тәдричән гыздырыллар вә нәзарәт едирләр ки, габын диварларында аз мигдарда кристаллар галсын (кристаллашма мәркәзи ролуну ојнамаг үчүн) вә икинчи дәфә мәһлулу арды кәсилмәдән гарышдырараг тәдричән, јә'ни јаваш-јаваш сојутмаг лазымдыр. Тәчрүбәни бу тәрздә апаран заман мәһлулун там кристаллашмасы ејни температурда баш верир, јә'ни илкин кристалларын әмәлә кәлмә температурунда башлајыр. Тәчрүбәдә әсас бу температур гејд олунур.

Мәһлулун гарышдырылмасы онун сүр'әтлә сојумасы нәтичәсиндә кристаллашманын сүр'әтлә кетмәсинә, системдә таразлығын кичик мүддәтдә јаранмасына сәбәб олур, нәтичәдә исә өлчмәнин апарылмасына аз вахт сәрф олунур (15-20 дәгигә).

Алынан тәчрүби нәтичәләрин тәкрар дәгиглијини тә'мин етмәк үчүн тәдгиг олунан мәһлулун сојудулмасы вә гыздырылмасы ејни сүр'әтдә апарылмалыдыр (бир дәгигәдә 2-3^0).

Илкин кристалларын әмәлә кәлмәси (мәһлулу сојутдугда) вә онларын һәлл олуб мәһлула кечмәси (мәһлулу гыздырдыгда) температурларынын мүшаһидәсинин нәтичәләри арасындакы фәргләр минимал олана гәдәр давам етдирилир вә ахырынчы ики-үч температур өлчмәләринин орта гијмәти көтүрүлүр. Мәһлулларын гатылығыны дәјишдирәрәк 5-10 тәчрүби нәтичәләр әлдә етдикдән сонра графики асылылыг гурулур. Бунун үчүн ординат оху үзәриндә температур, абсис оху үзәриндә исә она мүвафиг мәһлулун гатылығы гејд олунур.

Тәчрүби нәтичәләрин гејдијјаты ашағыдакы протокол чәдвәли нүмүнәси әсасында тәртиб едилир:

Тәчрү-бәләр №	Гары-шығын тәрки-би, %	Температур (K)		Кристалларын әмәлә кәлмәси вә әримә температурлары арасындакы фәрг ($T_{кр}$-$T_{әр}$)
		Илкин крис. әмәлә кәлмәсинин мүшаһидәси	Ахырынчы крист. әриjәрәк мәһлула кечмәси	

Тәчрүби өлчмәләрин саjы дузларын һәллолма тәбиәти илә мүәjjән олунур. Бузун кристаллашма саһәсиндә бу әдәд евтектиканын тәркиби илә, дузун кристаллашма саһәсиндә исә дузун һәллолмасы илә мүшаһидә олунур.

Әкәр евтектик нөгтәнин температуруну тәчрүби jолла тә'jин етмәк мүмкүн олмаjыбса, онда бузун кристаллашма вә дузун кристаллашма әjриләрини кәсишәнә гәдәр давам етдирмәклә ону мүәjjән етмәк олар.

Мүшаһидә-политермики үсул су-дуз системләринин таразлығынын тәдгигиндә адәтән һәллолманы ашағы температурда өjрәнәндә истифадә едилир.

Бу үсулун чатышмаjан чәһәти одур ки, температурун өлчүлмәси мәһлулун һәчминдә апарылыр, һалбуки илкин кристалларын алынмасы мәһлулун сәтһиндә баш верир. Демәли, һәлледичинин кристаллашмасы вә мәһлулда һәлл олмасы сәтһдә баш вердиjиндән, температурун тә'jини үсулу мүәjjән сәһвә сәбәб ола биләр.

Она көрә дә һәлледичинин кристаллашма әjриси чох вахт соjума әjриләринә көрә гурулур. Чүнки, соjума әjриләриндә, су-буз фаза кечиди бузун бөjүк ендотермики әримә истилиjинин һесабына кифаjәт гәдәр дәгигликлә гејд олунур. Идеал һалда таразлыгда баш верән фаза кечиди һәм гызма, һәм дә соjума заманы еjни тәчрүби температурда баш вермәлидир.

1.1.4. Дузларын вә онларын гарышыгларында баш верән чеврилмәләрин микроскопла мүшаһидәси.

Бәрк фазаларын микроскопик гурулушларынын өjрәнилмәси системләрдә таразлығын тәдгигиндә истифадә едилән мүһүм үсуллардан биридир. Микроскопла апарылан тәдгигат, мәһсуллардан кристаллашма нәтичәсиндә чөкән маддәләрин фазаларынын аjырд едилмәсинә, системин фаза саһәләринин сәрһәдләрини дәгигләшдирмәjә имкан верир.

Кристаллик фазанын гурулушунун өјрәнилмәси маддәнин тәбиәтиндән асылы олараг тәдгиг олунан нүмунәләрин әкс олунан вә јахуд кечән ишыгда микроскоп васитәсилә мүшаһидәјә әсасланыр.

Әкәр нүмунәләр шәффаф дејилсә (мәсәлән, металлар, онларын бә'зи оксидләри вә с.) Мүшаһидәләр әкс олунан ишыгда, шәффаф олдугда исә (мәһлуллар, дузлар) кечән ишыгда апарылыр.

Фотоапаратла тәчһиз олунмуш микроскоп васитәсилә апарылан мүшаһидәләр заманы кристаллик фазанын шәклини фотоматериалда әкс етмәк олур. Хүсусән бу о һалларда зәрури олур ки, һәр һансы бир маддәнин модификасијасы кичик заман анында давамлы олур вә нәтичәдә микроскопла мүшаһидә олунан мәнзәрә тез-тез дәјишилир. Бу дәјишмәләри фотоматериалда әкс етдирмәклә фаза таразлығыны дәгиг мүшаһидә етмәк олар.

1.1.5. Фазалар чеврилмәсинин температурунун дилатометр васитәсилә тә'јини.

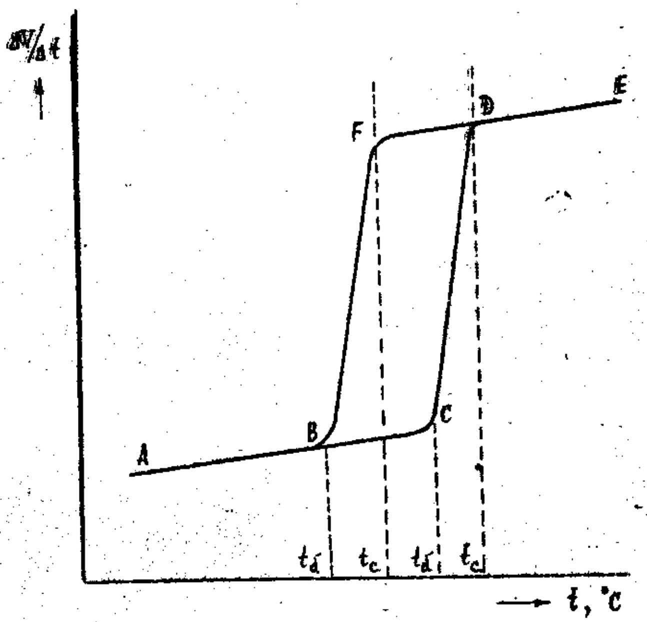
Адәтән фаза чеврилмәләри һәчмин дәјишилмәси илә кедир. Әкәр системдә баш верән чеврилмә заманы һәчм һиссолунан дәрәчәдә дәјишилирсә, онда дилатометр васитәсилә дә бу чеврилмәнин температуру кифајәт гәдәр дәгигликдә тә'јин едилә биләр.

Һәчмин дәјишилмәсинин (сыхылма вә јахуд кенишләнмә) температурдан асылылығы фаза чеврилмәси температуруна гәдәр монотон-хәтти асылылыға јахындыр. Фаза кечиди заманы исә бир дәрәчәјә дүшән һәчм дәјишиклији даһа бөјүк олур.

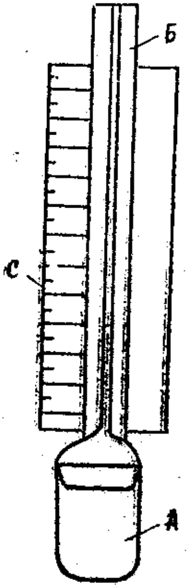
Ашағыда тәсвир олунмуш графикдә дилатометрик әјриси тәсвир едилир, јә'ни бир дәрәчә температур дәјишиклијинә ујғун кәлән һәчмин мүвафиг дәјишилмәси верилмишдир (шәкил 3).

Көрүндүјү кими, А нөгтәсиндән С нөгтәсинә гәдәр һәчмин температура көрә дәјишилмәси монотон-хәтти асылылыға маликдир. С нөгтәсиндән башлајараг асылылыг дәјишир вә Д нөгтәсиндән Е нөгтәсинә гәдәр олан интервалда јенидән һәчмин дәјишилмәсинин температурдан асылылығы хәттилик характеринә малик олур.

Шәкилдән көрүндүјү кими бир дәрәчәјә дүшән ән чох артмасы АСДЕ әјрисинин СД һиссәсиндә сычрајышла олур. Кичик температур интервалында һәчмин белә сычрајышла артмасы системдә фаза чеврилмәсинин баш вермәси илә изаһ олунур. Системи сојутдугда исә әксинә, әввәлчә Е нөгтәсиндән F нөгтәсинә кими температур азалдыгча һәчмин тәдричән дәјишилмәси баш верир. Сонра F нөгтәсиндән башлајараг фаза кечиди һесабына һәчм сүр'этлә азалыр вә EFBA әјрисинин BA һиссәсиндә јенидән әввәлки хәтти асылылығы үзрә азалмаға башлајыр.



Шәкил 3. Дилатометрики әјри.



Шәкил 4. Маје илә ишләдилән дилатометр

Системи сојутдугда вә гыздырдыгда мүшаһидә олунан фаза чеврилмәләри температура көрә бир-бириндән хејли фәргләнирләр. Јә'ни АСДЕ әјрисинин СД вә EFBA әјрисинин BF парчалары үст-үстә дүшмүрләр. Бу ујғунсузлуг мүшаһидә олунан просесин мүәјјән дәрәчәдә таразлыг һалындан кәнара чыхмасыны көстәрир, она көрә дә фаза чеврилмәләри температуру дилатометрик үсулла тә'јин едилдикдә, системин гыздырылмасыны вә сојудулмасыны тәчрүби јолла сечилмиш мүәјјән сүр'әтлә апарылмасы зәрури характер дашыјыр.

Маје илә ишләдилән ади шүшәдән һазырланмыш дилатометр 4-чү шәкилдә тәсвир олунмушдур. Дилатометр, диаметри 1 см., һүндүрлүјү 5-6 см. олан А тутумундан, диаметри 0,8-1,0 мм., узунлуғу 70-100 см. олан дәрәчәләнмиш Б капилјарындан вә С лөвһәси үзәриндә дәрәчәләнмиш шкаладан ибарәтдир.

Дилатометрик үсулла фаза чеврилмәсинин тәдгиги һәссаслығы әсасән һәчмин температура көрә дәјишилмәси гијмәтиндән, тәдгиг олунан маддәнин вә дилатометрдә истифадә олунан тә'сирсиз мајенин нисбәтләриндән асылы олур.

Өјрәнилән просесин таразлыгдан гисмән кәнара чыхмасы нәтиҹәсиндә ејни гатылыглы мәһлул үчүн һәчмин тәҹрүби тә'јин едилән гијмәтләри фәргли ола биләрләр. Она көрә, тәдгигаты апармаг үчүн әввәлҹә тәҹрүбәнин апарылма шәраитини, параметрләрини (гатылығы, температуру вә с.) мүәјјән етмәк лазымдыр.

1.2. СУ-ДУЗ БИНАР СИСТЕМЛӘРИ.

Таразлыгда олан су-дуз системләриндә дәјишән параметрләр ашағыдакылардыр:

- гатылыг, температур вә мәһлул үзәриндәки бухар тәзјиги.

Бу параметрләр арасында әлагә үч өлчүлү фәзада јерләшән координат системиндә тәсвир олуна биләр.

Әкәр тәзјиг сабит галарса (P=const) су-дуз системләринин диаграмлары гатылыг вә температур арасындакы әлагәни көстәрән вә мүстәви үзәриндә јерләшән диаграмла ифадә едәрәк характер асылылыгла көстәрирләр.

Су-дуз системләриндә таразлыг һалынын диаграмы ашағыдакы кими гурулур. Абсис оху үзәриндә дузун гатылығы гејд олунур (адәтән гатылыг чәки фаизи, јахуд 100 г. суда дузун грам-молларынын мигдары илә ифадә олунур вә с.), ординат оху үзәриндә исә температур көстәрилир. Тәчрүби нәтичәләри координат мүстәвиси үзәринә кечирилир, сонра алынмыш нөгтәләр сырасыны фасиләсиз хәттлә бирләшдирәрәк һәллолма диаграмы адланан вә һал диаграмларынын бир нөвү сајылан гатылыг илә температур арасында олан асылылығы алырлар.

Инди исә ики компонентли су-дуз системләринин диаграмлары илә таныш олаг.

1.2.1. KBr-H_2O системи.

Калиум бромид су илә кристалһидрат әмәлә кәтирмир. Тәчрүби олараг һәллолманын температурдан асылылығы 5-чи шәкилдә верилмишдир. Шәкилдән көрүндүјү кими, калиум бромид су системинин һәллолма әјриси ики шахәдән ибарәтдир: бузун кристаллашма әјриси (АЕ) вә калиум бромид дузунун кристаллашма әјриси (ЕВ). Бу ики әјри, су-дуз системләри үчүн евтоник вә ја криоһидрат нөгтәси адланан, Е нөгтәсиндә кәсиширләр.

Диаграмда А нөгтәси тәмиз һәлледичидән - судан бузун кристаллашмасына ујғун кәлир (сујун донма температуру). Суда калиум бромид һәлл олдугча һәлледичинин - сујун фаза таразлығы $(H_2O)_6 \Leftrightarrow (H_2O)_м$ температуру ашағы дүшүр вә мәһлу-

лун мүхтәлиф тәркибләринә ујғун кәлән температурла - гатылыг арасында асылылыг AE әјриси үзрә дәјишилир. EB әјриси исә, мүвафиг сурәтдә мәһлул илә сусуз калиум бромид дузу арасындакы таразлыға чааб верир.

Координатлары - 13,8°C температур вә 30,6 чәки фаизи калиум бромидә ујғун олан E нөгтәси буз илә калиум бромидин биркә кристаллашмасына чаваб верир. Бу нөгтәдә мәһлул илә ејни заманда ики бәрк фаза - буз вә дуз таразлыг һалында олур.

Инди исә сојума вә изотермики бухарланма заманы мүхтәлиф гатылыглы калиум бромид мәһлулларынын кристаллашмасыны нәзәрдән кечирәк.

1.2.2. Изотермики бухарланма заманы мәһлулун гатылығынын дәјишилмәси.

5-чи шәкилдә тәсвир олунан диаграмда 10 чәки фаизи калиум бромидә вә 20°C температура ујғун кәлән **a** фигуратив нөгтәсини характеризә едәк. Верилмиш бу нөгтәјә мүвафиг олан мәһлул изотермики бухарландыгда, системдә һәлледичинин - сујун мигдары азалачаг, бу заман мәһлулда калиум бромидин гатылығы **aa′** һоризонтал хәтт үзрә солдан сағa дузун һәллолма (**EB**) әјриси илә кәсишәнә гәдәр артачаг. Гатылыг **a′** нөгтәсинә ујғун гијмәтә чатдыгда мәһлул калиум бромид дузу илә дојмуш олачаг вә бу нөгтәдә мәһлул илә бәрк калиум бромид арасында таразлыг јаранaчаг. Изотермики бухарланма давам етдириләрсә, бу заман **a′** нөгтәсиндәки маје фазанын тәркиби сабит галачаг (39,5%) вә бу тәркиб мәһлул там гурујана гәдәр дәјишмәјәчәк.

1.2.3. Мәһлулу сојутдугда онун гатылығынын дәјишмәси.

Мәһлулу сојутдугда фигуратив нөгтә **aa″** вертикал боју үзрә абсис охуна тәрәф, мәһлул температуру ашағы дүшәрәк, сујун кристаллашма әјриси илә кәсишәнә гәдәр сојума просесини көстәрир. **AE** әјриси илә кәсишмә нөгтәси олан **a″** нөгтәсиндә сујун кристаллашмасы башлајыр. Әкәр мәһлулу сојутмагда давам етдирсәк, фигуратив нөгтә AE әјриси бојунча

a″ нөгтәсиндән **E** нөгтәсинә кими һәрәкәт едәчәк. Беләликлә, мәһлулу сојутдугда онун гатылығы **a″E** әјриси бојунча дәјишилир вә **E** нөгтәсиндә мәһлулун тәркиби, сабит галыр вә бүтүн мәһлул кристаллашана гәдәр дәјишир.

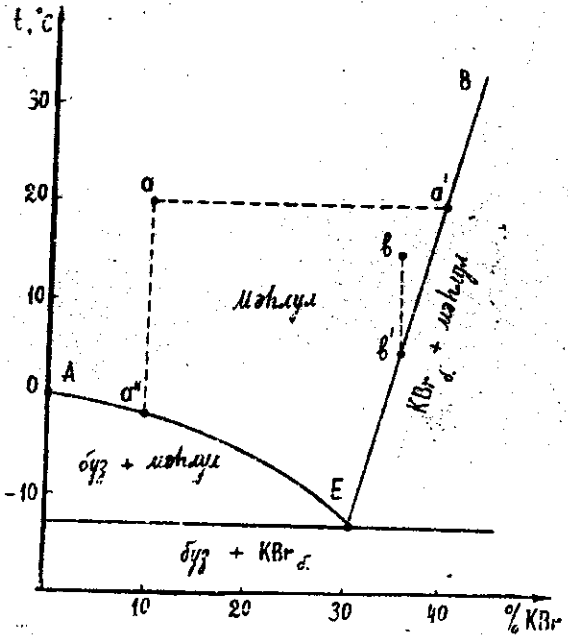
Диаграмда **в** нөгтәсинә ујғун кәлән мүәјјән тәркибли мәһлулу сојутдугда фигуратив нөгтә вертикал хәтт боју үзрә ашағы дүшәрәк калиум бромид дузунун **BE** кристаллашма әјриси илә **в′** нөгтәсиндә кәсишир. Бу нөгтәдә мәһлулдан калиум бромид дузу чөкмәјә башлајыр. Әкәр мәһлулу сојутмагда давам етсәк, онда фигуратив нөгтә **в′E** әјриси бојунча **E** нөгтәсинә гәдәр һәрәкәт едир вә бу әјри бәрк калиум бромид дузу илә таразлыгда олан мәһлулун гатылығы вә температуру арасындакы асылылығы көстәрир.

1.2.4. KF-H_2O системи.

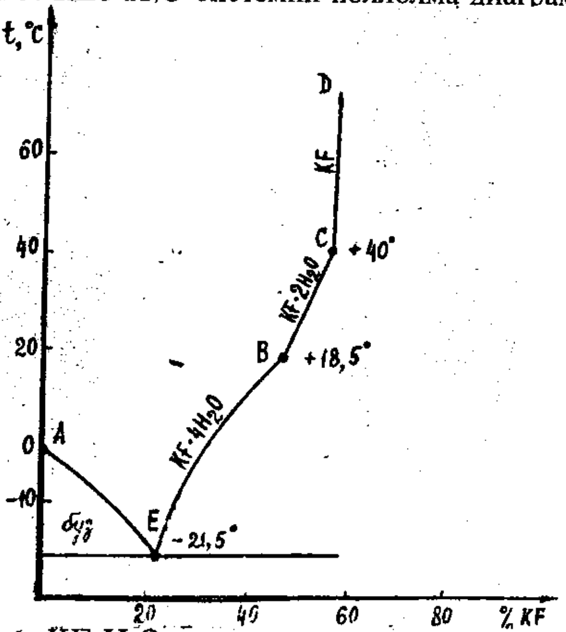
Калиум флүорид су илә кристалһидрат әмәлә кәтирир: $KF{\cdot}4H_2O$ вә $KF{\cdot}2H_2O$. Алтынчы шәкилдән көрүндүјү кими, бу системин һәллолма диаграмы дөрд кристаллашма әјрисиндән ибарәтдир (буз, $KF{\cdot}4H_2O$, $KF{\cdot}2H_2O$ вә KF). Евтектик нөгтәдә ($-21,5^0C$) буз вә $KF{\cdot}4H_2O$ кристаллашырлар. $KF{\cdot}4H_2O$ кристалһидратын кристаллашма әјриси $-21,5^0C$-дән $+18,5^0$-јә гәдәр давам едир. $+18,5^0$ температурда $KF{\cdot}4H_2O$ вә $KF{\cdot}2H_2O$ кристалһидратлары биркә кристаллашырлар.

$KF{\cdot}2H_2O$ кристаллашма әјриси $+18,5^0$-дән $+40^0C$ гәдәр давам едир. 40^0C-дә мәһлул илә таразлыгда олан $KF{\cdot}2H_2O$ вә KF дузлары биркә кристалашыр.

Сусуз калиум флүоридин һәллолмасы температур артдыгча чох чү’зи дәјишир. Буна көрә дә калиум флүоридин кристаллашма әјриси демәк олар ки, температур охуна паралел һәрәкәт едир. KF-H_2O системинин һәллолма диаграмындан көрүндүјү кими (шәкил 6), $KF{\cdot}4H_2O$ вә $KF{\cdot}2H_2O$ инконгруент һәлл олан кристалһидратлардыр. Буну беләә баша дүшмәк олар: әкәр верилмиш кристалһидратла таразлыгда олан мәһлул һазырламаг мүмкүнсә вә бу заман мәһлулун тәркиби мигдар вә кејфијјәт бахымындан кристалһидратын тәркибинә ујғун кәләрсә, демәли һәмин кристалһидрат конгруент һәлл



Шәкил 5. KBr-H_2O системин һәллолма диаграмы.



Шәкил 6. KF-H_2O системинин һәллолма диаграмы.

олур. Гејд етмәк лазымдыр ки, һәмишә конгруент һәлл олан кристалһидратын тәркиби һәллолма диаграмы үзәриндә өзүнү максимум кими көстәрир. Әкәр конгруент һәлл олан кристалһидратын тәркибинә мүвафиг олан мәһлул һазырланса, онда белә мәһлулу сојутдугда кристаллашан һидратын тәркиби конгруент һәллолан кристадһидратын тәркибинә ујғун кәлир. Әксинә инконгруент һәлл олан кристалһидратын тәркибинә мүвафиг олан мәһлул һазырланса бу заман мәһлулдан кристаллашан кристалһидрат башга тәркибли олачаг, јахуд сусуз дуз ајрылачаг.

1.3. ҮЧ КОМПОНЕНТЛИ СИСТЕМЛӘРИН ГРАФИКИ ТӘСВИРИ ҮСУЛЛАРЫ

Сабит тәзјигдә үчлү системдә таразлығы мүәјјән едән дәјишкән параметрләр ашағыдакылардыр: гатылыг вә температур.

Икикомпонентли системләрин һал диаграмларындан фәргли олараг үчкомпонентли системләрин графики тәсвири үчүн адәтән үчбучагдан истифадә едирләр. Үчлү су-дуз системләринин диаграмларынын гурулмасы үчүн ашағыдакы үсуллардан истифадә едирләр.

1.3.1. Киббс үсулу

Үч компонентдән тәшкил едилмиш системин тәркибини көстәрмәк үчүн 1876-чи илдә Ч.Киббс тәрәфиндән верилмиш үчбучаг үсулундан истифадә едирләр. Тәркибин үчбучаг диаграмынын Киббс үсулу илә гурулмасы она әсасланыр ки, бәрабәр тәрәфли үчбучағын дахилиндә көтүрүлүш һәр-һансы бир нөгтәдән онун тәрәфләринә ендирилмиш перпендикулјарын узунлугларынын чәми сабит кәмијјәт олуб үчбучағын һүндүрлүјүнә бәрабәр олур.

Гарышыгдакы компонентләрин гатылығы фаизлә вә јахуд мол һиссә илә ифадә олуна биләр.

Тутаг ки, АВС бәрабәр тәрәфли үчбучағын дахилиндә М нөгтәси верилиб (шәкил 7). Бу нөгтәдән үчбучағын тәрәфләринә МД, МЕ вә МF перпендикулјарыны ендирәк вә бу парчалара индекс кими перпендикулјар ендирилмиш тәрәфин әкс

тәпәсиндәки нөгтәнин һәрфи ишарәсини аид едәк. Онда МД, МЕ вә MF ујғун олараг h_a, $h_б$ вә h_c кими ишарә олунурлар. Үчбучағын тәпә нөгтәләрини М нөгтәси илә ујғун олараг МА, МВ вә МС дүз хәттәлри илә бирләшдирдикдә АВС үчбучағы үч АМВ, ВМС вә АМС үчбучағларына бөлүнмүш олур. Шәкилдән көрүндүјү кими АВС үчбучағынын саһәси алынмыш АМВ, ВМС вә АМС үчбучагларынын саһәләринин чәминә бәрабәрдир.

$$S_{ABC} = S_{AMB} + S_{BMC} + S_{AMC}$$

АВС бәрабәр тәрәфли үчбучағын тәрәфини **а** илә, һүндүрлүјүнү **Н** илә ишарә етсәк, онда онун саһәси ашағыдакы тәнликдә ифадә олунар:

$$S_{ABC} = \frac{1}{2}\, a \cdot H \qquad (2)$$

Ујғун олараг АМВ, ВМС вә АМС үчбучагларынын саһәләри ашағыдакы тәнликләрлә ифадә олуначагдыр:

$$S_{AMB} = \frac{1}{2}\, a \cdot MF = \frac{1}{2}\, a \cdot h_c$$

$$S_{BMC} = \frac{1}{2}\, a \cdot MД = \frac{1}{2}\, a \cdot h_a$$

$$S_{AMC} = \frac{1}{2}\, a \cdot ME = \frac{1}{2}\, a \cdot h_b \qquad (3)$$

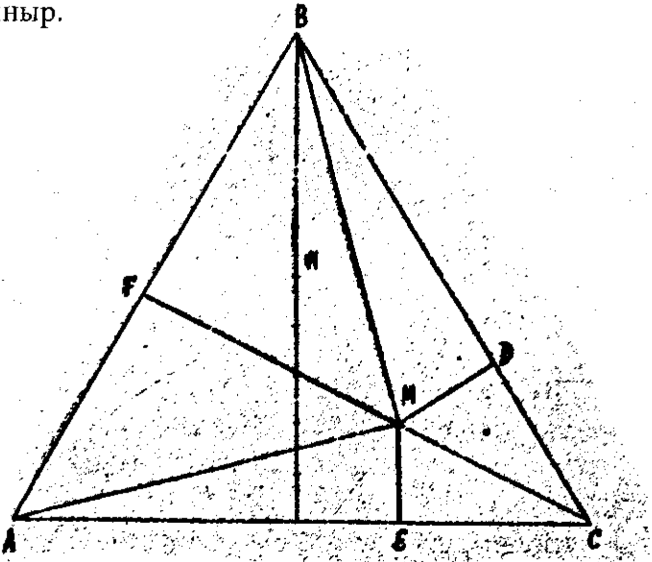
Алынмыш (2, 3) бәрабәрликләриндән S_{ABC}, S_{AMB}, S_{BMC}, S_{AMC} гијмәтләрини 1-чи тәнликдә нәзәрә алсаг:

$$\frac{1}{2} a \cdot H = \frac{1}{2}\, a \cdot h_c + \frac{1}{2} a \cdot h_a + \frac{1}{2} a \cdot h_b$$

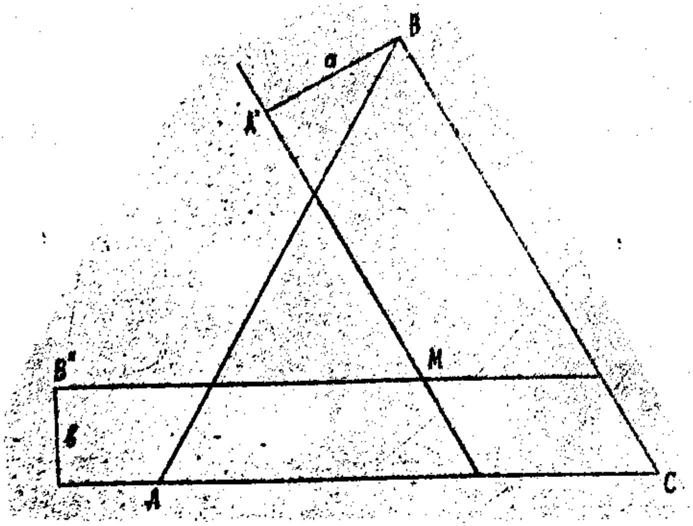
$$\frac{1}{2} a \cdot H = \frac{1}{2}\, a(h_c + h_a + h_b)$$

$$H = h_c + h_a + h_b$$

нәтичәси алыныр.



Шәкил 7. Үчлү системин тәркибинин Киббс методу илә тәсвири МД=h_a, МЕ=h_b, МF=h_c



Шәкил 8. Үчлү системин тәркибинин Киббс методу илә тапылмасы.

Инди исә Киббс диаграмында a%-A, в%-2, c%-C компонентләриндән ибарәт олан үчлү системи характеризә едән нөгтәнин һәндәси јерини мүәјјән едәк. Шәртә көрә a+в+c=100%.

Бунун үчүн бәрабәр тәрәфли ABC үчбучағыны көтүрәк. Бү үчбучағын тәпә нөгтәләри тәмиз компонентләрә, тәрәфләри илә A-B, B-C, A-C икили системләрә мүвафиг олачаглар.

Инди исә үчбучағын AC тәрәфләринә перпендикулјар ендирәк вә һәмин перпендикулјар хәттин үзәриндә B тәпәси истигамәтиндә **в**-гијмәтинә бәрабәр бир парча гејд едәк. Нәтичәдә алынан нөгтәни B″ нөгтәси ишарә едәк.

Бундан сонра үчбучағын дикәр тәрәфинә, мәсәлән, BC тәрәфинә перпендикулјар ендирәк вә A тәпәси истигамәтиндә -**a** гијмәтә бәрабәр олан дикәр парчаны ејни үсулла гураг. Алынан нөгтәни A″ ишарә едәк. Нәһајәт B″ вә A″ нөгтәләриндән AC вә BC тәрәфләринә паралел олан ики хәтт чәкирик. Бу дүз хәтләрин кәсишмә нөгтәси бизә системин верилмиш тәркибини әкс етдирән M нөгтәсини верәчәкдир (шәкил 8).

Әксинә, әкәр үчбучагда верилмиш һәр-һансы бир M нөгтәсинә мүвафиг олан гарышығын тәркибини тә'јин етмәк лазымдырса, онда һәмин нөгтәдән үчбучағын тәрәфләринә перпендикулјар ендирмәк лазымдыр. Бу заман M нөгтәси илә мүвафиг тәрәфләр арасындакы парчаларын өлчү гијмәтләри һәмин гарышығын тәркибини көстәрәчәкдир.

1.3.2. РОЗЕБОМУН II ҮСУЛУ

Розебомун икинчи үсулу илә үч компонентли системин диаграмыны гурдугда бәрабәр тәрәфли үчбучағын тәрәфи 100 һиссәјә бөлүнүр вә беләликлә алынмыш $\frac{a}{100}$ парчасыны 1 фаизә бәрабәр көтүрүрләр. Сонра үчбучағын һәр һансы бир тәрәфи үзәриндә, мәсәлән AB үзәриндә, A нөгтәсиндән B нөгтәси истигамәтиндә **в**-јә бәрабәр олан AF вә **в** нөгтәсиндән A нөгтәси истигамәтиндә **а**-ја бәрабәр олан BF′

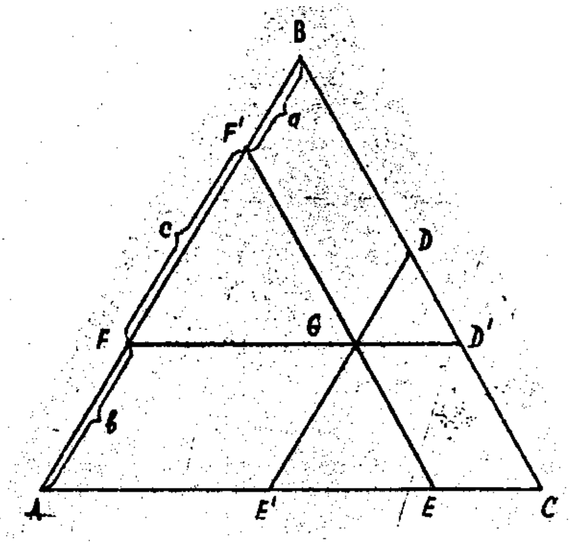
парчалары мүәјјән едилир. Нәтичәдә FF′ парчасы с-јә бәрабәр олуб С компонентин үч компонентли системдә мигдарыны көстәрәчәкдир. Сонра F вә F′ нөгтәләрдән мүвафиг тәрәфләрә јә'ни AC вә BC тәрәфләринә паралел олан FД′ вә F′E хәтләрини чәкирләр. Бу хәтләрин кәсишмә нөгтәси ABC үчлү системиндә G фигуратив нөгтәјә ујғун кәлән тәркиби мүәјјән едир.

Әкәр әксинә, үчбучағын дахилиндә G фигуратив нөгтәси верилмишсә, онда бу нөгтәјә мүвафиг үчлү системин тәркибини тапмаг үчүн һәмин нөгтәдән тәрәфләрә паралел олан F′E, FД′ вә ДE′ дүз хәтләри чәкилир. нәтичәдә алынан GД парчасы A компонентинин, GE парчасы B компонентинин вә GF парчасы C компонентинин фаизлә мигдарыны көстәрәчәкдир (шәкил 9).

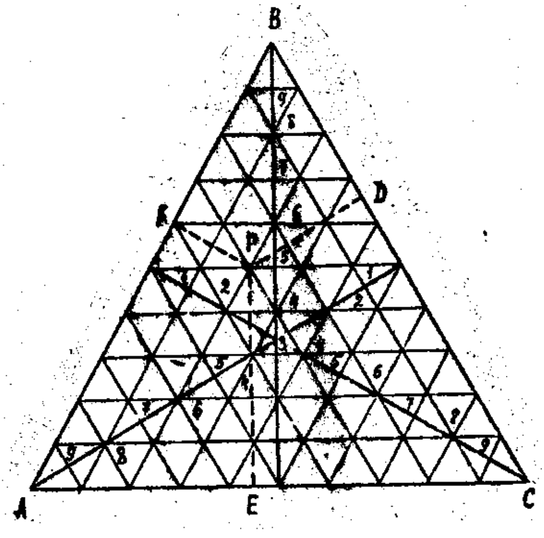
Тәркибин фигуратив нөгтәсинин вәзијјәти диаграмын гурулмасында истифадә олунан үсулдан, Киббс јахуд Розебом үсулундан асылы олмур. Башга сөзлә, әкәр бәрабәр тәрәфли үчбучагда онун һүндүрлүјү вә тәрәфини 100 бәрабәр һиссәјә бөлсәк вә верилмиш үчлү системин тәркибинә мүвафиг олан фигуратив нөгтәни Киббсә көрә вә Розебома көрә диаграм үзәриндә гејд етск, онда ејни бир нөгтә алыныр, јә'ни онун һәндәси јери ејни олар (шәкил 10).

Она көрә чох вахт бу ики үсулу бирләшдириб Киббс-Розебом үсулу кими ифадә едирләр.

Тәчрүбәдә үчлү системләрин һал диаграмларыны Киббс-Розебом үсулу илә гурмаг үчүн адәтән үчбучаг торундан истифадә едирләр. Белә үчбучагларын тәрәфләри 100 бәрабәр һиссәјә бөлүнүр вә алынмыш нөгтәләрдән паралел хәтләр чәкилир (шәкил 10). Асанлыгла көрмәк олар ки, үчбучағын тәпәләри тәмиз A, B вә C компонентләринә, тәрәфләри исә A-B, B-C вә A-C икили системләринә мүвафиг олурлар. Доғрудан да, әкәр бир үчбучағын A тәпәсини көтүрсәк вә бурадан гаршыдакы тәрәфә перпендикулјар ендирсәк, бу үчбучағын һүндүрлүјүнә мүвафиг олачагдыр ки, бу да 100% A компонентинә чаваб верәчәкдир. Һәр-һансы бир фигуратив нөгтә үчбучағын һәр-һансы бир тәрәфин үзәриндә јерләшәрсә, онда бу нөгтәдән һәмин тәрәфә чәкилмиш перпендикулјарын узунлуғу сыфра бәрабәр олачагдыр.



Шәкил 9. Үчлү системин тәркибинин Розебомун II үсулу илә тәсвири.



Шәкил 10. Үчлү системи Киббс-Розебом көрә гурмаг үчүн истифадә олунан графланмыш үчбучаг.

Киббс-Розебом үсулу илә гурулмуш үч компонентли системин диаграмы ашағыдакы хассәләрә маликдир:

1. Үчбучағын тәрәфләринин биринә паралел олан дүз хәтт үзәриндә јерләшән нөгтәләр, һәмин тәрәфин гаршысында јерләшән үчбучағын тәпәсинә мүвафиг олан компонентләрин мигдарына ујғун кәлир (шәкил 11).

2. Үчбучағын һәр-һансы тәпә нөгтәсиндән, мәсәлән, B нөгтәсиндән, кечән дүз хәтт үзәриндә јерләшән нөгтәләр үчбучағын дикәр ики тәпә нөгтәсинә, мәсәлән, A вә C нөгтәләринә, мүвафиг олан компонентләрин гатылыгларынын нисбәти сабит олан үчлү гарышыглара ујғун кәлирләр (шәкил 11).

Верилмиш ABC үчбучағынын B тәпәсиндән кечән ихтијари F вә G нөгтәләри көтүрүб, тәрәфләрә перпендикулјар чәкирик. Нәтичәдә, алынмыш BGG′ BFF′ вә үчбучагларын охшарлыгларындан истифадә едәрәк ашағыдакы бәрабәрлији јазырыг:

$$\frac{GG'}{FF'} = \frac{GB}{FB} \tag{1}$$

Ејни илә BGG″ вә BFF″ үчбучагларынын охшарлыгларындан истифадә едиб дикәр бәрабәрлији јазарыг:

$$\frac{GG''}{FF''} = \frac{GB}{FB} \tag{2}$$

Ријази олараг (1 вә 2) нисбәтләринин сағ тәрәфләри бәрабәр олдугларындан сол тәрәфләри дә бир-биринә бәрабәр олар:

$$\frac{GG'}{FF'} = \frac{GG''}{FF''} \tag{3}$$

јахуд алынмыш бәрабәрлији белә дә јазмаг олар:

$$\frac{GG'}{GG''} = \frac{FF'}{FF''} \tag{4}$$

Әкәр GG′гиjмәтини a′, FF′ гиjмәтини a″ вә мүвафиг сурәтдә GG″-c″, FF″-c″ гиjмәтләриндә еквивалент гәбул етсәк онда ашағыдакы бәрабәрлик алынар:

$$\frac{a'}{c'} = \frac{a''}{c''} \qquad (5)$$

Беләликлә көрүндүjү кими, A вә C компонентләринин үчбучаг дахилиндә уjғун нөгтәләрдә гатылыгларынын нисбәтинин сабит галдығы исбат едилмиш олур.

1.3.3. РОЗЕБОМУН I ҮСУЛУ

Бу үсула көрә үчлү системин тәркибинин тәсвир едилмәси үчүн бәрабәр тәрәфли үчбучагдан jox, дүзбучаглы үчбучагдан истифадә едирләр. Бу исә тәркибин тә'jини әмәлиjjатыны миллиметрләрлә дәрәчәләнмиш диаграм үзәриндә апармаға имкан верир.

Розебомун I үсулуна әсасән диаграм гурмаг үчүн бәрабәрjанлы дүзбучаглы үчбучағын AB вә AC катетләри 100 бәрабәр һиссәjә бөлүнүр. Тәркиби a% - A компонентинә, в% - B компонентинә, c% - C компонентинә мүвафиг олан гарышығын һәндәси jерини (M нөгтәсини) тапмаг үчүн AC вә AB координат охлары олан дүзбучаглы системдән истифадә едирләр. Бурада M нөгтәсинин абсиси c-jә, ординаты исә в-jә бәрабәр олур (шәкил 12). Бу үсулун чатышмаjан чәһәти ондан ибарәтдир ки, BC икили системинә мүвафиг олан һипотенуз үзәриндәки мигjас AC вә AB икили системләринә мүвафиг олан катетләрин мигjасындан фәргләнир. Буна көрә, бу үсул елә һалларда истифадә олунур ки, үчлү системләрин компонентләриндән бири асылы олмаjан компонент олсун, мәсәлән, бизим һалда бу компонент һәлледичидир.

1.3.4. СКРЕЈНЕМАКЕРС ҮСУЛУ

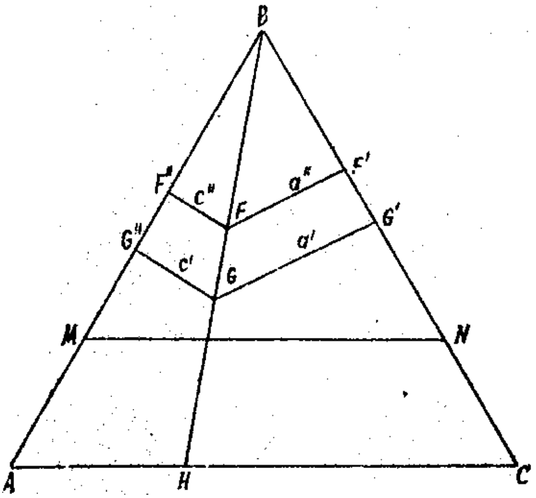
Бу үсул о һалда тәтбиг олунур ки, системин компонентләриндән бири әсас компонент олсун, мәсәлән, һәлледичи. Бу заман, гатылыг 100 гр һәллдичидә һәлл олан дузларын нисбәти илә (чәки нисбәтләри), јахуд 1000 мол һәллдичијә ујғун кәлән дузларын молларынын сајы илә ифадә олунур (моллар нисбәти). Бу үсулда мәһлулун тәркиби дүзбучаглы координат системиндә нөгтә илә ифадә олунур. Истифадә олунан координат системинин башлангычы һәллдичијә, координат охларынын сонсуз узаглашмыш нөгтәләри илә тәмиз дузлара мүвафигдирләр.

Инди исә, AX, BX вә H_2O компонентләриндән ибарәт олан үчлү системи нәзәрдән кечирәк (шәкил 13). Бу компонентләрдән биринин мигдары (H_2O) сабит кәмијјәт кими гәбул етсәк (100 гр. 1000 мол). Онда дикәр ики компонентин (AX вә BX) мигдары **а** вә **в** парчалары илә, үчлү системин тәркибини исә M нөгтәси илә ифадә олуначагдыр.

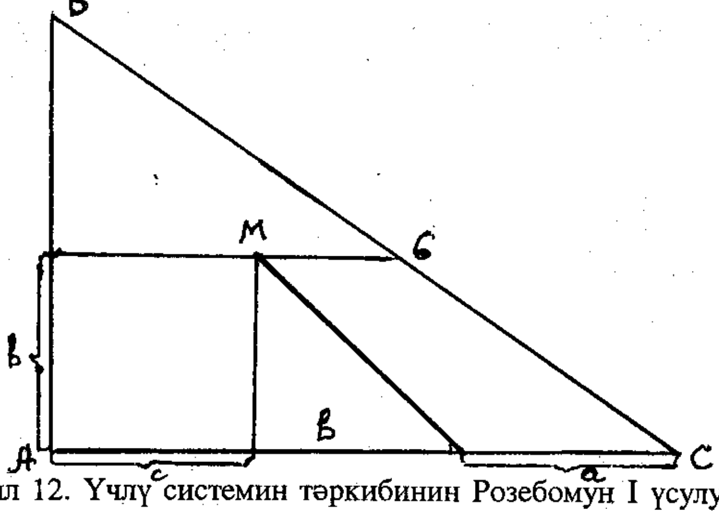
Лакин Скрејнемакерс үсулуну һәмишә тәтбиг етмәк мүмкүн олмур. Бу онунла изаһ едилир ки, дузларын вә онларын гарышыгларынын тәркибләри истифадә олунан координат системинин башланғычындан сонсуз узагларда јерләшән нөгтәләрдән ифадә олунурлар.

Скрејнемакерс үсулу мәһлулларда таразлығы мүәјјән етмәк үчүн истифадә олунур.

Инди исә үмуми иону олан ики дуз вә судан ибарәт үчлү су-дуз системләринин бә'зи диаграмларыны нәзәрдән кечирәк.



Шәкил 11. Һиббс-Розебом диаграмларынын хассәләринин илјустрасија едән үчбучаг.



Шәкил 12. Үчлү системин тәркибинин Розебомун I үсулуна әсасән тәсвири.

1.4. ҮМУМИ ИОНУ ОЛАН ИКИ ДУЗ ВӘ СУДАН ИБАРӘТ ҮЧЛҮ СИСТЕМИН ҺӘЛЛОЛМА ИЗОТЕРМАСЫ

Гејд етмәк лазымдыр ки, бу системләрдә һидратлар вә икигат дузлар әмәлә кәлмәјән хүсуси һалдыр. Бу диаграмын үмуми көрүнүшү 14-чү шәкилдә тәсвир едилмишдир. Көрүндүјү кими, АХ-H_2O вә ВХ-H_2O тәрәфләриндәки В вә А нөгтәләри тәмиз АХ вә ВХ дузларынын суда һәллолмаларыны көстәрирләр. АХ-ВХ-H_2O үчбучағынын дахилиндә јерләшән Е нөгтәси (евтоника), тәдгиг олунан үчлү системин тәркибинә ујғун кәлир.

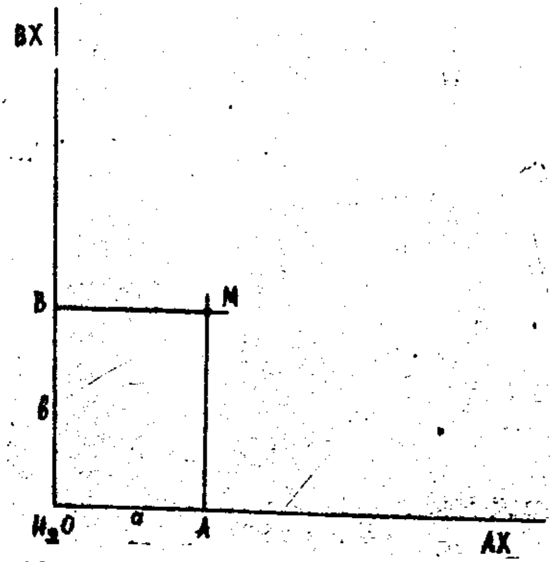
Диаграмын дикәр саһәләри ашағыдакылардыр: АХ-А-Е саһәси АХ бәрк дузун вә онларын дојмуш мәһлулларына ујғун кәлир. ВХ-В-Е саһәси ВХ бәрк дузун вә онун дојмуш мәһлулларына, әјани гарышыгларына мүвафигдир.

АХ-ВХ-Е саһәси евтоник мәһлул илә АХ вә ВХ бәрк дузларын гарышыгларына ујғундур, нәһајәт, А-Е-В-H_2O саһәси дојмамыш мәһлуллара ујғун кәлир. АХ дузу илә дојмуш мәһлула АЕ әјриси, ВХ дузу илә дојмуш мәһлула ВЕ әјриси мүвафигдирләр.

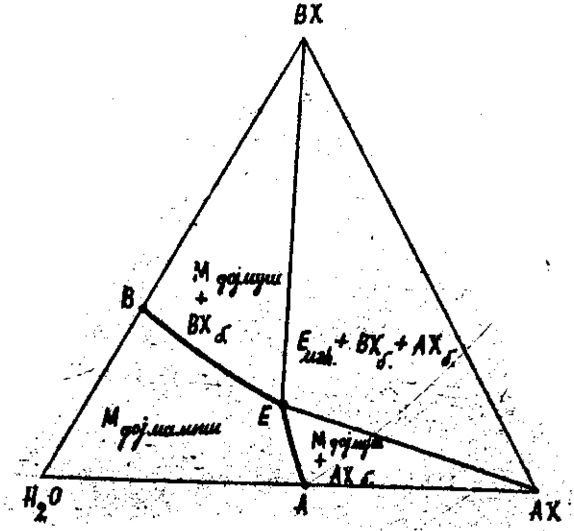
Јухарыда көстәрилән систем Скрејнемакерс диаграмы 15-чи шәкилдә тәсвир олунуб. Диаграмда А вә В нөгтәләри 100г. јахуд 1000 мол суја мүвафиг олан һәлл олмуш АХ вә ВХ дузларынын мигдарыны көстәрир. Координат охлары илә әһатә олунан саһәдә јерләшән Е нөгтәси тәдгиг олунан үчлү системин тәркибини әкс етдирир. Тәмиз АХ вә ВХ дузларына мүвафиг олан һәндәси нөгтәләр сонсузлугда јерләширләр.

Инди исә NaCl - KCl - H_2O системинин мисалында су-дуз системләринин реал һалда диаграмларынын хүсусијәтләри илә таныш олаг (шәкил 16).

Тутаг ки, бу системин һәллолма диаграмыны гурмаг лазымдыр. Бунун үчүн ашағыда (шәкил 16) Киббс-Розебом үсулу илә гурулмуш диаграм верилмишдир. Үчбучағын тәпә нөгтәләриндә верилмиш компонентләрин тәмиз (100%) һалы көтүрүлүр. Сонра үчбучағын тәрәфләринә H_2O- NaCl вә H_2O-KCl икили системләриндә натриум хлорид вә каллиум хлорид дузларынын 25^0C дә тәмиз суда һәллолмаларына мүвафиг олан нөгтәләри мүәјјән едилир. Беләликлә, диаграмдан көрүндүјү



Шәкил 13. Үчлү системин тәркибинин Скрејнемакерс методу васитәсилә тәсвири.



Шәкил 14. Кристалһидратлар әмәлә кәтирмәјән үмуми иону олан ики дуз в судан ибарәт үчлү системин һәллолма изотерми.

кими, А нөгтәси 26,48% NaCl мүвафигдир, В нөгтәси исә 26,41% KCl мүвафиг кәлир. А вә В нөгтәләриндә мәһлуллар NaCl вә KCl дузларын илә таразлыгда олачаглар.

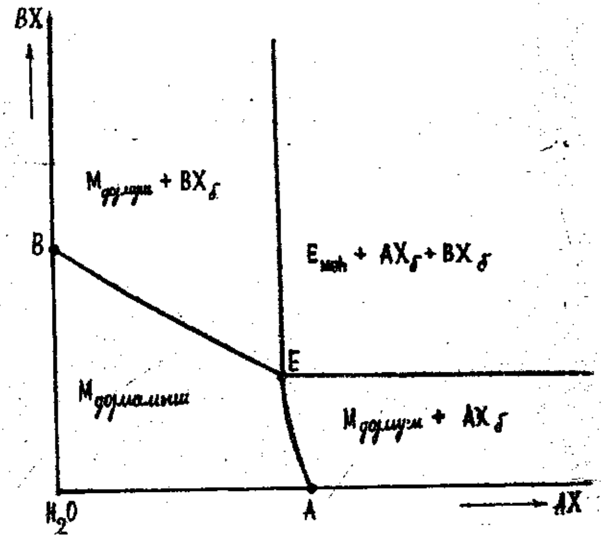
Јухарыда гејд етдијимиз кими, KCl-H_2O тәрәфиндәки В нөгтәси калиум хлорид дузунун суда һәллолмасына чаваб верир. Әкәр бу дузун дојмуш мәһлулунун үзәринә тәдричән NaCl дузу әлавә етсәк, ахырынчысы мәһлула кечәчәк, мәһлулдан исә бәрк калиум хлорид дузунун мүәјјән мигдары чөкәчәкдир. Бу просес о вахтадәк давам едәчәкдир ки, системин тәркиби дәјишәрәк кәлиб диаграм үзәриндәки Е нөгтәсинә мүвафиг олсун (евтоник нөгтә). Е нөгтәсиндә мәһлул һәр ики бәрк дузларла (NaCl вә KCl) таразлыгда олачагдыр.

Е нөгтәсинә һәмчинин NaCl дузунун дојмуш мәһлулунун үзәринә бәрк KCl дузунун кичик мигдарларыны әлавә етмәклә дә кәлиб чыхмаг олар. Е нөгтәсинә ујғун кәлән тәркибли мәһлула *евтоник мәһлул* дејилир.

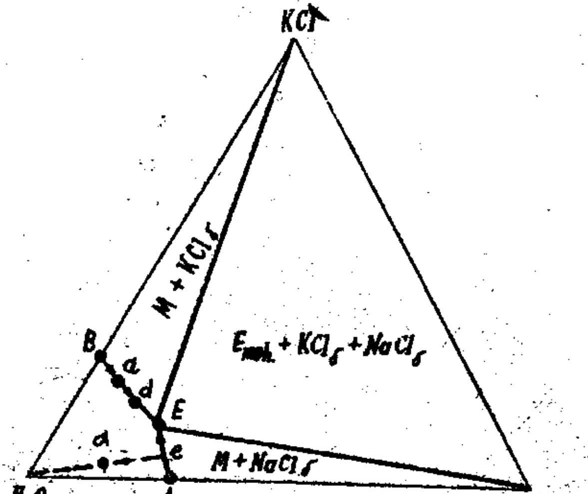
Диаграмдакы АЕ әјриси NaCl дојмуш мәһлулларына, ВЕ әјриси исә KCl дузунун дојмуш мәһлулларына чаваб верир. Инди исә системдә натриум хлорид дузунун мәһлулдакы мигдарыны артырмагла фигуратив "а" нөгтәсинини кристаллашмаја чатдырылмасы јолуну изләјәк.

Верилмиш фигуратив "а" нөгтәсиндә мәһлуллар бәрк KCl дузу илә таразлыгда олурлар. Әкәр"а" тәркибли мәһлула кичик мигдарларла бәрк NaCl дузу әлавә едиб вә алынмыш мәһлулу таразлыг һалына чатдырсаг, онда KCl дузунун мәһлулдакы гатылығы азалачаг, NaCl дузунун гатылығы исә мүвафиг сурәтдә артачаг. Бу заман мәһлулун фигуратив нөгтәси ВЕ әјриси боју "а" нөгтәсиндән Е нөгтәси истигамәтиндә һәрәкәт едәчәк. Мисал үчүн, "а" нөгтәсиндә мәһлул "а" нөгтәсинә нисбәтән NaCl дузу илә даһа зәнкин олачаг.

Бу да мә'лумдур ки, верилмиш мәһлула NaCl дузуну артан мигдарла әлавә етсәк дузларын мәһлуллдакы нисбәти дәјишиләчәк, мүәјјән андан сонра, Е нөгтәсиндә бунларын гатылыгларынын нисбәти елә бир гијмәт алыр ки, мәһлул һәр ики дузла дојмуш һалда олур. Әкәр ејни шәраитдә апарылан тәчрүбәдә (мәсәлән, сабит температурда) NaCl дузунун дојмуш мәһлулунун үзәриндә бәрк KCl дузунун ајры-ајры һиссәләрини әлавә етсәк, јенә дә Е нөгтәсинә ујғун кәлән мәһлула кәлиб чатарыг.



Шәкил 15. Кристалһидратлар әмәлә кәтирмәјән үмуми иону олан ики дуз вә судан ибарәт үчлү системин һәллолма изотерми.



Шәкил 16. NaCl - KCl - H_2O системинин 25°С-дә һәллолма диаграмы.

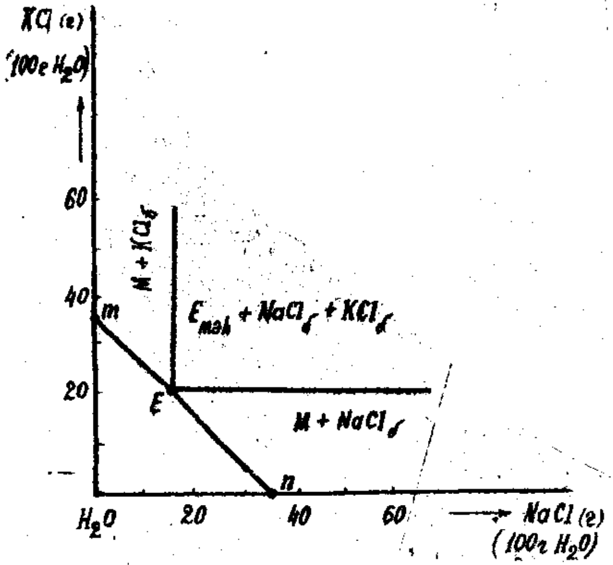
Инди исә көрәк сабит температурда изотермики бухарланма заманы дојмамыш мәһлуллар саһәсиндә јерләшән d фигуратив нөгтәси нечә һәрәкәт едәчәк. Бу нөгтә тәмиз суја ујғун олан тәпә нөгтәсиндән вә d фигуратив нөгтәсиндән кечән дүз хәтт бојунча NaCl дузунун дојмуш мәһлулларына мүвафиг олан АЕ әјриси илә кәсишмә нәтичәсиндә алынан "е" нөгтәси истигамәтиндә һрәкәт едәчәкдир.

Һәмин "е" нөгтәсинә чатдыгда мәһлулдан бәрк NaCl дузу чөкмәјә башлајачагдыр. Бу вахтдан е'тибарән фигуратив нөгтә "е" нөгтәсиндән башлајараг АЕ әјриси бојунча Е нөгтәси истигамәтиндә һәрәкәт едәчәкдир. Изотермики бухарланманы давам етдирдикдә мәһлулдан даһа чох бәрк NaCl дузу чөкәчәкдир. Мәһлулда исә KCl дузунун гатылығы артачагдыр. Е нөгтәсинә чатдыгда мәһлул һәр ики дузла (NaCl, KCl) дојмуш һалда олачагдыр. Бу андан е'тибарән мәһлул өз гатылығыны вә тәркибини дәјишмәдән (изотермики бухарланма нәтичәсиндә) там гурујана гәдәр бухарланачагдыр. Үч компонентли $NaCl$-KCl-H_2O системинин 25^0С-дә һәлләолма диаграмында ашағыдакы саһәләри гејд етмәк олар:

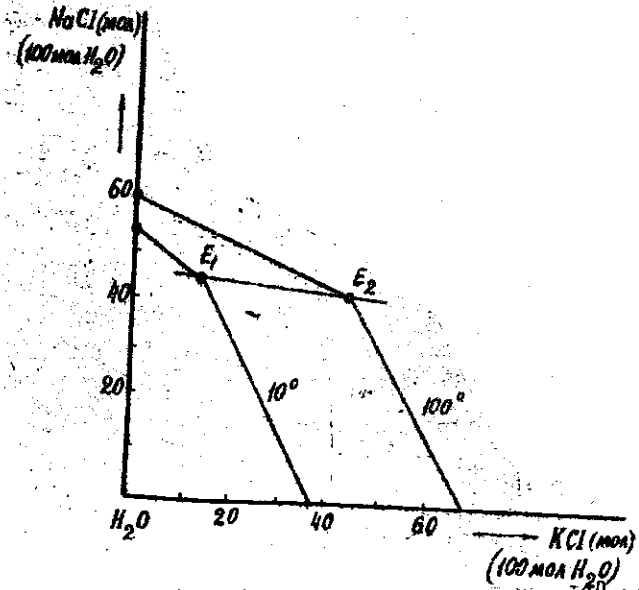
А-Е-В-H_2O саһәси дојмамыш мәһлуллара мәнсубдур, NaCl-В-Е саһәсинин нөгтәләри вә бәрк NaCl дузундан ибарәт гарышыглара ујғун кәлир, KCl-Е-В саһәси дахилиндәки нөгтәләр исә мәһлуллар вә бәрк KCl дузундан ибарәт гарышыглара ујғун кәлир. NaCl-Е-KCl саһәси диаграмын ән чох һиссәсини әһатә едир вә евтоник ($E_{мәһ}$) мәһлулла бәрк KCl вә NaCl дузларынын әмәлә кәтирдији гарышыглара ујғун кәлир.

Беләликлә, дојмамыш мәһлуллар саһәсиндә јерләшән һәрһансы бир нөгтә изотермики бухарланма заманы һәмин нөгтәдән вә координат башлангычындан (тәмиз суја аид олан нөгтәләр) кечән дүз хәтт бојунча һәмин хәттин дузун дојмуш мәһлулуна мүвафиг олан әјриси илә кәсишән нөгтәјә гәдәр давам едәчәкдир.

Дојмуш мәһлуллар саһәсиндә јерләшн һәр-һансы бир нөгтә, тәдричән дурлашдырылдыгда һәмин нөгтәдән вә суја мүвафиг тәпә нөгтәсиндән кечән дуз хәтт бојунча ахырынчынын истигамәтиндә һәрәкәт едәчәкдир. $NaCl$-KCl-H_2O үчлү системинин таразлыг диаграмы Скрејнемакерс үсулуна әсасән 17-чи шәкилдә көстәрилмишдир.



Шәкил 17. $NaCl$-KCl-H_2O системин 25^0C-дә һәллолма диаграмы.



Шәкил 18. $NaCl$-KCl-H_2O системин 10^0 вә 100^0C-дә һәллолма диаграмы.

Абсис оху үзәриндәки "П" нөгтәси 100 гр. суја ујғун кәлән NaCl дузунун грамларла мигдарыны көстәрир, ординат оху үзәриндәки "Ш" нөгтәси исә һәмин мигдар суја мүвафиг олан KCl дузунун грамларла мигдарыны көстәрир.

Диаграм үзәриндәки mE әјриси NaCl дузунун дојмамыш мәһлулунда KCl дузунун һәллолмасына ујғун кәлир. nE әјриси исә KCl дузунун дојмамыш мәһлулунда NaCl дузунун һәллолмасыны көстәрир. mE әјриси илә nE әјрисинин кәсишмә нөгтәси олан E нөгтәси һәр ики дузла таразлыгда олан мәһлула (евтоникаја) мүвафигдир.

Диаграмын ајры-ајры елементләри ашағыдакылардыр:

1. mEn әјрисинин нөгтәләри дојмуш мәһлула ујғун мүвафигдир;

2. $mEnH_2O$ саһәсинин дахилиндә јерләшән һәр-һансы истәнилән нөгтә дојмамыш мәһлуллара чаваб верәчәкдир;

3. Тәпә нөгтәси E олан вә тәрәфләрти гатылыг охларына паралел олан дүз бучағын дахилиндә јерләшән һәр һансы бир мүстәви һиссәси евтоник мәһлулун һәр ики дузла әмәлә кәтирдији гарышыға ујғун кәлир;

4. Ординат оху, mE әјриси вә E нөгтәсиндән кечәрәк ординат охуна паралел олан дүз хәтт илә мәһдудлашан мүстәви һиссәси бәрк KCl дузу илә һәмин дузун дојмуш мәһлулунун әмәлә кәтирдији гарышыглара ујғун кәлир;

5. Абсис оху En әјриси вә E нөгтәсиндән кечиб абсис охуна паралел олан дүз хәтт илә мәһдудлашан мүстәви бәрк NaCl дузу илә һәмин дузун дојмуш мәһлулун әмәлә кәтирдији гарышыглара чаваб верир;

Ејни диаграм үзәриндә мүхтәлиф температурларда һәллолма әјриләринин вә фигуратив нөгтәләрини дә тәсвир етмәк олар. Мәсәлән, $NaCl$-KCl-H_2O системинин мүхтәлиф температурларда һәллолма изотермләри (10 вә 100^0C-дә) Скрејнемакерс үсулу илә ашағыдакы кими тәсвир олунур (шәкил 18).

Бу диаграмда E_1 вә E_2 нөгтәләрини бирләшдирән дүз хәттә *евтоник хәтт* дејилир.

1.5. ҮМУМИ ИОНУ ОЛАН ИКИ ДУЗ ВӘ СУДАН ИБАРӘТ ОЛУБ, ДУЗЛАРДАН БИРИ КРИСТАЛҺИДРАТ ӘМӘЛӘ КӘТИРӘН ҺАЛДА ҮЧЛҮ СИСТЕМИН ҺАЛ ДИАГРАМЛАРЫ

Бу хүсуси һалда диаграм јухарыдакы параграфларда нәзәрдән кечирилмиш диаграмлардан онунла фәргләнир ки, АХ компоненти мәһлулдан К һидраты шәкилдә кристаллашсын (шәкил 19).

Системин ајры-ајры саһәләринин тәркибләри ашағыдакы хассәләрә маликдир:

1. В-Е-ВХ саһәси ВХ компонентин дојмуш мәһлуллары илә бәрк ВХ компонентин әмәлә кәтирдији гарышыглара ујғун кәлир;

2. А-Е-К саһәси К-кристалһидратынын мәһлуллары илә бәрк К-кристалһидратынын әмәлә кәтирдији гарышыглара мәнсубдур;

3. ВХ-Е-К саһәси евтоник мәһлулун бәрк ВХ дузу вә бәрк К-кристалһидратын әмәлә кәтирдији гарышыглара мәнсубдур;

4. АХ-К-ВХ саһәси бәрк К-кристалһидратын вә бәрк АХ, ВХ дузларынын әмәлә кәтирдикләри гарышыглара ујғундур. Диаграмын бу һиссәсиндә маје фаза јохдур.

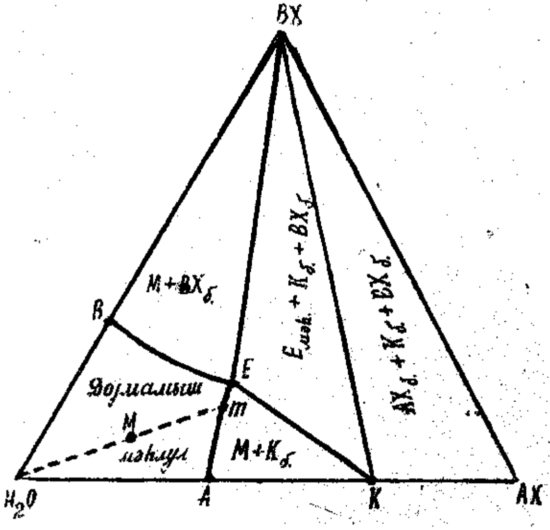
Дојмамыш мәһлуллар саһәсиндә јерләшән һәр-һансы бир М фигуратив нөгтәсинә мүвафиг олан мәһлулун изотермики бухарланма просесини изаһ етмәк үчүн А-H_2O-В саһәсини тәдгиг етсәк ашағыдакы нәтичәјә кәләрик.

Изотермики бухарланма нәтичәсиндә көтүрүлмүш һәр-һансы М фигуратив нөгтәси тәмиз суја мүвафиг олан (H_2O) нөгтәдән кечән дүз хәтт бојунча һәрәкәт едәрәк бу нөгтәдән узаглашачаг. Мәһлулун гатылығы артдыгча фигуратив нөгтә АЕ әјрисинә доғру һәрәкәт едир вә һәмин әјри үзәриндәки m нөгтәсинә чатанда мәһлулдан К кристадһидраты чөкмәјә башлајачаг. Сонракы изотермики бухарланма бәрк К-кристалһидратын кристаллашмасы илә мүшаһидә олуначагдыр, өзү дә фигуратив нөгтә Е нөгтәси истигамәтиндә һәрәкәт етмәјә башлајачагдыр. Е нөгтәси (евтоника) ејни заманда ВХ компоненти вә К кристалһидраты илә дојмуш мәһлула чаваб верир. Изотермики бухарланманы давам етдирдикдә һәр ики компонент (ВХ вә К-кристалһидрат) кристаллашмаға башла-

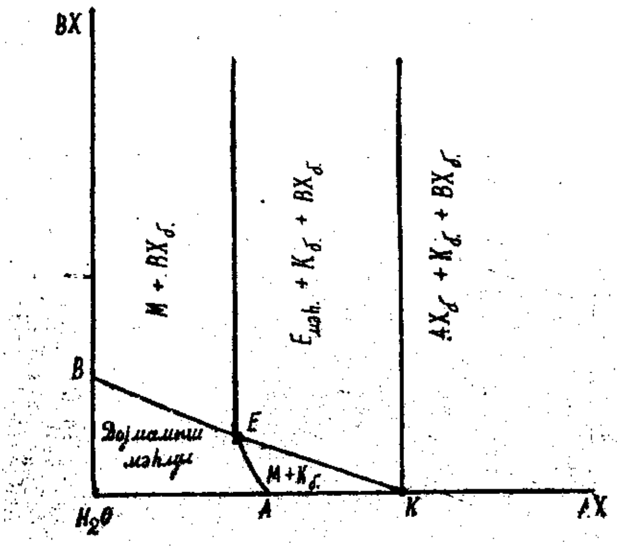
јачаг вә бу замандан е'тибарән там гурујана гәдәр мәһлулун тәркиби сабит галараг дәјишмәјәчәкдир.

Бу һал үчүн, Скрејнемакерс үсулу илә бу диаграм гурулмуш олса, ашағыдакы шәкилдәки кими тәсвир олунан диаграм алыначагдыр (шәкил 20).

Елә һаллар да ола билсин ки, үчлү системин тәркибинә дахил олан дузларынын биринин әмәлә кәтирдији һидрат анчаг дојмуш мәһлулун гатылығынын мүәјјән гијмәтинә гәдәр мөвчуд ола биләр. Гатылығын бу гијмәтинә чатдыгда исә кристалһидрат өз кристаллашма сујуну итирир вә бу просес дојмуш мәһлулун тәркиби дәјишмәјән шәраитдә баш верир. Белә диаграмлар ашағыдакы шәкилләрдә верилмишдир (шәкил 21, 22).



Шәкил 19. Үмуми иону олан ики дуз вә судан ибарәт үчлү системин һәллолма изотерми (AX дузу K тәркибли һидрат әмәлә кәтирир.

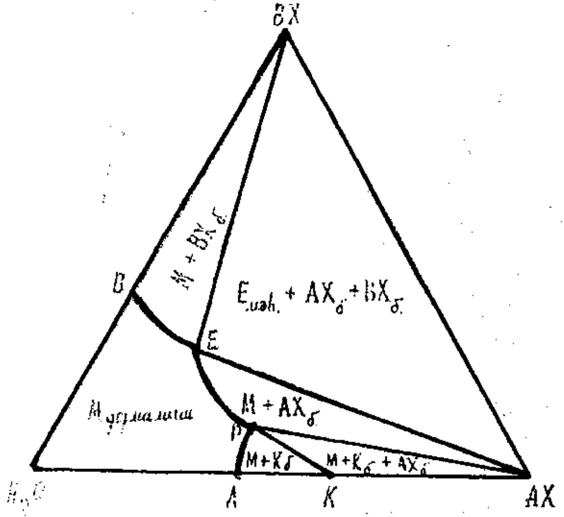


Шәкил 20. Үмуми иону олан ики дуз вә судан ибарәт үчлү системин һәллолма изотерми (AX дузу K тәркибли һидрат әмәлә кәтирир).

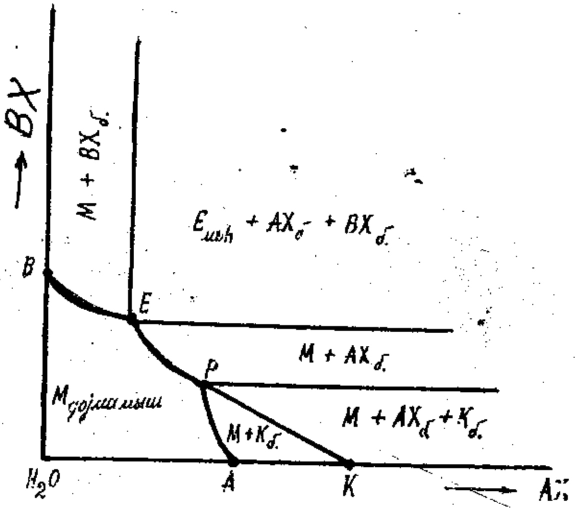
1.5.1. Үмуми иону олан ики дуздан вә судан ибарәт олуб икигат дуз әмәлә кәлән һалда үчлү системин изотерми

Белә диаграмларын үмуми тәсвири ашағыдакы шәкилләрдә верилмишдир (шәкил 23, 24).

Шәкилдән көрүндүјү кими, бу һалда үч компонентли системин диаграмы үч кристаллашма әјрисиндән ибарәт олур: AX дузунун, S-икигат дузунун вә BX дузунун кристаллашма әјриләриндән (кристаллашма будагларындан) E_1 тәркибли евтоник мәһлулу илә бәрк AX, S-икигат дузу араларындакы таразлыға мүвафигдир. E_2 евтоник нөгтәси исә E_2 тәркибли евтоник мәһлулу илә бәрк BX вә S-икигат дузларынын арасындакы таразлыға ујғун кәлир. Бу диаграмда (шәкил 23) A-E_1-AX саһәси дојмуш мәһлулларын бәрк AX илә әмәлә кәтирдикләри гарышыглара, BX-E_2-B саһәси дојмуш мәһлулларын бәрк BX илә әмәлә кәтирдикләри гарышыглара, E_1-S-E_2 саһәси бәрк S-икигат дузун онунла дојмуш олан мәһ-



Шәкил 21. Үмуми иону олан дуз вә судан ибарәт үчлү системин һәллолма изотерми (АХ дузу К тәркибли һидрат әмәлә кәтирир вә мүәјјән гатылыгда сусузлашыр).



Шәкил 22. Иону үмуми олан ики дуз вә судан ибарәт үчлү системин һәллолма изотерми (АХ дузу мүәјјән гатылыгда сусузлашан К тәркибли һидрат әмәлә кәтирир).

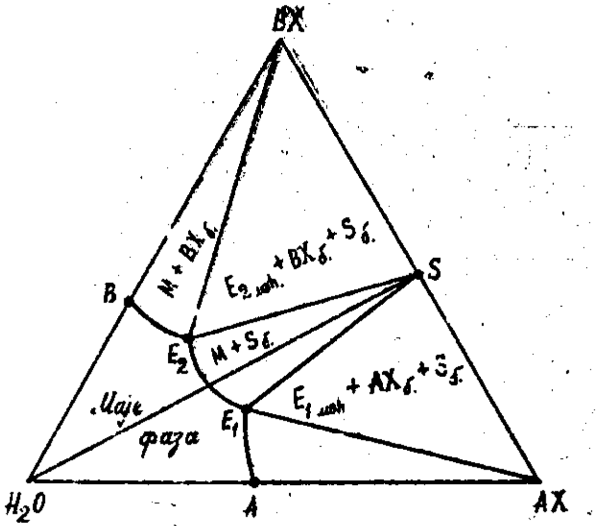
лулларын әмәлә кәтирдикләри гарышыглара, $AX-E_1-S$ саһәси E_1 евтоник мәһлулла бәрк AX вә бәрк S-икигат дузунун әмәлә кәтирдикләри гарышыглара, нәһајәт, $BX-E_2-S$ саһәси исә E_2 евтоник мәһлулла бәрк BX компонентинин вә S-икигат дузун әмәлә кәтирдикләри гарышыглара ујғун кәлән саһәләрдир.

Диаграм васитәсилә мәһлул илә икигат дузун ујушма шәртләрини мүәјјән етмәк олур. Бунун үчүн үчбучағын тәмиз суја ујғун кәлән тәпә нөгтәсиндән кечән вә S нөгтәсини онунла бирләшдирән дүз хәтт чәкмәк лазымдыр. Әкәр бу дүз хәтт икигат дуза мүвафиг олан кристаллашма будағы илә кәсишәрсә, онда бу икигат дузу суда һәлл етмәклә онун дој-муш мәһлулуну алмаг олар.

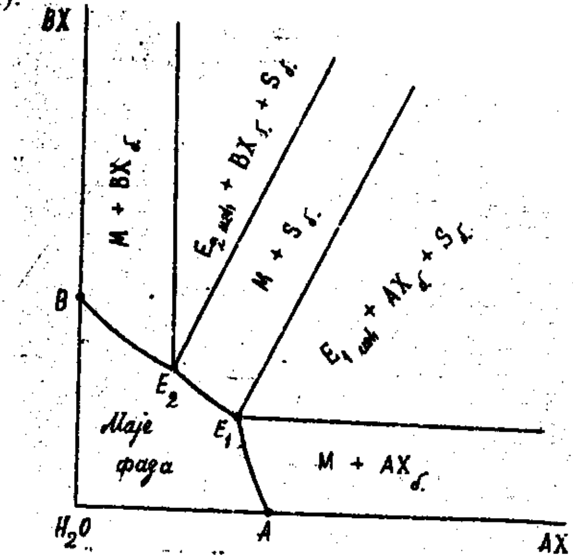
Бу һалда дејирләр ки, системдә әмәлә кәлән икигат дуз конгруент һәлл олур, јә'ни мәһлулда икигат дуз давамлы олараг тәркибчә дәјишилмир.

Әкәр системдә әмәлә кәлән икигат дузу һәлл етмәклә онун дојмуш мәһлулуну алмаг мүмкүн дејилдирсә, белә һал үчүн диаграмын үмуми көрүнүшү ашағыдакы кими тәсвир олунур (шәкил 25). Бу һалда әкәр, d нөгтәсинә мүвафиг олан тәркибдә мәһлул һазырланса, вә изотермики бухарланмаја уғраса, әввәлчә бухар харич олачаг, сонра исә мәһлулун фигуратив нөгтәси AX дузунун дојмуш мәһлулуна чаваб верән әјри истигамәтиндә һәрәкәт едәчәкдир (F нөгтәсинә гәдәр).

Изотермики бухарланма давам етдикдә, AX дузу чөкмәјә башлајачаг, мәһлулун фигуратив нөгтәси исә F нөгтәсиндән P нөгтәсинә һәрәкәт едәчәкдир. P нөгтәсиндә баш верән просес (кечид нөгтәси), евтоника нөгтәсиндәки просесдән фәргләнәчәк. Бу нөгтәдә (P нөгтәсиндә) AX дузу һәлл олачаг, S-икигат дузу исә чөкәчәк, бүтүн AX дузу мәһлула кечәндән сонра, бухарланма давам едәрсә, мәһлулун фигуратив нөгтәси PE әјриси бојунча P нөгтәсиндән E нөгтәси истигамәтиндә һәрәкәт едәчәкдир. Бу просес S-икигат дузунун чөкмәси илә кедәчәкдир. Евтоник нөгтәдә (E) ејни вахтда S вә BX дузларынын биркә кристаллашмасы баш верир вә бу просес мәһлул там гурујана гәдәр давам едир.



Шəкил 23. Иону үмуми олан ики дуз вə судан ибарəт үчлү системин һəллолма изотерми: системин тəркибиндə конгруент һəлл олан сусуз икигат дуз əмəлə кəлəн һалда (Киббс-Розебом диаграмы).



Шəкил 24. Иону үмуми олан ики дуз вə судан ибарəт үчлү системин һəллолма изотерми: системин тəркибиндə конгурент һəлл олан сусуз икигат дуз əмəлə кəлəн һал (Скрејнемакерс диаграмы).

Диаграмдан көрүндүјү кими, (шәкил 25) үчбучағын тәмиз суја мүвафиг олан тәпә нөгтәсини тәмиз S-икигат дуза мүвафиг олараг S-нөгтәсилә бирләшән дүз хәтт икигат дузун кристаллашма әјрисини дејил, AX дузунун кристаллашма әјрисини кәсәчәкдир. Бу һалда S-бирләшмәси *инконгурент һәлл олан бирләшмә* адланачагдыр. Нәзәрдән кечирдијимиз бу һал үчүн Скрејнемакерс диаграмыны гурсаг, ашағыдакы тәсвир алыначагдыр (шәкил 26).

1.5.2. Илкин дузлар конгурент һәлл олан икигат дузун һидратыны әмәлә кәтирән һалда үчлү системин һәллолма изотерми

Бу хүсуси һал үчүн системин һәллолма диаграмындан көрүндүјү кими (шәкил 27) икигат дузунун һидратынын тәркибини көстәрән нөгтә (Q) үчбучағын дахилиндә јерләшир. Мүхтәлиф фазаларын диаграм үзәриндә тутдуглары саһәләр ашағыдакылардыр:

1. H_2O-A-E_1-E_2-B саһәси дојмамыш мәһлуллара аиддир;

2. A-E_1-AX саһәси дојмуш мәһлулларын бәрк AX дузу илә әмәлә кәтирдији гарышыглара ујғун кәлир;

3. AX-E_1-Q саһәси E_1 евтоник мәһлулла бәрк AX вә бәрк Q дузларын әмәлә кәтирдикләри гарышыглары ифадә едир;

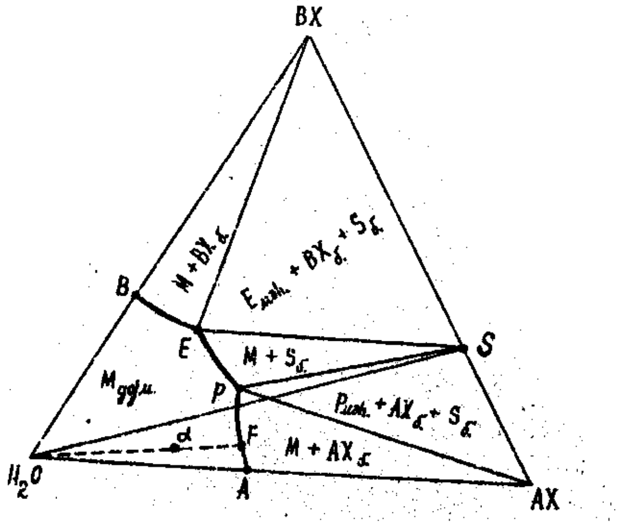
4. E_1-Q-E_2 саһәси дојмуш мәһлулла бәрк Q бирләшмәсинин әмәлә кәтирдикләри гарышыглара ујғун кәлир;

5. E_2-Q-BX саһәси E_2 евтоник мәһлулла бәрк BX вә бәрк Q бирләшмәләринин әмәлә кәтирдикләри гарышыглар мүвафигдир;

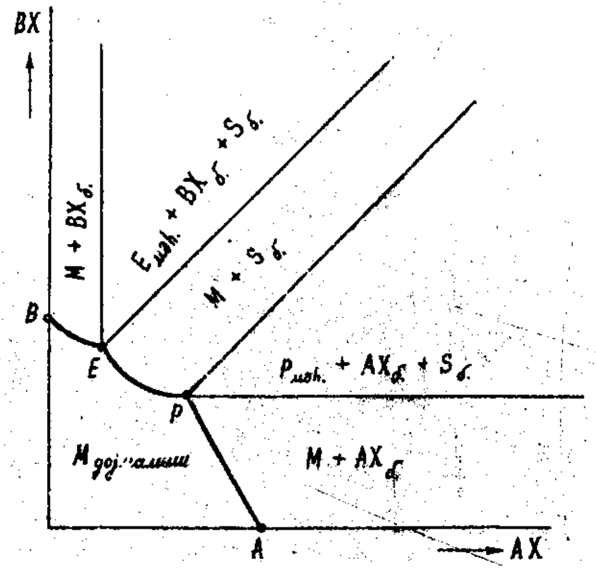
6. BX-E_2-B саһәси дојмуш мәһлулла бәрк BX дузунун әмәлә кәтирдикләри гарышыглара аиддир;

7. AX-Q-BX саһәси үч бәрк фазанын-бәрк AX, бәрк BX вә бәрк Q бирләшмәнин әмәлә кәтирдикләри гарышыглара ујғун кәлән саһәдир.

Верилмиш системин тәркибинә дахил олан дузлар конгруент һәлл олан икигат дузунун һидратыны әмәлә кәтирән һалда, бу системин һәллолма изотерми Скрејнемакерс үсулуна әсасән гуруларса онда 28-чи шәкилдә тәсвир олунан диаграм алынар.



Шәкил 25. Үмуми иону олан ики дуз вә судан ибарәт үчлү системин һәллолма изотерми. Системдә инкогурент һәлл олан сусуз икигат дуз әмәлә кәләндә (Киббс-Розебом).



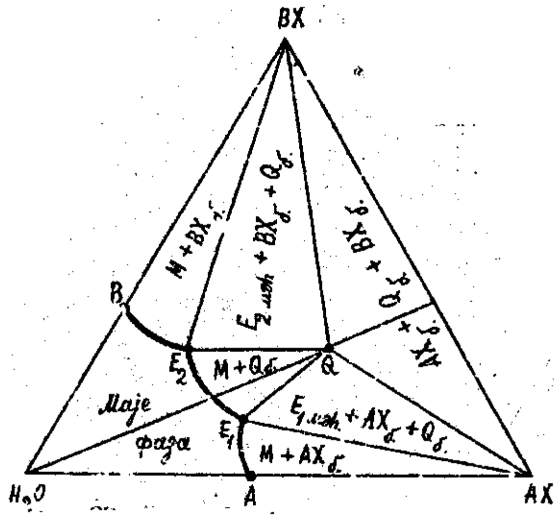
Шәкил 26. Үмуми иону олан ики дуз вә судан ибарәт үчлү системин һәллолма изотерми. Системдә инконгурент һәлл олан сусуз икигат дуз әмәлә кәләндә (Скрејнемакерс диаграмы)

1.6. ҮЧЛҮ СУ ДУЗ СИСТЕМЛӘРДӘ БӘРК ФАЗАНЫН ТӘРКИБИНИН СКРЕЈНЕМАКЕРС ҮСУЛУ ИЛӘ ТӘ`ЈИНИ

Су-дуз системләриндә таразлығын тәдгиги заманы ән вачиб мәсәләләрдән бири дә, бәрк фазанын тәркибинин тәчрүби тә'јин едилмәсидир. Бурада әсас чәтинлик ондан ибарәтдир ки, практики олараг кристаллары онлара һопмуш ана мәһлулдан ајырмаг гејри-мүмкүндүр.

Бунунла әлагәдар олараг, үчлү су-дуз системләринин намә'лум бәрк фазасынын тәркибини мүәјјән етмәк үчүн мүхтәлиф үсуллардан истифадә едирләр, чох вахт исә һәллолма диаграмынын хассәләринә әсасланараг Скрејнемакерсин "галыглар" үсулундан истифадә едирләр.

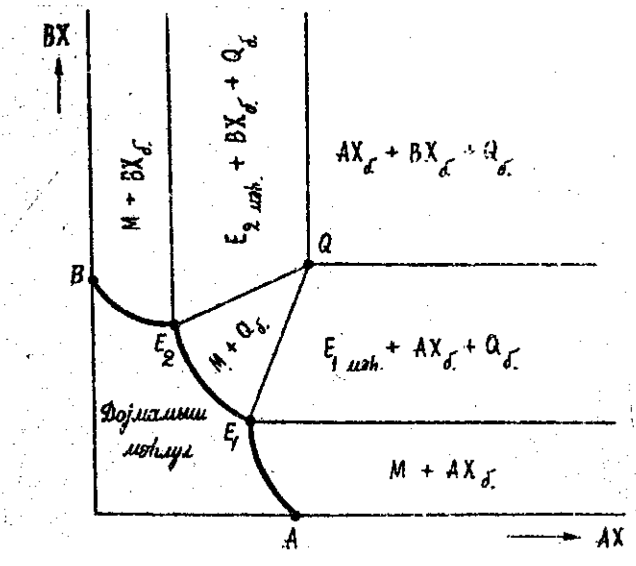
Бу үсулун маһијјәти ондан ибарәтдир ки, ики мүхтәлиф үчлү системин гарышдырылмасындан алынан системин фигуратив нөгтәси көтүрүлмүш ики үчлү системин фигуратив нөгтәләрини бирләшдирән хәтт үзәриндә јерләшир (хәтти бирләшдирмә гајдасы).



Шәкил 27. Үмуми иону олан ики дуз вә судан ибарәт үчлү системин һәллолма изотерми: системдә һидрат шәклиндә инконгурент һәлл олан икигат дуз әмәлә кәлән һалда (Киббс-Розебом).

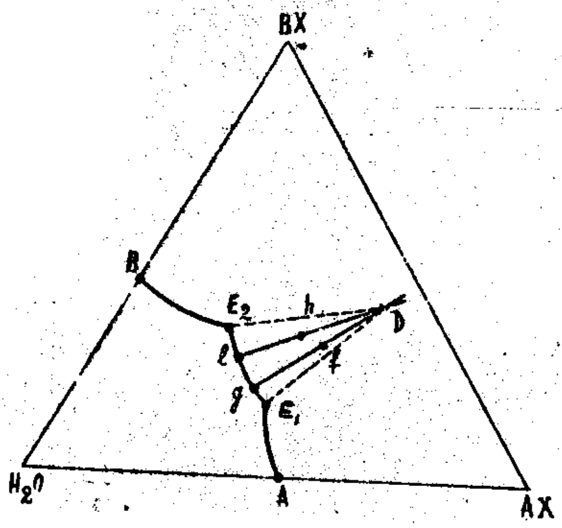
Бәрк фазанын тәркибинин тә'јини Скрејнемакерс үсулуна әсасән ашағыдакы кими апарылыр:

Бир-бириндән тәркибчә хејли фәргләнән, лакин ејни бәрк фаза илә таразлыгда олан маје фазадан ардычыл сурәтдә ики нүмүнә көтүрүлүр. Ејни заманда маје фазаларла јанашы, онлара мүвафиг олан галыглардан да филтр кағызы арасында мүмкүн гәдәр мәһлулдан тәдрич олунмуш нүмунә көтүрүлүр. Бундан сонра һәр нүмүнәдә дузларын мигдары тә'јин едилир вә алынмыш тәчрүби нәтичәләр диаграм үзәриндә кечирилир. Әкәр нәзәрә алынарса ки, "галыглар"ын тәркибләринә мүвафиг олан нөгтәләр, мәһлулларла вә онлара мүвафиг олан бәрк фазалара чаваб верән нөгтәләри бирләшдирән, дүз хәтләр үзәриндә (Скрејнемакерс шүалары) јерләшмәлидир, онда Скрејнемакерс шүаларынын кәсишмә нөгтәси тәдгиг едилән намә'лум бәрк фазанын тәркибини көстәрәчәкдир.

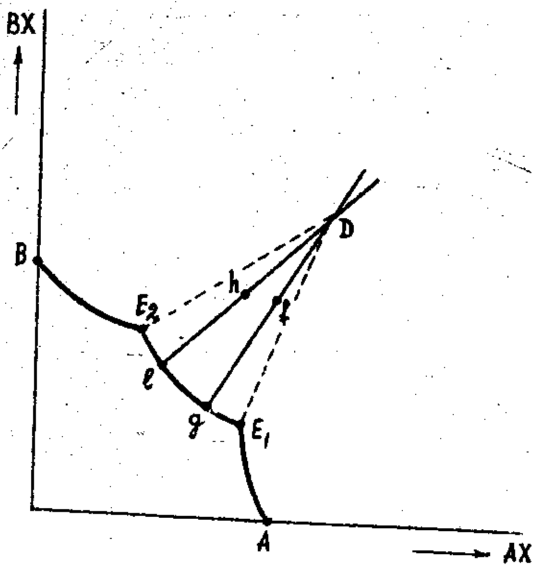


Шәкил 28. Үмуми иону олан ики дуз вә судан ибарәт үчлү системин һәллолма изотерми: системдә һидрат шәклиндә конгурент һәлл олан икигат дуз әмәлә кәлән һалда (Скрејнемакерс диаграмы).

Ашағыда үмуми иону олан дуз вә судан ибарәт үчлү системин (шәкил 29, 30) тәсвир олунмуш һәллолма диаграмында, системдә әмәлә кәлмиш икигат дузун һидратынын тәркиби D нөгтәси илә ифадә олунмушдур. Диаграм үзәриндә *l* вә g нөгтәләри дојмуш мәһлулларын тәркибләрини, h вә f нөгтәләри исә онлара мувафиг олан галыгларын, јә'ни мүәјјән мигдар мәһлул вә дуз кристалларындан ибарәт олан гарышыгларын тәркибләрини көстәририрләр. Әкәр системдә әмәлә кәлән икигат дуз сусуздурса, онда онун фигуратив нөгтәси, AX-BX тәрәфи үзәриндә јерләшәчәкдир, Скрејнемакерс диаграмы үзәриндә исә *l*h вә gf шүалары бир-биринә паралел олачагдыр.

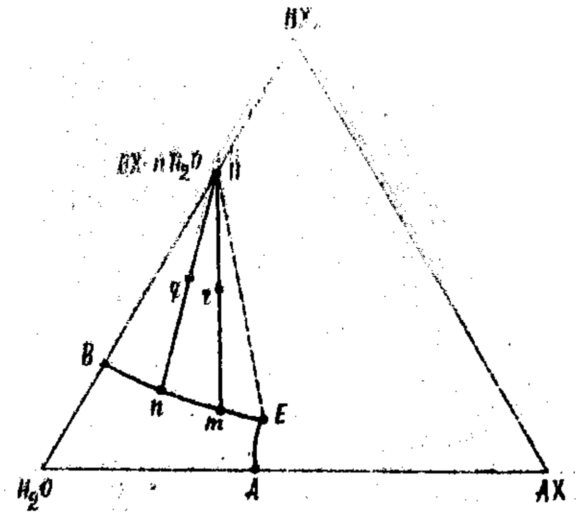


Шәкил 29. Скрејнемакерсин "галыглар" үсулу илә икигат дузун һидратынын тәркибинин тә'јини (Киббс - Розебом диаграмы).

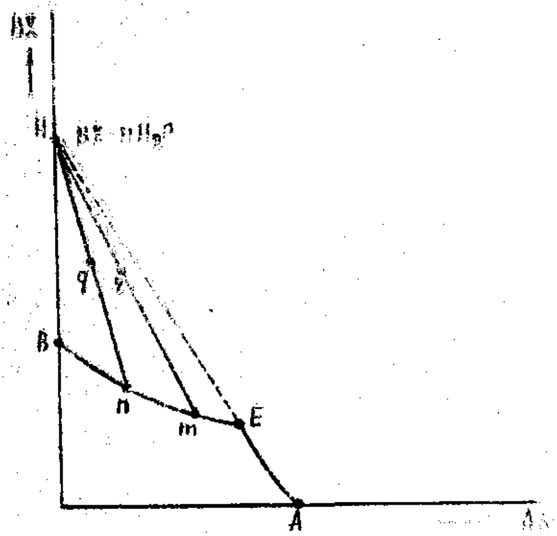


Шәкил 30. Скрејнемакерсин "галыглар" үсулу илә икигат дузун һидратынын тәркибинин тә'јини (Скрејнемакерс диаграмы).

Әкәр системин тәркибинә дахил олан дузларын бири һидрат әмәлә кәтирәрсә, (BX nH_2O), онда белә системин һәллолма диаграмы Киббс-Розебом вә Скрејнемакерс үсулларына әсасән ашағыдакы кими олачагдыр (шәкил 31, 32). Бу диаграмларда n вә m нөгтәләри дојмуш мәһлулларын тәркибләрини, q вә r нөгтәләри илә исә онлара мүвафиг олан галыгларын тәркибләрини көстәрирләр. Скрејнемакерс шүалары олан nq вә mr хәтләринин кәсишмә нөгтәси олан H нөгтәси исә BX дузунун әмәлә кәтирдији һидратын һәгиги тәркибини ифадә едир ($BX{\cdot}nH_2O$).



Шәкил 31. Скрејнемакерсин "галыглар" үсулу илә һидратын тәркибинин тә'јини (Киббс - Розебом диаграмы).



Шәкил 32. Скрејнемакерсин "галыглар" үсулу илә һидратын тәркибинин тә'јини (Скрејнемакерс диаграмы).

1.7. БӘРК МӘҺЛУЛ ӘМӘЛӘ КӘТИРӘН ҮЧЛҮ СУ ДУЗ СИСТЕМЛӘРИНИН ҺӘЛЛОЛМА ДИАГРАМЛАРЫНЫН ТӘСВИРИ.

Әкәр үмуми иону олан ики дуз вә судан ибарәт үчлү системдә бәрк мәһлул әмәлә кәлирсә (гарышыг кристаллар чөкүрсә), белә системләрдә таразлығы тәсвир етмәк үчүн пајланма әјриләриндән истифадә едирләр.

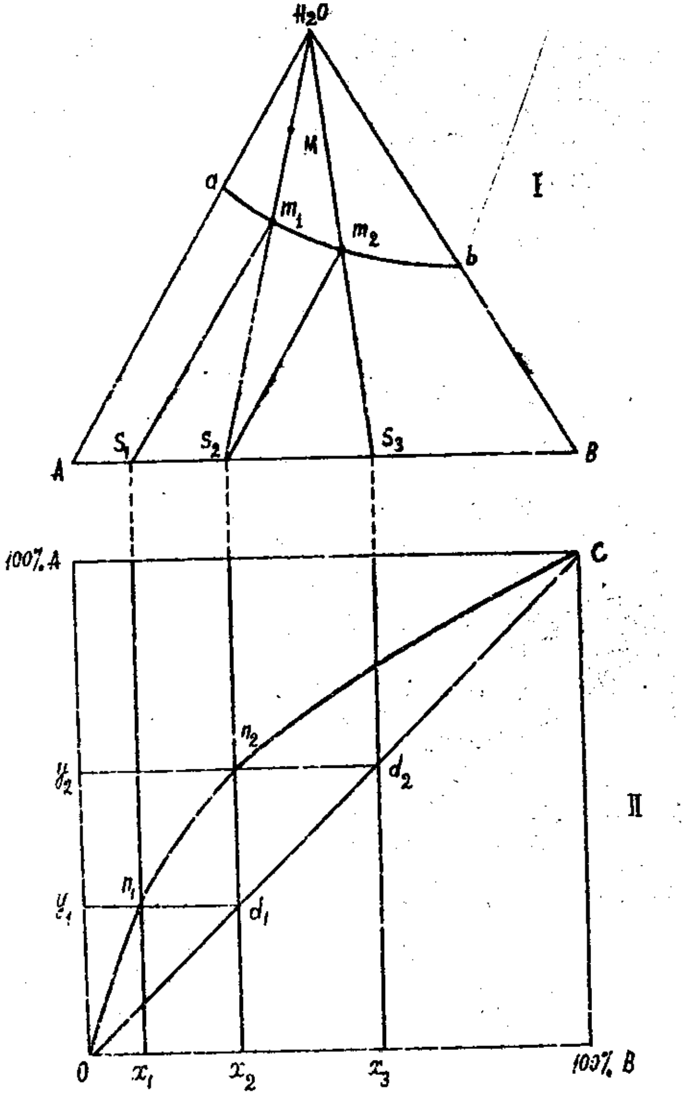
Пајланма әјриләри бәрк фазада олан, һәр һансы дузун гатылығы вә һәмин дузун мәһлулдакы дузлар күтләсиндән (мәһлулдакы бүтүн дузларын мигдарынын чәми нәзәрдә тутулур) олан гатылығы арасындакы асылылығы тәсвир едирләр. Бу һалда бәрк фазанын тәркиби абсис оху үзәриндә гејд олунур, дуз күтләсинин тәркиби исә ординат оху үзәриндә (јә'ни дүзбучаг координат системи көтүрүлүр). Бу диаграмлар Розебом тәрәфиндән верилмишдир (илк дәфә). Бундан башга Розебом бәрк мәһлуллар әмәлә кәтирән үчлү су дуз системләринин тәснифатыны да вермишдир.

Бу тәснифата көрә пајланма әјриләринин беш нөвү мөвчуддур. Биз бу типләрин бирини нәзәрдән кечирәк. Пајланма әјриләринин биринчи нөвү бәрк мәһлуллар ардыкәсилмәјән бир сыра әмәлә кәтирир вә һәллолма диаграмы ЕКСТРЕМУМУ олмајан һала ујғун кәлир.

Ашағыда Розебомун биринчи нөв пајланма әјриси вә һәллолма диаграмы тәгдим олунмушдур (шәкил 33).

Инди исә изотермики бухарланма заманы М нөгтәсинә мүвафиг олан мәһлулун кристаллашма јолуну нәзәрдән кечирәк. Мәһлулун кристаллашмасы о заман баш верәчәкдир ки, мәһлулун фигуратив нөгтәси (М) **ав** һәллолма диаграмы әјриси үзәриндә јерләшән m_1 нөгтәсинә кәлиб чатсын.

Мәһлулун дузлар күтләсинин тәркиби үчбучағын (A-H_2O-B) әсасында јерләшән S_2 нөгтәси илә ифадә олуначагдыр. Пајланма әјриси үзәриндәки мүвафиг нөгтәнин јерини мүәјјән етмәк үчүн S_2 нөгтәсиндән ики компонентли А-В диаграмына - абсис охуна перпендикулјар ендирмәк лазымдыр (S_2X_2), бу заман һәмин перпендикулјарын ОС диагоналы илә кәсишмә нөгтәси (d_1) AS_2 бәрабәр олан OY_1 ординатыны мүәјјән едәчәкдир.



Шәкил 33. Арасыкәсилмәз бәрк мәһлуллар сырасы әмәлә кәтирән үчлү су-дуз системләринин һәллолма әјриси (I) вә пајланма әјриси (II).

n_1 нөгтәсинин абсиси ики чөкмүш кристалларын тәркибини тә'јин етмәјә имкан верир. А-H_2O-В үчбучағынын АВ тәрәфиндә А нөгтәсиндән В нөгтәси истигамәтиндә OX_1 пројексијасына бәрабәр олан AS_1 парчасыны гурсаг S_1 нөгтәсиндә үчбучаглы диаграм үзәриндә чөкмүш кристалларын тәркиби ифадә едилмиш олур. Чөкмүш кристалларла таразлыг һалында олан мәһлулун тәркибини диаграм үзәриндә гејд етмәк үчүн S_1 вә m_1 нөгтәләрини S_1m_1 коноду илә бирләшдирмәк лазымдыр.

Диаграмдан көрүндүјү кими, бәрк мәһлулун илк чөкмүш кристаллары, онлара мүвафиг олан мәһлуллара нисбәтән А компоненти илә даһа зәнкиндирләр, она көрә изотермики бухарланма просесинин давамы нәтичәсиндә мәһлулун дузлар күтләсинин В компоненти илә зәнкинләшмәси баш верәчәкдир, нәтичәдә мүвафиг m_1 фигуратив нөгтәси һәллолма әјриси бојунча **а** нөгтәсиндән **в** нөгтәси истигамәтиндә, пајланма әјриси үзәриндә исә n_1 нөгтәсиндән В нөгтәси истигамәтиндә һәрәкәт едәчәкдир. Мәһлул там гурујан анда, бәрк мәһлул өз тәркибинә көрә мәһлулун ахырынчы дамласынын дузлар күтләсинин тәркибини илә ејни олмалыдыр, јә'ни фигуратив нөгтә кәлиб S_2 нөгтәсинә чатачагдыр.

Мәһлулун ахырынчы дамласынын тәркибинә ујғун кәлән һәндәси нөгтәнин јерини ашағыдакы кими тә'јин етмәк олар:

- пајланма әјрисинин абсис оху үзәриндә AS_2 парчасына бәрабәр олан X_2 абсисини гуруруг вә алынмыш X_2 нөгтәсиндән абсис охуна перпендикулјар чәкирик. Һәмин бу перпендикулјар пајланма әјрисини n_2 нөгтәсиндә кәсир (кристаллашманын сону). Онда бу нөгтәнин ординаты Y_2 мәһлулун ахырынчы дамласынын тәркибиндә олан дузлар күтләсинин тәркибини көстәрәчәкдир.

Үчбучағын АВ тәрәфиндә А нөгтәсиндән В нөгтәси истигамәтиндә ординаты Y_2 бәрабәр олан AS_3 парчасыны гураг. Онда чәкдијимиз бу дүз хәттин **ав** һәллолма әјриси илә кәсишмә нөгтәси олан m_2 нөгтәси мәһлулун бухарланан ахырынчы дамласынын тәркибини ифадә едәчәкдир.

Беләликлә М нөгтәсинә мүвафиг олан мәһлулун кристаллашмасы һәллолма әјриси үзәриндә әјри хәтт олан m_1m_2 парчасы илә, пајланма әјриси үзәриндә исә -n_1n_2 парчасы илә тәсвир олачагдыр.

Нəһајəт, ону гејд етмəк лазымдыр ки, үмуми иону олан ики дуз вə судан ибарəт үчлү су-дуз системлəриндə бəрк мəһлулларын арасы кəсилмəјəн сырасы əмəлə кəлəндə вə һəллолма əјрисиндə екстремумлар мүшаһидə олунмајанда, бəрк мəһлулун системдə кристаллашмасы анҹаг бир истигамəтдə, аз һəллолан дуз истигамəтиндə баш верир.

Нəзəрдəн кечирдијимиз һалда һəллолма А нөгтəсиндəн В нөгтəси истигамəтиндəдир.

1.8. БƏРК МƏҺЛУЛЛАР ƏМƏЛƏ КƏТИРƏН ҮЧЛҮ СУ ДУЗ СИСТЕМЛƏРИНИН ТƏДГИГИ

Бəрк мəһлул əмəлə кəтирəн системлəрдə таразлыг һалынын алынмасы чəтин баша кəлир. Анҹаг тəҹрүбəнин апарылмасынын мүəјјəн шəртлəринə риајəт едилирсə, таразлыг һалына кифајəт гəдəр јахынлашмаг олар:

Бу шəртлəр ашағыдакылардыр:

1. Мəһлулун гатылығы бəрк фаза кечəн заман практики олараг сабит галмалыдыр;

2. Мəһлулларда ајрылан кристалларын өлчүлəри кичик олмалыдыр ки, онларын зоналар гурушмаларынын фəрги кəскин олмасын.

Бу шəртлəри һəјата кечирмəк үчүн ашағыдакы үсуллардан истифадə едирлəр:

а) мəһлулун изотермики бухарланма үсулу;

б) ифрат дојмуш мəһлулун сүр'əтлə кристаллашмасындан, јə'ни ифрат дојмуш һалдан кəнар олма үсулу.

Əкəр бəрк мəһлуллар изотермики бухарланма үсулу илə алынарса јухарыда көстəрилəн шəртлəри јеринə јетирмəк үчүн елə һəҹмли мəһлулдан истифадə етмəк лазымдыр ки, бəрк фаза кристаллашан заман мəһлулун гатылығы тəҹрүби олараг дəјишилмəз галыр.

Бунун үчүн мүмкүн гəдəр бөјүк һəҹмдə һəр ики дузла дојмуш олан мəһлул һазырлајырлар, сонра ону сабит температурда фасилəсиз гарышдыраараг, јаваш-јаваш бухарландырырлар. Системдə чөкəн фазанын мигдарындан асылы олараг, бухарланманы о вахта гəдəр апарырлар ки, мəһлулун гатылығыны практики олараг сабит һесаб етмəк мүмкүн олсун. Бундан сонра əмəлијјаты дајандырырлар, гарышдырыҹы илə тə'мин олунмуш мəһлул јерлəшəн габы тыхаҹла бағлајыр-

лар вә бәрабәр тәрздә гарышдырмагла сабит температурда 2-3 күн сахлајырлар.

Көстәрилмиш мүддәтин сонунда алынмыш кристаллары ана мәһлулдан ајырырлар вә аналитик үсулларла бәрк вә маје фазаларда дузларын мигдарыны тә'јин едирләр.

Бу үсулун чатышмајан чәһәти ондан ибарәтдир ки, мәһлулун бөјүк һәчми, јахуд мигдар илә ишләјәндә мүәјјән чәтинликләр мејдана чыхыр: реактив чох сәрф олунур, бухарланма чох зәиф кетдијиндән, чох вахт тәләб олунур. Бунлары нәзәрә алсаг ифрат дојмуш мәһлуларын изотермики шәраитдә сүр'әтлә кристаллашма үсулу даһа әлверишлидир. Бу үсуллу әмәлијјат ашағыдакы кимидир:

ајры-ајры стәканларда 30-50г мигдарында дузларын мүхтәлиф гатылыгда ифрат дојмуш мәһлуларыны һазырлајырлар. Сонра мәһлул термостатда јерләшмиш хүсуси габа кечирилир, сакит шәраитдә лазыми температуру гәбул етмәк үчүн 20-30 дәгигә мүддәтиндә сахланылыр. Бундан сонра изотермики шәраитдә сүр'әтлә гарышдырмагла бәрк фазанын кристаллашмасына шәраит јарадылыр ифрат дојмушлуғун "сөндүрүлмәси". Мәһлулу гарышдырмаг үчүн 700-800 дөв./дәг. сүр'әтинә малик мүһәррикли шүшә гарышдырычыдан истифадә едилир.

Системдә таразлыг һалына мүәјјән вахтдан бир маје фазадан нүмүнә көтүрүб, онун тәркибиндәки дузларын мигдарынын аналитик јолу илә тә'јин етмәк вә ја мәһлулун физики хассәләрини тә'јин етмәк васитәсилә нәзарәт едилир.

Таразлыг һалы алынандан сонра гарышдырманы дајандырырлар, 10-15 дәгигә мәһлулун чөкмәсинин гуртармасыны көзләјирләр вә хүсуси пипет васитәсилә гурғунун јан тәрәфиндән маје фазадан нүмүнә көтүрүлүр. Ејни заманда хүсуси шүшә гашыгла чөкүнтүдән дә (галыгдан да) анализ үчүн нүмүнә көтүрүрләр. Көтүрүлмүш нүмүнәләрин мә'лум үсулларла анализ едирләр.

ТӘЧРҮБИ ИШЛӘР.

ИШ №1.

$K_2C_2O_4$-H_2O икили системиндә һәллолманын өјрәнилмәси.

$K_2C_2O_4$-H_2O системинин евтектик нөгтәси -6,3^{0}С температуру илә мүәјјән олунур. Бу системин тәчрүби иш кими јеринә јетирилмәси она көрә төвсијјә едилир ки, $K_2C_2O_4$ дузу сулу мәһлуллардан јенидән кристаллашма јолу илә чох тәмиз һалда алыныр вә бу дуз 140-150^{0}С температурунда гурудулур.

Мәһлулда дузун мигдарыны тә'јин етмәк үчүн перманганометрик титрләмәдән истифадә едилир.

Тәчрүби иши јеринә јетирмәк үчүн диаграмын ашағы температурлу саһәсини - бузун кристаллашма әјрисини -мүшаһидә - политермик, јухары температур саһәсини исә изотермики үсулла өјрәнмәк лазымдәр.

Иш үчүн тәләб олунан ләвазиматлар.

Ишин биринчи һиссәсини јеринә јетирмәк үчүн ашағыдакы ләвазиматлардан истифадә етмәк лазымдыр:

1. Мүсбәт вә мәнфи бөлкүлү хүсуси термометр;
2. Ики-үч литр һәчми олан Дүар габы;
3. Шүшә вә ја хүсуси материалдан һазырланмыш гарышдырычы;
4. Сојудучу гарышыг һазырламаг үчүн буз вә натриум хлорид туршусу.

Ишини икинчи һиссәсини јеринә јетирмәк үчүн хүсуси гурғудан истифадә етмәк лазыимдыр (шәкил 1).

Ишин тәчрүби олараг јеринә јетирилмәси үчүн төвсијјә едилән физики-кимјәви үсуллар (мүшаһидә политермики вә изотермики) нәзәри һиссәдә көстәрилмишдир.

Алынмыш тәчрүби нәтичәләри мүгајисә етмәк үчүн тәләбәләрин нәзәринә әдәбијјатдан көтүрүлмүш ашағыдакы чәдвәл чатдырылыр

ТӘЧРҮБИ ИШИН ЈЕРИНӘ ЈЕТИРИЛМӘСИ.

Сынаг шүшәсинә пипет васитәсилә 10 јахуд 20мл дистиллә сују төкүб термометр вә гарышдырычыны дә һәмин сынаг шүшәсинә јерләшдириб сујун донма температуруну тә'јин едирләр. Бунун үчүн һәмин хүсуси сынаг шүшәсинә ичәрисиндә сојудучу гарышыг олан Дүар габына јерләшдириб, сују сојудараг бузун илк кристалларынын әмәлә кәлмә темпе-рутуруну гејд едирләр.

Сонра аналитик тәрәзидә $K_2C_2O_4$ дузун нүмүнә чәкисини көтүрүрләр. Бу нүмүнә чәкисини сынаг шүшәсиндәки сујун һәчмини нәзәрә алмаг шәртилә еләһесабламаг лазымдыр ки, ону сынаг шүшәсиндә һәлл етдикдә алынмыш мәһлулун гаты-лығы 5-6 фаиз әтрафында олсун. Беләолан һалда евтектик нөгтәјә чатмаг үчүн 4 јахуд 5 тәчрүби нөгтә ишләмәк кифајәт едәр.

Шүшә гарышдырычы илә мәһлулу гарышдыраг ону тәдричән сојудараг јенидән бузун илк кристалларынын әмәлә кәлмәси мүшаһидә едиб мүвафиг температуру гејд едирләр. Беләликлә, һәр дәфә мәһлулун гатылығыны артыраг онун башлангыч донма температуруну гејд едирләр евтектик нөг-тәдә исә бузла бирликдә дузун кристаллары да чөкүр, јә'ни евтектик нөгтәјә мүвафиг олан температурда мәһлул там донараг бәрк һала кечир.

Евтектик нөгтәни кечәндән сонра, нөвбәти нүмүнә чәки-сини һәлл едиб алынмыш мәһлулу сојутдугда әввәлчә дузун илк кристалларынын әмәлә кәлмә температуруну гејд олунур, јә'ни артыг тә'јин олунан тәчрүби нөгтәләр дузун кристал-лашма әјрисинә аид олурлар.

Алынмыш тәчрүби нәтичәләри мүгајисә етмәк үчүн тәлә-бәләрин нәзәринә әдәбијјатдан көтүрүлмүш $K_2C_2O_4$-H_2O бинар системиндә һәллолмасыны көстәрән чәдвәл чатды-рылыр.

Изотермики үсулдан истифадә етдикдә тарзлыг һалынын алынмасыны јохламаг үчүн (һәр бир-ики саатдан бир) маје фазадан нүмүнә перманганометрик титрләнмә илә $K_2C_2O_4$ дузунун мигдары тә'јин едирләр.

Чәдвәл 1.

Н.К. Воскресенскаја, Изд. ИФХА АН СССР, 1926

T, ^{0}C	Чәки фаизи $K_2C_2O_4$	г/100г H_2O	Бәрк фаза
-0,6	2,40	2,46	буз
-1,4	5,14	5,42	--
-1,85	6,63	7,10	--
-3,00	10,41	11,70	--
-3,6	12,41	14,17	--
-4,0	14,10	16,41	--
-4,8	15,79	18,75	--
-5,05	17,12	20,65	--
-5,40	17,92	21,84	--
-5,70	18,63	22,90	--
-5,9	19,19	23,75	--
-6,3	20,12	25,19	буз $K_2C_2O_4 \cdot H_2O$
10	23,20	30,30	$K_2C_2O_4 \cdot H_2O$
30	28,70	40,30	--
40	31,20	45,20	--
50	33,50	50,40	--

Алынмыш тәчрүби нәтичәләри ишин ахырында чәдвәл вә диаграм шәклиндә тәгдим етмәк лазымдәр.

ИШ №2

KCl-K_2SO_4-H_2O үчлү системдә һәллолманын мүшаһидә политермик үсулла өјрәнилмәси.

Иш үчүн тәләб олунан ләвазиматлар:

1. Мүсбәт вә мәнфи дәрәчәли шкаласы олан термометр;
2. Ики диварлы шүшә вә коорозијаја уғрамајан материалдан һазырланмыш гарышдырычы;
3. Сојудучу гарышынг үчүн термостат, јахуд дүар габы;
4. Пипет, кимјәви стәкан, гыф, шүшә чубуг;
5. Аналитик тәрәзи.

Ишин јеринә јетирилмәси.

Әввәл биринчи ишдә көстәрилән кими мүшаһидә политермики үсулдан истифадә едәрәк KCl-H_2O (чәдвәл 2) вә K_2SO_4-H_2O (чәдвәл 3) икикомпонентли системләриндә һәллолма тә'јин едилир.

Алынмыш тәчрүби нәтичәләри мүгајисә етмәк үчүн, тәләбәләрин нәзәринә әдәбијјатдан көтүрүлмүш KCl-H_2O вә K_2SO_4-H_2O бинар системләриндә һәллолманын гијмәтләрини көстәрән чәдвәлләр чатдырылыр.

Чәдвәл 2

KCl-H_2O бинар системи.

А.Г. Бергман, А.И.Кузнетсова, ЖНХ, 4, 196, 1959.

Т, ^0C	Чәки фаизи	Бәрк фаза	Т, ^0C	Чәки фаизи	Бәрк фаза
-10,6	19,60	буз	0	22,10	KCl
-10,7	19,80	буз+KCl	10,0	23,70	KCl
-10,3	20,00	KCl	14,2	24,50	KCl
-5,8	21,13	KCl	24,6	26,00	KCl

Чәдвәл 3

K_2SO_4-H_2O бинар системи.

В.Ә.Әлијев, намизәдлик дис. Бакы, 1973.

Т, ^0C.	Чәки фаизи	Бәрк фаза	Т, ^0C	Чәки фаизи	Бәрк фаза
-0,6	1,85	буз	6,2	8,09	K_2SO_4
-1,3	5,08	--	10,5	8,75	--
-1,7	6,56		17,4	9,75	--
-1,8	7,00	буз+K_2SO_4	24,2	10,75	--

KCl-K_2SO_4-H_2O үчлү системиндә гаршылыглы һәллолманы өјрәнмәк үчүн мүшаһидә политермики үсулла KCl-H_2O вә K_2SO_4-H_2O тәрәфләрдән чәкилмиш кәсикләр өјрәнилмәлидир.

Тәләбәләрә мәсләһәт көрүлүр ки, K_2SO_4-H_2O тәрфиндән бир, үч, беш алты, једди вә сәккиз фаизли кәсикләр, KCl-H_2O

тәрәфиндән исә, мүвафиг сүр'әтдә үч, једди, онбир, он алты, ијирми вә ијирми үч фаизли кәсикләр ишләнилсин.

ИШ №3

МАЈЕ ФАЗАНЫН ӨЗЛҮЛҮЈҮН ТӘ`ЈИНИ

Мајеләрин өзлүлүјү - мүхтәлиф сүр'әтлә һәрәкәт елән ајры-ајры тәбәгәләрин арасындакы дахили сүртүнмәнин нәтичәсидир. Мајеләрин ламинар һәрәкәтиндә бүтүн тәбәгәләр дивардан мәркәзә доғру паралел һәрәкәт едир вә сүр'әт тәбәгәдән тәбәгәјә артыр. Әкәр бир-бириндән X метр мәсафәдә олан ики тәбәгәнин сүр'әти V_1 вә V_2 оларса, 1 метр мәсафәдә бир тәбәгәдән дикәринә кечдикдә сүр'әт $(V_1-V_2)/X$ дәјишәр.

Сүртүнмә гүввәси сүр'әтин бу гијмәти илә вә тәбәгәләрин тохунма саһәләринин гијмәти илә мүтәнасибдир.

$$F=\eta\frac{(V_1-V_2)}{X}\cdot S \qquad (1)$$

Мүтасиблик әмсалы - дахили сүртүнмә әмсалы вә ја өзлүлүк әмсалы адланыб, мајенин тәбиәтиндән вә температурундан асылыдыр (η)

Дүстүрдан (1) истифадә едиб (η) өзлүлүк әмсалыны ашағыдакы кими көстәрмәк олар:

$$\eta=\frac{FX}{(V_1-V_2)\cdot S} \qquad (2)$$

Бурада F-к/м^2; X-м, (V_2-V_1)-м/сан ифадә едилир. Әкәр S=1 вә $\frac{V_2-V_1}{x}=1$ оларса, онда F=2 олар. Мадданин, јахуд мәһлулун мүтләг өзлүлүјүнүн сујун өзлүлүјүнә олан нисбәти *нисби өзлүлүк* адланыр.

Дахили сүртүнмәнин гијмәти мүхтәлиф мајеләрдә мүхтәлифдир. Ефирдә, спиртдә чох кичик, глисерин, кәнәкәрчәк јағы кими мајеләрдә исә чох бөјүкдүр. Мәһлулларын өзлүлүјүнү көтүрдүкдә исә гаты мәһлулларын өзлүлүјү дуру

мәһлулара нисбәтән чох олур. Ејни гатылыгы олан мәһлулларда мүхтәлиф дузларын мәһлулларында, һидратлашмыш су молекулларынын сајы нә гәдәр чох оларса, бир о гәдәр дә мәһлулун өзлүлүјүнү бөјүк олур.

Өзлүлүјү сујун вә мәһлулун капилјардан ахма сүр'әтинә көрә тә'јин етмәк олар.

Силиндрик капилјарда мајенин ламинар ахыны үчүн Пуазејл тәрәфиндән емпирик јолла верилмиш ашағыдакы асылылыг мөвчүддур:

$$V = \frac{\pi \cdot r^4 \cdot F}{8\eta l} \cdot t \qquad (3)$$

Бурада: V - капилјардан сүзүлән мајенин һәчми - $см^3$

r - капилјарын радиусу - см.,

F - мајенин һәрәкәтинә сәбәб олан гүввә - дн,

t - ахма мүддәти - сан.,

l - капилјарын узунлуғу - см.

Бурадан $\eta = \frac{\pi \cdot r^4 \cdot F \cdot t}{8Vl}$ вә $t = \frac{8\eta Vl}{\pi \cdot r^4 \cdot F}$ дүстурларыны алмаг олар. Нисби өзлүлүјү ејни олан һәчмдә көтүрүлмүш тәдгиг олунан вә стандарт мајеләрин ејни капилјардан ахма мүддәтинә көрә дә тә'јин етмәк олар.

Билдијимиз кими, мәһлулларда стандарт маје кими чох вахт судан истифадә едилир. Нисби өзлүлүјүн өлчүлмәси методу она әсасланмышдыр ки, јухарыда көстәрилән шәртләрә әмәл едилдикдә V, r, l өзләрини сабит кәмијјәтләр кими апарырлар:

$$k = \frac{\pi \cdot r^4}{8Vl}$$

Бурада K сабит кәмијјәтдир.

Буну нәзәрә алараг (3) тәнлији ашағыдакы кими јазылыр:

$$\eta = kFt \qquad (4)$$

Алынмыш тәнлик васитәсилә (4) нисби өзлүлүјү ашағыдакы кими ифадә етмәк олар:

$$\frac{\eta}{\eta_{H_2O}} = \frac{kFt}{kF_{H_2O}t_{H_2O}} = \frac{Ft}{F_{H_2O}t_{H_2O}}$$

Бурада $\eta_{H_2O}, F_{H_2O}, t_{H_2O}$ кәмијјәтләри суја, η, F, t исә тәдгиг олунан мајејә аиддир.

Әкәр мајеләр маје сүтунларынын бәрабәр һүндүрлүкләриндә өз ағырлыгларынын тә'сири алтында ахырларса, тәзјигләр нисбәтини сыхлыглар нисбәти илә әвәз етмәк олар:

$$\frac{F}{F_{H_2O}} = \frac{d}{d_{H_2O}}$$

Мүвафиг олараг нисби өзлүлүјүн тә'јини үчүн ашағыдакы тәнлији алырыг:

$$\frac{\eta}{\eta_{H_2O}} = \frac{d \cdot t}{d_{H_2O} t_{H_2O}}$$

Бурадан өзлүлүк әмсалы үчүн дүстурун сон шәкли ашағыдакы кими алыныр:

$$\eta = \eta_{H_2O} = \frac{d \cdot t}{d_{H_2O} t_{H_2O}} \qquad (5)$$

Сујун вә тәдгиг едилән мајенин ејни һәчмләрин ахма мүддәтләрини тә'јин едиб, онларын сыхлығыны биләрәк, өзлүлүк әмсалыны (5) тәнлијинә көрә һесабламаг олар. Сујун мүхтәлиф температурларда өзлүлүјүнүн вә сыхлығынын гијмәтләри ашағыдакы ҹәдвәл 4-дә верилмишдир.

Ҹәдвәл 4

Сујун мүхтәлиф температурлара өзлүлүјүнүн сыхлығынын гијмәтләри

T	0	10	15	20	25	30	40	50	60
d	0,9999	0,9996	0,9991	0,9982	0,9971	0,9956	0,9922	0,9881	0,9832
η	1,792	1,307	-	1,005	-	0,801	0,253	0,248	0,222

Иш үчүн тәләб олунан ләвазиматлар:

1. Оствалд вискозиметри (капилјар вискозиметр).
2. Хронометр (санијәөлчән).
3. Термометр, термостат, Дүар габы.
4. Дикнометр, капилјар гыф, филтр кағызы.

Ишин јеринә јетирилмәси.

Әввәл тәдгиг олунан мәһлулун хүсуси чәкиси тә'јин едилир. Бунун үчүн пикнометр чизкијә гәдәр (јахуд чизкидән јухары) мәһлул илә долдурулур вә тәдгиг олунан мәһлулун температурунда олан Дүар габын ичәрисиндәки суда 15-20 дәгигә мүддәтиндә сахланыр. Сонра филтр кағызы васитәсилә мәһлулу чәкәрәк онун сәвијјәсини чизкијә гәдәр чатдырыб, пикнометри филтр кағызы илә јахуд тәмиз әски парчасы илә тәмиз гурудуб аналитик тәрәзидә чәкирләр.

Ашағыдакы дүстура әсасән мәһлулун хүсуси чәкиси һесабланыр:

$$d_{мәһ} = -\frac{a-b}{c-b}\cdot D_t$$

a - пикнометрин мәһлулла бирликдә чәкиси;

c - пикнометрин дистиллә сују илә чәкиси;

b - пикнометрин бош чәкиси;

D_t - сујун тәчрүбә апарылан температурда сыхлығы.

Хүсуси чәкиси мә'лум олан мәһлулун мүәјјән мигдарыны капилјар вискозиметрә кечирирләр вә тәчрүбә апарылан температурда 15-20 дәгигә сахлајандан сонра мәһлулун ахма мүддәтини тә'јин едирләр. Бундан әлавә һәмин температурда дистиллә сујун ахма мүддәтини тә'јин етмәк лазымдыр. Мәһлулун ахма мүддәтинин тә'јинин 2-3 дәфә тәкрар едирләр вә алынмыш нәтичәләрин орта гијмәтини һесаблајырлар.

Тәдгиг олунан мәһлулун өзлүлүјүнү алынмыш нәтичәләр әсасында ашағыдакы кими һесабламаг олар:

$$\eta_{мәһ} = \eta_{H_2O}\frac{t_{мәһ}\cdot d_{мәһ}}{t_{H_2O}\cdot d_{H_2O}}$$

$t_{мәһ}$ - мәһлулун ахма мүддәти, сан.,

t_{H_2O} - сујун ахма мүддәти, сан,

$d_{мәһ}$ - мәһлулун сыхлығы, г/см^3,

d_{H_2O} - сујун сыхлығы, г/см,

η_{H_2O} - сујун тәчрүбә апарылан температурда өзлүлүјү.

ИШ №4

ИЗОТЕРМИКИ ҮСУЛЛА $NaCl$-$BaCl_2$-H_2O ҮЧЛҮ СИСТЕМИНДӘҺӘЛЛОЛМАНЫН ӨЈРӘНИЛМӘСИ.

Системдә таразлыг һалынын алынмасына тә'сир едән бири дә дузун һәлл олма амилидир. Буна көрә дә, тәчрүбәни башламаг үчүн әввәлчәдән аз һәллолан дузун дојмуш мәһлулуну һазырламаг лазымдыр.

Тәчрүбәни, $BaCl_2$ дузунун дојмуш мәһлулунун һазырланмасында башламағы мәсләһәт көрүрүк, јә'ни $BaCl_2$ дузунун кристаллашма әјрисиндән.

Ајры кимјәви стәканда 25^{0}С-дә $BaCl_2$ дузунун 30-40 мл һәчминдә тәхмини дојмуш мәһлулуну һазырлајыб, һәллолманын өјрәнилмәси үчүн јығылмыш хүсуси шүшә габа көчүрүн. Сонра мүәјјән мигдарда бәрк $BaCl_2$ әлавә едиб, гарышдырычыны ишә салыб мәһлулу там дојмуш һала чатана гәдәр гарышдырын.

Бундан сонра габда ики фазанын мөвчуд олдуғу (таразлыг һалында) мүшаһидә олунур (маје фаза $BaCl_2$ дојмуш мәһлулдан, бәрк фаза исә бәрк $BaCl_2$ дузунун кристалларындан ибарәт олур).

Јухарыда алынмыш системә нарын әзилмиш 0,3-0,5 г $NaCl$ әлавә едилир вә систем јени таразлыг һалына кәлиб чатана гәдәр мөһкәм гарышдырылыр. Һәр дәфә мәһлулу $NaCl$ дузунун јени пајларыны әлавә етдикдән сонра ону о вахтадәк мөһкәм гарышдырырлар ки, систем өз јени таразлыг вәзијјәтини ала билсин.

Таразлыг һалынын алынмасына нәзарәт, маје фазадан вахташыры (һәр 1-2 саатдан бир) нүмүшә көтүрүб кимјәви анализинин апарылмасы, јахуд мүәјјән физики хассәләринин (өзлүлүк, сындырма, хүсуси чәки вә с.) тә'јин едилмәси әсасында јеринә јетирилир (чәдвәл 5).

Чәдвәл 5

Тәч. нөгтәләр №	Маје фаза, чәки фаза			d, г/см^3	η, с. пуаз	Гуру гатылыг, чәки фаизи		Бәрк фаза
	$NaCl$	$BaCl_2$	H_2O			$NaCl$	$BaCl_2$	

Әкәр дузлар кифајәт гәдәр нарындырларса вә асан һәллолунандырларса, онда системин таразлыг һалына кәлиб чатмасы үчүн 2-4 саат кифајәт едир.

Системдә таразлыг һалы алынандан сонра, гарышдырычыны дајандырырлар, 15-20 дәгигә маје фазанын бәрк фазадан ајрылмасыны көзләјирләр вә сонра хүсуси пипет васитәсилә (памбыг тампонла вә ја филтр кағызы илә тә'мин олунмуш) маје фазадан кимјәви анализ апармаг үчүн нүмүнә көтүрүрләр.

Бунун үчүн әввәлдән чәкиси мә'лум олан буксә пипет васитәсилә 3-5 г. Шәффаф мәһлулдан кечириб аналитик тәрәзидә чәкирләр. Сонра чәкиси гејд едилмиш мәһлулу 200-250 мл һәчми олан өлчү колбасына кечирирләр вә дистиллә сују илә мәһлулун һәчминә чәзкијә гәдәр чатдырырлар.

Паралел олараг, шүшә "чөкмә" васитәсилә 0,5-0,7 г габын дибиндәки бәрк фазадан көтүрүб филтр гијмәтини гејд едәндән сонра, гуру "галыг" 100-200 мл һәчми олан өлчү колбасына кечирирләр, дистиллә сујунда һәлл едиб чәзкијә гәдәр чатдырырлар.

Беләликлә, һазырланмыш һәр ики колбадакы мәһлулда Ba^{2+} вә Cl^- иоларынын мигдарыны аналитик методларла тә'јин едирләр.

Мәсләһәт көрүлүр ки, системдән ајрылан бәрк фазаларын фәрди хүсусијјәтләрини ишләмәк үчүн оптики методдан истифадә едилсин (алынмыш кристкллар үзәриндә микроскоп васитәсилә мүшаһидә апарылсын. $BaCl_2$ дузунун кристаллары һавада давамлы олан рәнксиз јасты ромбик пластинкалардан ибарәтдир, NaCl дузу исә куб шәклиндә кристаллашыр.

Евтоник $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ ромбик пластинкаларындан вә NaCl кубик кристалларындан ибарәт гарышыг кристаллашыр.

Микроскоп васитәсилә кристалларын гурулушуну вә формасыны мүшаһидә етмәклә тәдгиг олунан маје фазаја һансы бәрк фазанын мүвафиг олдуғуну тә'јин етмәк олар.

Бариум-ионун мигдарыны тә'јин етмәк үчүн комплексометрик титрләнмәдән истифадә етмәји мәсләһәт билирик.

Бундан башга, хлор-ионун мигдары аргенометрик титрләнмә үсулу васитәсилә, натриум-ионун мигдары исә фәргә көрә һесабланыр.

II БӨЛМӘ

2.1. ГЕЈРИ-МЕТАЛЛИК СИСТЕМЛӘРИН ҺАЛ ДИАГРАМЛАРЫНЫН ТӘДГИГИ ҮСУЛЛАРЫ

Физики-кимјәви анализин мүһүм чәһәтләриндән бири икили, үчлү вә даһа мүрәккәб системләрин температур вә тәркиб арасындакы асылылыг диаграмларынын гурулмасыдыр. Бу чүр һал диаграмларынын гурулмасынын әһәмијјәтли вә мараглы чәһәти ондадыр ки, бу заман нәинки јени фазалар ашкар едилир, һәтта системин компонентләри арасында кедән гаршылыглы тә'сирин характери дә бу һал диаграмларында өз әксини тапмыш олур. Һал диаграмларынын гурулмасы заманы тәдгиг олунан системин тәбиәтиндән асылы олараг мүхтәлиф физики-кимјәви анализ тәдгигат үсулларындан истифадә олунур.

Белә үсуллардан бири термики анализдир. Термики анализ системә истилик вердикдә вә јахуд истилик алдыгда маддәләрин температурунун дәјишмәси илә онлар арасындакы гаршылыглы тә'сири баш верән физики-кимјәви һадисәнин ендо, - екзотермик олмасындан асылы олараг, характерини, кимјасыны даһа ајдын вә садә шәкилдә тәдгиг етмәјә имкан верир.

Фаза кечидләринин тәбиәтини ајдынлашдырмаг үчүн башга комплекс физики-кимјәви анализ үсуллары ишләдилир: Рентген фаза анализи (РФА), инфрагырмызы спектроскопија, магнит-резонанс үсулу, микро-гурулуш анализи (МГА), микробәркли-јин өлчүлмәси, електрик хассәләрин өјрәнилмәси вә с.

Кристаллооптик әринтиләрин вә шүшәвари маддәләрин өзлүлүјүнүн өјрәнилмәси, механики хассәләрин өјрәнилмәси дә мүһүм әһәмијјәт кәсб едир.

Термики анализ - әринтиләри, металлары вә бирләшмәләри гыздыран вә сојудан вахт мүшаһидә олунан температур кечидләрини, бөһран температурларыны тә'јин етмәкдән ибарәтдир.

Термики анализин әсас ики нөвү мөвчуддур:

1. Мүшаһидә политермик үсул, јә'ни кристалын әмәлә кәлмәси вә јох олмасынын температурунун мүшаһидә едил-

мәси.

2. Температур (Т) - вахт (τ) әјрисинин гурулмасы.

а. Мүшаһидә етмәклә температурун гејди.

б. Фаза кечидләринин өзү гејд едән чиһазларла тәдгиги, јазылмасы вә гызма (сојума) әјриләринин гурулмасы.

2.2. ВИЗУАЛ-ПОЛИТЕРМИК ҮСУЛ

Үсулун маһијјәти әринтини соjутдугда илкин ајрылан кристалларын вә гыздырдыгда кристалын там әримәсинә (һәллолмасына) ујғун кәлән температуру гејд етмәкдән ибарәтдир. Гыздырдыгда вә соjутдугда әринтинин кристалларынын јох олмасы вә ајрылмасынын бир-биринин ардынча јахын температур гијмәтләри алана гәдәр мүшаһидә едирләр.

Температур чеврилмәси үчүн ики ахырынчы өлчмәнин орта һесаби гијмәти көтүрүлүр.

Тәдгиг олунан нүмүнәләрин соjума вә гызма нәтичәләринин ејни тәрздә алынмасы үчүн әринтини ејни сүр'әтлә соjутмаг вә ја гыздырмаг, һәмчинин арасыкәсилмәдән гарышдырмаг лазымдыр.

Әринтинин гарышдырылмасы кичик кристалларын әмәлә кәлмәсини тә'мин едир. Белә ки, системдә таразлығын даһа тез јаранмасыны вә тәдгиг олунан маддәнин бүтүн һәчми соjујунча температурун бәрабәр пајланмасыны тә'мин едир.

Бу үсүлла тәдгигат апармаға чох да мүрәккәб чиһаз вә аваданлыг тәләб олунмур.

800 К гәдәр тәдгигаты бир-биринин ичәрисиндә јерләшдирилмиш вә үзәри гыздырычы спиралла сарынмыш сынаг шүшәсиндә апармаг мүмкүндүр (шәкил 34) (һал диаграмыны мүшаһидә политермик үсүлла тәдгиг етмәк үчүн лазым олан чиһазын схеми). Дахили сынаг шүшәсиндә тәдгиг олунан саф вә ја гарышыг маддә, температур өлчмәсини апармаг үчүн термочүт (термометр) вә гарышдырычы јерләшдирилир. Харичи сынаг шүшәсинин үзәринә доланмыш спирал гыздырычы ролуну ојнајыр. Она чәрәјан хүсуси схемлә верилир, кечән чәрәјаны өлчмәк үчүн дөврәјә амперметр гошулур.

800-900 К-дән јухары температурларда тәдгигат апармаг үчүн бута собаларында јерләшдириләә билән хүсуси буталарадан (тәдгиг олунан маддәјә гаршы тә'сирсиз олан маддәләрдән) истифадә олунур. Чох вахт температур

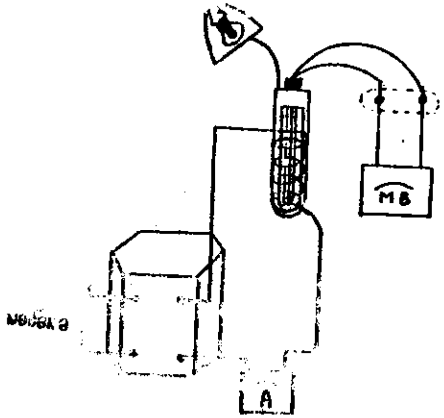
өлчүлмәсини милли-волтметрлә бирләшдирилмиш термочүт васитәсилә јеринә јетирирләр.

Маје әринти платин гарышдырычыларла гарышдырылыр. Кристалын әмәлә кәлмәси вә итмәсини јахшы көрмәк үчүн мүнасиб јердә електрик лампасы јерләшдирилир. Конвексија чәрәјанларыны арадан галдырмаг үчүн гыздырычы схемдән истифадә едилир, мүшаһидә вә шүа илә ишыгланма оптики призма васитәсилә апарылыр (шәкил 35).

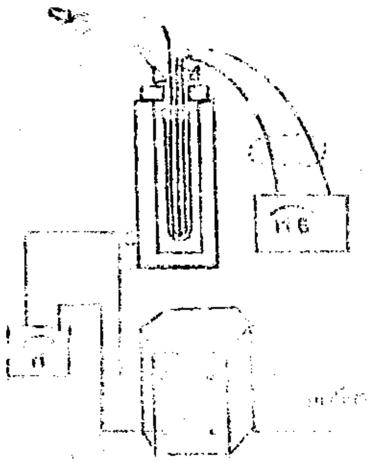
Маје әринтинин сојудулмасы гыздырычыны мәнбәјиндән ајырмагла һәјата кечирилир.

Бу үсулла бир нечә тәркибә ујғун температур гијмәтләри алыныр вә она әсасән температур - тәркиб (Т-Х) координатында системин әримә диаграмы гурулур.

Мүшаһидә политермик үсул әсасән маје әринти шәффаф олан һалда һал диаграмыны гурмаг үчүн әлверишлидир. Бу исә демәк олар ки, әсасән үзви маддәләр вә гејри-үзви дузлар үчүн јарајыр.



Шәкил 34. Һал диаграмынын мүшаһидә-политермики үсулла тәдгиг едилмәси үчүн гурғунун схеми.



Шәкил 35. Јүксәк температурлу анализ үчүн мүшаһидә-политермики гурғунун схеми.

Үсул кристаллашма просесинин јекунуну, бәрк һалда кедән чеврилмәләри вә гејри-шәффаф маје әринтиләри өјрәнмәк үчүн јарамыр. Үсулун чатышмајан чәһәти ондадыр ки, мүшаһидә заманы тәдгигатчынын сәһви (субјектив сәһв) вә тәдгиг олунан маддәдә, сүр'этлә гарышдырдыгда белә бөјүк температур дәјишиклији ола биләр.

Көстәрилән чатышмамазлыға бахмајараг, үсул садәлији, әјанилији вә кристаллашма башлангычыны тез тә'јин етмәјә имкан вердији үчүн кениш тәтбиг олунур.

2.3. ЗАМАН-ТЕМПЕРАТУР (τ-Т) ӘЈРИСИНИ ГУРМАГ ҮСУЛУ

Үсулун маһијјәти тәдгиг олунан маддәнин вә гарышығын бәрабәр сүр'әтлә гызма вә ја сојума заманы бәрабәр вахтлар әрзиндә температур дәјишмәләринә әсасән вахт-температур әјрисини гурмагдан ибарәтдир.

Бунун үчүн тәдгиг олунан маддә (маддә гарышығы) ујғун габа долдурулур вә гыздырычы печдә јерләшдирилир. Тәдгиг

олунан маддә олан габа температур өлчмәк үчүн термочүт, термистор, јахуд термометр дахил едилир вә гејдедичи системә гошулур.

Термистор - мүгавимәтини температурдан асылы олараг кәскин дәјишән јарымкечиричидир вә температуру өлчмәк үчүн истифадә олунур.

Бутанын ичәрисиндә олан маддә әримә температурундан јухары гыздырылыр, сонрадан гыздырманы дајандырыр вә мүәјјән вахт әрзиндә температур гијмәтләри, маје әринти там бәркијәнә гәдәр гејд едилир. Әкәр бәрк маддәдә кечид (чеврилмә) көзләнилирсә, онда сојума нәзәрдә тутулан чеврилишин температурундан бир гәдәр ашағыја гәдәр апарылыр.

Сонрадан тәдгиг олунан маддәниң бәрабәр сүр'әтли гызмасы апарылыр вә бәрабәр вахтлар әрзиндә температурлар гејд едилир. Алынмыш нәтичәләрә әсасән абсис охунда вахт вә ординат охунда температур гијмәтләри олмаг шәрти илә гызма вә сојума әјриләри гурулур.

Тәдгиг олунан маддәдә фаза кечидинә ујғун температур әјридән мүәјјән едилир. Һәмин температурлара әјридә дәјишикләр (әјилмәләр, дөнмәләр) чеврилмә истиликләринә ујғун олараг, ајдын нәзәрә чарпыр.

Әкәр тәдгиг олунан маддәләрин чеврилмә истиликләри чүзидирсә, онда мүшаһидә-политермик методунун нәтичәсинә әсасән гурулмуш вахт - температур әјрисиндән ону тә'јин етмәк чох чәтин вә јахуд үмумијјәтлә мүмкүн олмур.

Үсулун имкан даирәсини артырмаг үчүн јүксәк һәссаслыға малик термочүтдән вә температуру гејд етмәк үчүн күзкүлү галванометрдән истифадә едирләр.

Үсулун һәссаслығыны артырмаг үчүн һәмчинин гызма (сојума) сүр'әтини дүзкүн сечмәк дә вачибдир.

Ајдындыр ки, гызма (сојума) сүр'әти нә гәдәр јаваш олса әјридә фаза кечидинә ујғун саһә даһа ајдын көрүнәчәкдир, анчаг оптимал гызма (сојума) сүр'әтләри мөвчуддур ки, һәмин сүр'әтләрдә әјринин хүсусијјәти даһа кәскин нәзәрә чарпыр.

Әкәр әввәлдән ујғун тәчрүбәләрдән оптимал сүр'әт мә'лум дејилсә, о емпирик јолла сечилир. Бу кәмијјәт тәдгиг олунан маддәнин күтләсиндән, истилик тутумундан вә истилик кечирмәсиндән асылыдыр. Ону да гејд етмәк лазымдыр

ки, бу үсулла ишләдикдә гызма (сојума) сүр'әтини дәјишмәк олмаз, чүнки о әјринин характеринә тә'сир едир.

Дејиләнләрдән белә нәтичә чыхыр ки, бу үсулла маддәләрдә кедән фаза кечидләрини дәгиг мүәјјән етмәк е'тибарсыздыр, чүнки, чох вахт истилик еффектләри кичик олур вә о да өз нөвбәсиндә әјридә чүз'и дәјишиклик верир вә о да температурун дәјишмәсини дәгиг тә'јин етмәјә имкан вермир. Һәтта истилик еффектләри кифајәт гәдәр бөјүк олдуғу һалда белә, температурун мүшаһидә илә тә'јини температур вә вахтын гејри субјектив характеринә көрә чох вахт сәһвә кәтириб чыхарыр. Бундан башга бу үсул кристаллашма температурунун башланғычы вә сонуну кифајәт гәдәр дәгиг тә'јин етмәјә имкан верир. Маддәләрдә бәрк һалда кедән чеврилмәләрин истилик еффектләри кичик олдуғундан бу үсулла ону тәчрүби чәһәтдән тә'јин етмәк мүмкүн дејил.

2.4. ДИФЕРЕНСИАЛ ТЕРМИКИ АНАЛИЗ (ДТА)

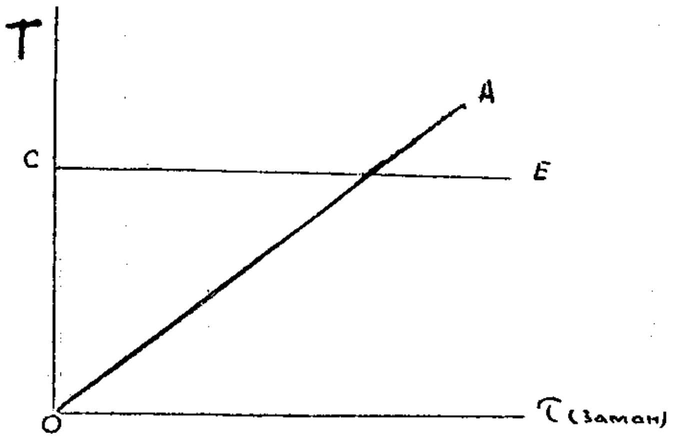
Диференсиал термики анализ, термики анализин ән һәссас вә тәкмилләшмиш үсулларындандыр. Бу үсулун һәссаслығы әсасән температурун дәјишкәнлијини гејдә алан вә ону ардычыл сүр'әтдә јазан чиһазларын кениш имкана малик олмасы илә әлагәдардыр.

Бу үсул тәдгиг олунан маддә вә еталон, јә'ни тәдгиг олунан температур интервалында фаза кечиди олмајан вә истилик кечиричилији тәдгиг олунан маддәнин истилик кечиричилијинә јахын олан маддә арасында температуру вә температур фәргинин чиһазла гејдә алынмасына әсасланыр.

Демәк, олар ки, артыг, ДТА мүшаһидә-политермик үсулун истифадәсини кәнар етмишдир, јә'ни даһа дәгиг ДТА үсулу тәтбиг едилир.

Әкәр тәдгиг олунан маддәдә фаза кечиди јохдурса онда онун садә гызма әјриси, јә'ни температур-вахт арасында асылылыг верән әјри бәрабәр сүр'әтлә заман охундан јухарыја доғру, диференсиал јазы әјриси исә вахтла температур фәрги арасындакы ($\tau-\Delta t$) заман охуна паралел һәрәкәт етмәлидир (шәкил 36). Садә әјри температурун маддәдә бәрабәр сүр'әтлә артмасыны, диференсиал әјри исә нүмунә илә еталон

арасындакы фәрги көстәрир. Фәрг һеч бир кечид олмадыгда сыфра бәрабәр олмалыдыр. Истилик удулмасы вә ја ајрылмасы илә кедән чеврилмәләр заманы садә вә диференсиал јазы әјринин кедишинин дәјишмәсини гејд едир. Садә әјридә бу дәјишмә нәзәрә чарпачаг (әксәрән зәиф) сынма, диференсиал јазыда исә кәскин кәнара чыхма илә ифадә олунур. Системдә истилик ајрылан заман (екзоеффект) диференсиал јазы әјриси ашағы, истилик удулан заман (ендоеффект) исә јухарыја јөнәлир. Чеврилмәдән сонра маддә вә еталонун температур фәргләри јенидән сыфра бәрабәр олмалыдыр вә әјри заман охуна паралел кетмәлидир.



Шәкил 36. Маддәдә һеч бир фаза кечиди олмадыгда заман-температур әјрисинин графики.

Шәкил 37-дә өзү јазан чиһазда (пирометр) заман - температур (τ–T) вә заман - температур фәрги (τ-Δt) координатларында чәкилмиш термики әјриләр верилмишдир.

Шәкилдән көрүндүјү кими температур әјриси илк гызма заманы гыздырычынын температуруна ујғун мүәјјән гәдәр дүз

хәттиликдән кәнара чыхыр. τ-дан башлајараг гыздырычынын вә тәдгиг олунан маддәнин температуру арасындакы фәрг сабит кәмијјәтә бәрабәр олур вә $\Delta t'$ (температур градиенти) вахтдан асылы олмур. Бу әјринин башга характеристикасы $\Delta\tau$-дур, һансы ки, истилијин печдән нүмүнәјә кечмәсинин вахтыны көстәрир.

Температур фәрг әјриси (диференсиал јазы) дә һәмчинин әввәлчә өзүнүн сыфыр хәттиндән кәнара чыхыр, τ-дан башлајараг температур фәрги әјриси заман охуна паралел кедир, Δt сабитдир.

Әкәр t_1-дә просес истилик удулмасы илә кедирсә, онда Δt нә гәдәр бөјүк олса, чеврилмә сүр'әти бир о гәдәр бөјүк олур, јә'ни о гәдәр маддә мигдары ваһид заманда чеврилмәјә мә'руз галыр. Чеврилмәјә мә'руз галан маддәнин мигдары тез азалыр вә нәһајәт елә гијмәт алыр ки, истилијин удулмасы гыздырычыдан кәлән истилик енержисини компенсасија етмир. Температур фәрги әјриси минимум вериб јенидән әввәлки вәзијјәтә јахынлашачагдыр.

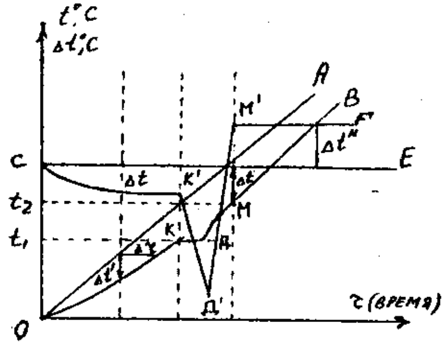
t_2-дән башлајараг илкин гијмәтдән фәргли јенидән сабит фәрг гијмәтләри јаранаҹагдыр, бу исә фаза чеврилиши (кечиди) заманы системин истилик-физики хассәләринин дәјишмәси илә әлагәдардыр.

Истилик ајрылмасы илә кедән просесләр үчүн дә ејни фикир сөјләмәк олар. Гејд едәк ки, диференсиал термограм хәттиндә ендотермик еффект минимумла, екзотермик исә максимумла характеризә олунур. Бу минимум вә максимумлар ДТА-да ендотермик вә екзотермик зирвәләр адланыр.

2.5. ДИФЕРЕНСИАЛ ТЕРМИКИ АНАЛИЗДӘ ИШЛӘДИЛӘН ЧИҺАЗЛАР

Диференсиал термики анализи (ДТА) һәјата кечирмәк үчүн мүрәккәб чиһазлар: фотогејдедичи пирометрләр, јахуд електрон өзүјазанлар, комбинә едилмиш термочүтләр, температуру ејни чүр вермәк вә сојутмаг үчүн програмлы гурғулар вә с. лазымдыр.

Термики анализдә температуру вә онун фәргини өлчмәк үчүн универсал-комплекс тәләбата ујғун мүхтәлиф термочүтләрдән истифадә едилир.



Шәкил 37. Термограмлар.

ODB - температурун замандан асылылығы (“садә” јазы)

OA - гыздырычынын температурунун замандан асылылығы

CDF - нүмүнәнин вә стандарт маддәнин температурлар фәрги (диференсиал јазы)

CE - диференсиал термочүтүн һәр ики нөгтәләринин ејни температурда олан һалда температурун сабитлик шәрти (“сыфыр” хәтти)

K - просесин башлангыч температуру

M(M′) - просесин сонунун температурун гијмәти

Темочүтләр јүксәк һәссаслыға малик олмалыдырлар, белә ки, сојуг вә гајнаг нөгтәләрин температурундан асылы олараг кифајәт дәрәчәдә истилик електрик һәрәкәт гүввәси (и.е.һ.г.) јаратмалыдырлар.

$$\text{и.е.һ.г.} = \alpha(T_1 - T_2) = a + bt + ct^2$$

α, a, b, c - мүтәнасиблик әмсалы олуб, һазырланан материалын тәбиәтиндән вә E(и.е.һ.г.) температурдан асылыдыр.

Термочүтүн һәссаслығы һаггында фикир јүрүтмәк үчүн мүхтәлиф металлардан вә әринтиләрдән һазырланмыш температурларда Е(и.е.һ.г.) гијмәтини көстәрән чәдвәлдән истифадә едилир.

Мүхтәлиф M' вә M'' металларындан һазырланмыш термочүтүн Е(е.һ.г.) термочүтүн вә платинин Е(е.һ.г.) фәрги кими мүәјјән едилир.

$$E_{T_1}^{T_2}(M' / M'') = E_{T_1}^{T_2}(M' / Pt) - E_{T_1}^{T_2}(Pt / M'')$$

Бу мүгајисә 38-чи шәкилдә верилмиш диаграмда әјани ифадә едилмишдир.

Јүксәк һәссаслыға вә ејни температурда и.е.һ.г. малик термочүт һазырламаг үчүн елә метал вә әринти чүтләри сечилир ки, онларын и.е.һ.г. платинин и.е.һ.г. нәзәрән даһа бөјүк олсун.

Термочүтләри сечмәк үчүн һәссаслыгдан башга дикәр амилләри дә нәзәрә алмаг лазымдыр. Термочүтләр тәдгигат олунан маддәјә вә тәдгигат апарылан мүһитә гаршы кифајәт гәдәр давамлы олмалыдыр. Термочүт һазырланан материалын әримә температуру мүһитин өлчүләчәк максимал температурундан јүксәк олмалыдыр. Өлчүләчәк өлчү интервалында термочүт һазырланмыш металларда вә јахуд әринтиләрдә полиморф кечид олмалыдыр. Термочүт һазырланан материаллар характеринә көрә ики група бөлүнүр:

1. Гијмәтли вә әлван метал вә јахуд онларын әринтиләриндән һазырланан термочүтләр.

2. Гејри-әлван металлар вә онларын әринтиләриндән һазырланан термочүтләр.

Нисбәтән јахшы көстәришләринә көрә гијмәтли металлардан һазырланмыш термочүтләрдән платин вә онун әринтиләриндән (платин-платинродиум, платин-иридиум) һазырланмыш термочүтләр фәргләнир.

Мәнфи гүтблү термоелектрод һазырламаг үчүн тәмиз 100%-ли платин, мүсбәт гүтблү електрод үчүн исә тәркибиндә 90% платин, 10% родиум, јахуд 87% платин вә 13% родиум, јахуд иридиум олан әринтидән истифадә олунур. 1000^0C температурда тәркибиндә 10% родиум олан термочүтүн Е(и.е.һ.г.) гијмәти 9,57 мв, 13% родиум олан термочүтүн Е(и.е.һ.г.) исә 10,47 мв тәртибләриндә олур. Бу

термочүтләрин мүһүм хүсусиjјәтләри ондан ибарәтдир ки, онлар бөјүк интервалда 250^0-дән 1600^0C-јә гәдәр температурда ишләјә билирләр. 1450^0C-јә гәдәр температурда узун мүддәт, 1600^0C-дә исә гыса мүддәт ишләјә билирләр. Платин-платин-родиум термочүтләринин термоелектрик һәрәкәт гүввәсинин температурдан асылылығы дүзхәтли дәјишмәсә дә монотон дәјишир. Башга термочүтләрә нисбәтән даһа стабил давамлы олдугларындан онлар ашағыдакы саһәләрдә ишләнир:

Бејнәлхалг тәчрүби температур шкаласынын 4-чү интервалында (660-1063^0C) һәмчинин 400^0-1500^0C интервалында дәгиг өлчмәләрдә әримә температуру ашағы олан материаллардан һазырланмыш термочүтләрдән истифадә етмәк мүмкүн олма-дыгда истифадә олунур. 0^0C-дән ашағы температурда исә һәс-саслыг өдәнмәдиjиндән тәчрүби олараг, истифадә олунмур.

Бу термочүтләрин чатышмаjан чәһәти ондан ибарәтдир ки, платин, карбон, һидрокен-сулфид бирләшмәләри вә металларла гаршылыглы тә'сирдә олур, металын бухары платинә диффузиjа едир. Е.и.е.һ.г. дәјишир вә термочүтә көврәклик верир, бу исә онлардан истифадәни чәтинләшдирир.

Гиjмәтли метал вә онларын әринтиләриндән һазырланмыш термочүтләрә температуру 180^0C-дән 1250^0C-јә гәдәр өлчмәләрдә платин-гызыл вә температуру 180^0C-900^0C гәдәр өлчән гызыл-гызыл (60%), палладиум (40%) термочүтләринә дә аиддир. Сонунчу термочүт гәләви илә вә редуксиjаедичи мүһитдә ишләмәк үчүн тәклиф олунур. Күмүш-гызыл, палладиумлу термочүтләр јүксәк һәссаслығы илә фәргләнир. 900^0C-дә онун Е.и.е.һ.г. гиjмәти 68,6 мв тәшкил едир. Бу термочүт 180-900^0C интервалында ишләмәјә имкан верир. Күмүш-гызыл палладиумлу термочүт, платин - платинродиумлу термо-чүтдән мараглыдыр, она көрә ки, бу термочүтлә редуксиjа-едичи мүһитдә ишләмәк олур (CO,CO_2). Температуру 1600^0C-дән јухары өлчмәк үчүн платин-платинродиумлу (8%-ә гәдәр рениум), 1900^0C-јә гәдәр температуру өлчмәк үчүн исә родиум (родирениумлу (8%-ә гәдәр рениум)) термочүтләрдән истифадә едирләр. Гиjмәтли олмаjан металлар вә онларын әринтиләриндән дүзәлдилмиш термочүтләрдән 350^0C-дән ашағы температурда, јә'ни -185-

дән 350^0C-јә гәдәр ишләјән чох һәссас мис-константан термочүтүдүр. 350^0C-дән јухары температурларда ишләмәк олмаз. Она көрә ки, мис һавада асанлыгла оксидләшир.

Ән чох ишләнән термочүтләрдән бири хромел-алјумел термочүтүдүр. Башга термочүтләрә нәзәрән хромел-алјумел термочүтү оксидләшдиричи мүһитә гаршы давамлы вә температур өлчмәләринин интервалы исә кенишдир (150^0-1100^0C) гәдәрдир. Термочүтүн температуру өлчмә һәссаслығы 4мкв/дәр.-дир. Т.е.һ.г.-нин температурдан асылылығы хәттидир. Диаметри 3,3мм нагилдән һазырланмыш хромел-алјумел термочүтүнүн давамлылығы 1050^0C-дә һава мүһитиндә 1000 саата гәдәрдир. Башга термочүтләрдән даһа чох истифадә олунанлары бунлардыр. 600-800^0C интервалында ишләјән хромелкопел (теһг 800^0C-дә 67мв); мис-копел 50^0C-дән 350^0C-јә гәдәр ишләјир; дәмир-константан 700^0C-јә гәдәр; күмүш-константан 0^0C-дән 600^0C-јә гәдәр; нихром-константан 600-700^0C температур интервалында ишләдилир.

2.6. ТЕРМОЧҮТҮН ҺАЗЫРЛАНМАСЫ

Термочүтү дүзәлтмәздән әввәл лазым олан материаллары һазырламаг лазымдыр. Термографија мәгсәдилә термочүтү ен кәсији 0,5 мм олан нагилдән һазырлајырлар. Бу онунла әлагәдардыр ки, материалын күтләси артдыгча термочүтүн истилик эталәти вә онларын әтраф мүһитлә истилик мүбадиләси артыр. Бу да өз нөвбәсиндә өлчмә һәссаслығынын азалмасына, тәчрүби сәһвин гијмәтинин артмасына сәбәб олур. 0,5 мм назик нагилләрин исә механики давамлылығы кифајәт гәдәрдир. Тәдгиг олунан маддәнин мигдары 0,05 г вә ондан ашағы олдугда ен кәсији 0,2 мм олан нагилдән истифадә етмәк олар. Термочүтлә температурун дәгиг өлчүлмәсинә материалын габагчадан термики ишләнмәсинин дә бөјүк тә'сири вардыр.

Нагилләрин һазырланмасы просесиндә, механики тә'сирләр нәтичәсиндә онларда гурулуш дәјишикликләри баш верир. Бу чүр гурулуш дәјишикликләрини кәнар етмәк үчүн әввәлчәдән материалы термики тә'сирләрә уғрадараг дәмләјирләр.

Дәмләмә үчүн нагили ики тутгач арасында елә јерләшдирирләр ки, гыздырылан заман о өз ағырлығы нәтичәсиндә сәрбәст саллана билсин. Сонра һәмин нагилдән 20-30 дәгигә

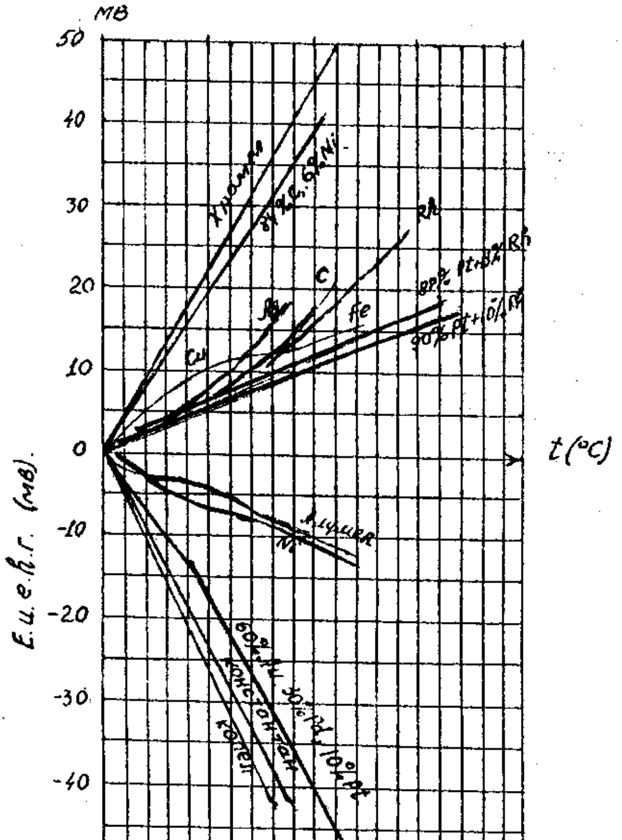
әрзиндә електрик чәрәјаны кечирирләр, чәрәјан елә тәнзим едилир ки, бу заман јаранан температур металын (әринтинин) әримә температурунун 2/3-ә бәрабәр олсун, јахуд көзәрәнә гәдәр гыздырылсын. Мисал үчүн платин вә онун әринтисиндән һазырланмыш нагилин тәхминән 1000-1100^{0}С-дә 30 дәгигә әрзиндә гыздырылмасы мәсләһәт көрүлүр. Јухары температурда тәхминән 1400-1450^{0}С-дә узун мүддәтли сахламаг мәсләһәт көрүлмүр, чүнки ајры-ајры саһәләр һәддән артыг гыза биләр вә сонрадан иш заманы нагил бу јерләрдән јанараг гырыла биләр.

2.7. САДӘ ТЕРМОЧҮТҮН ҺАЗЫРЛАНМАСЫ

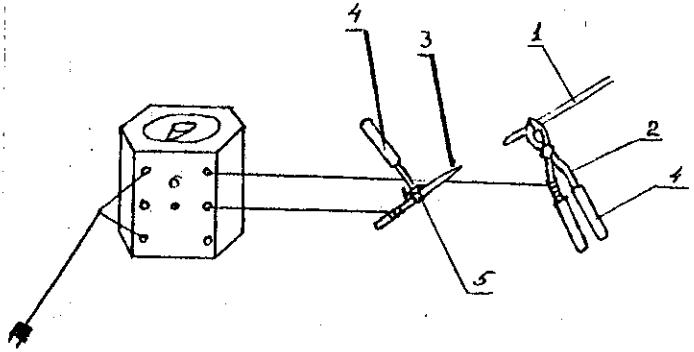
Термочүтү һазырламаздан әввәл онун һансы температур интервалында тәтбиг едиләчәји мүәјјән едилир. Бундан сонра и.е.һ.г. температурдан асылылыг әјрисиндән (шәкил 38) лазым олан метал вә әринти чүтүнү сечмәк лазымдыр.

Сонрадан материалы јухарыда гејд етдијимиз кими дајаныглы структура кәтирмәк үчүн термики ишләмәјә мә’руз едирләр.

Термочүтү ашағыда көстәрилдији кими дүзәлтмәк лазымдыр. Мүхтәлиф материаллардан олан чубуг нагилләри үст-үстә гојуб (1-1,5 м узунлуғунда) учларыны јүнкүлчә буруб сыхырлар вә ики сыхычы арасында јерләшдирирләр, јахуд һамар додаглы кәлбәтинлә бурулма јериндән 10-20 мм аралы тутурлар (шәкил 39). Кәлбәтини мис мәфтил илә 9 А-лик автотрансформатора бирләшдирирләр. О бири електрод әвәзи исә учу чәртилмиш графитдән истифадә едирләр. Електродлары бир-биринә јахынлашдырмагла ишчи нөгтәси һәр ики нагилин учунда елә гајнаг апарырлар ки, онларын тохунма нөгтәсиндә кичик дүјүн алынсын, дүјүн мәфтилләрин диаметриндән чох аз бөјүк ола биләр.



Шәкил 38. Бә’зи металларын вә әринтиләрин Е.и.е.һ.г. температурдан асылылығы.



Шәкил 39. Термочүтүн нагилләринин (термоелектрод) ишчи нөгтәләринин бирләшдирмә схеми.

1. гајнаг едиләчәк нагилләр;
2. кәлбәтин;
3. графит електрод;
4. резин бору изолјасијасы;
5. тутгач;
6. автотрансформатор;

Платин, гијмәтли металлар вә онларын әринтиләринин гајнаг едилмәси газ лампасында оксикенин үфүрүлмәси илә апарылыр. Бурулан һиссәнин учу аловун јухары һиссәсинә тутулмалыдыр. Бу онунла изаһ едилир ки. нөгтәви гајнаг заманы дәмир, платин вә онун әринтиләриндән һазырланмыш мәфтилләр графит електродун тә'сириндән карбонлашырлар. Бу исә механаки давамсызлыға вә термочүтдә јаранан чәрәјанын гијмәтинә тә'сир едир.

Нихром нагилләр константанла, константан-дәмирлә $Na_2B_4O_7$ гаты алтында гајнаг едилир.

Термочүтләрин гајнаг едилмиш учлары исти вә јахуд ишчи учлар адланыр вә ишләјән заман изолә едиләрәк маддәјә дахил едилир. Сонра мәфтилләри бир-бириндән ики каналлы фарфор, шүшә, кварс, слјуда илә тәдрич едирләр.

Әввәлчә бурулмуш нагилләрин учлары азачыг гыздырылараг $Na_2B_4O_7$ тозу илә өртүлүр, јә'ни нагилләр гыздырылараг $Na_2B_4O_7$ тозу ичәрисиндә дахил едилир. $Na_2B_4O_7$ тәбәгәси ис-ти су илә диггәтлә јујулуб тәмизләнир.

Мис-константан термочүтүндә исә бунун үчүн канифол (бир һиссә) вә бура $Na_2B_4O_7$ гарышығы (ики һиссә) гаты алтында күмүшлә леһимләмә апарырлар. Әмәлијјаты ашағыдакы гејд едилән кими апарырлар: учлары јахшы тәмизләнмиш нагилләри јүнкүлчә бурурлар. Һәмин бурулмуш јерә һазырланмыш гарышыгдан тәбәгә чәкирләр вә күмүш әријәнә гәдәр газ лампасынын редуксијаедичи аловунда јүнкүлчә гыздырырлар. Сонрадан леһим јерини тез суја салырлар ки, мис оксидләшмәсин (400^0C-дән јухары мис һавада асан оксидләшир). Ашағы температурлу термочүтләри галајла леһимләмәк мәсләһәт көрүлмүр, белә ки, $-12,13^0$C-дә галај полиморф чеврилмәјә мә'руз галыр (галај тауну).

Нәзәрә алмаг лазымдыр ки, термочүтләрин гајнаг едилмиш учлары (чини) изолјасија боруларындан 25-30 мм јухары чыхмалыдыр, чүнки бу вахт маддәнин боруја төкүлмәсинин вә термочүтләр васитәсилә истилик мүбадиләсинин мүәјјән гәдәр гаршысы алынмыш олур. Термочүтләри өлчү чиһазларына гошмаг үчүн сәрбәст учуна (сојуг гајнаг нөгтәси) ејни мис нагилләр леһимләјирләр. Термочүтләрин мис мәфтилләр бирләшдирилмиш учу сојуг уч (гајнаг) адланыр. Ишләјән заман сојуг учларын температуруну сабит сахламаг үчүн Дүјар габына су илә бузун гарышығыны јерләшдирилирләр. Дүјар габында адәтән бузун әримә температуру сабит сахланылыр.

Мүхтәлиф метал вә онларын әринтиләринин бир чүтүндән һазырланмыш термочүт садә термочүт адланыр вә температурун мүтләг гијмәтини өлчмәк үчүн истифадә едилир.

Садә термочүтү өлчү чиһазына бирләшдирмәк схеми 39-чу шәкилдә верилишдир.

2.8. ДИФЕРЕНСИАЛ ВӘ КОМБИНӘ ЕДИЛМИШ ТЕРМОЧҮТЛӘР

Диференсиал термочүтә ики ејни нөв (А вә Б) садә термочүтүн бир-бири илә ејничинсли нагилә, е.һ.г. өлчән чиһазла бирләшмәси схеми кими бахмаг олар (шәкил 40а).

Бу термочүтүн исти учуну (ишчи уч) гыздырдыгда онларда әмәлә кәлән истилик чәрәјаны бир-биринә гаршы истигамәтләнәчәкдир. Демәли, диференсиал термочүт ики гајнаг нөгтәсинә (1,2) маликдир (шәкил 40б). Әкәр бу нөгтәләри гыздырсаг, онда ујғун олараг T_1 вә T_2 нөгтәләриндә E_1 вә E_2 и.е.һ.г. јараныр. Әмәлә кәлән и.е.һ.г. әсасән нагилин материалындан, һәмчинин һәмин нөгтәләрин температур фәрги T_1-T_2 вә сојуг гајнаг нөгтәсинин T_0-дан, јә'ни T_1-T_0 вә T_2-T_0-дан асылы олачаг. Әкәр термочүтүн сојуг учу сабит температурда сахланыларса, ишчи нөгтә исә гыздырылдыгда T_1-T_2 температурлар бәрабәрләшән һалда (T_1-T_2) E_1 вә E_2 и.е.һ.г. дә бәрабәр олачагдыр вә термочүт дөврәсиндә чәрәјан олмајачагдыр. Она көрә ки, биринчи термочүтүн и.е.һ.г. илә ишчи термочүтүн и.е.һ.г. бир-бирини гаршылыглы сурәтдә таразлашдырачагдыр.

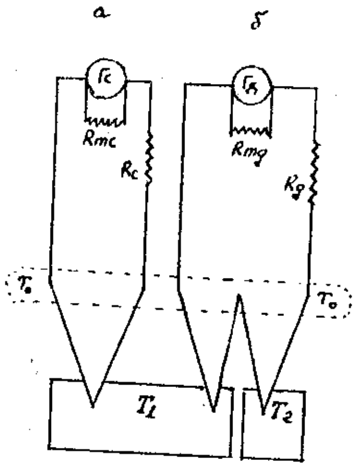
Әкәр T_1 гајнаг нөгтәсинин температуру T_2-дән чох оларса, онда $E_1 > E_2$ олачагдыр вә бу заман и.е.һ.г. фәрги јараначаг вә диференсиал термочүт дөврәсиндә гошулмуш галванометрин көстәриши сыфыр вәзијјәтиндән јерини дәјишәрәк мејл едәчәкдир.

Әкәр T_2 температуру T_1 температурундан чох оларса, јенә дә дөврәдә и.е.һ.г. јаранaчагдыр. Галванометрин көстәриши исә әввәлкинин әксинә олачагдыр.

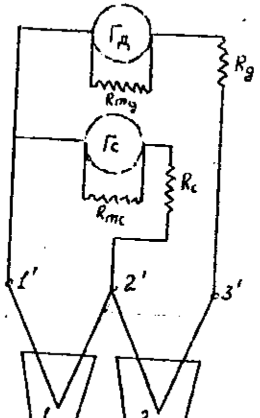
Диференсиал термочүтүн чатышмајан чәһәти ондадыр ки, ејни заманда температур вә температур фәргини өлчмәк үчүн диференсиал термочүтлә јанашы садә термочүт дә ишләтмәк лазымдыр (шәкил 40). Бу чатышмамазлығы арадан галдырмаг үчүн термики анализдә комбинә едилмиш термочүтдән истифадә едилир.

Комбинә едилмиш термочүт диференсиал термочүтдән онунла фәргләнир ки, бу термочүтдә ону тәшкил едән садә термочүтләрдән бири бирбаша нүмунәнин температуруну өлчмәк үчүн истифадә олунур (шәкил 41).

Бунун үчүн ики ејни нөв нагил олан јерә үчүнчү нөв нагил бирләшдирилир, бу бирләшмә сојуг гајнаг нөгтәси ролуну ојнајыр вә термостатда јерләшдирилир.



Шәкил 40. Садә (a) вә диференсиал (в) термочүтләр.



Шәкил 41. Комбинә едилмиш термочүт.

2.9. КОМБИНӘ ЕДИЛМИШ ТЕРМОЧҮТЛӘРИН ҺАЗЫРЛАНМАСЫ

а) Термоелектродларын термочүт үчүн сечилмәси.

Принсип е'тибарилә термочүтү истәнилән һәр һансы ики материалдан һазырламаг олар. Лакин термоелектродларын истифадә олундуғу шәраитдән асылы олараг, ашағыдакы шәртләрин өдәнилмәси зәруридир.

1. Термоелектродун материалы өлчү апарылан мүһитдә вә температурда кимјәви давамлы олмалыдыр.

2. Материал кимјәви вә физики бирчинсли олмалы вә бүтүн температур шәраитиндә заман е'тибарилә сабит галмалыдыр.

3. И.е.һ.г. гијмәти термочүт үчүн температурдан монотон асылы олмалы вә бу асылылыг истифадә олунан температур интервалында сабит галмалыдыр.

4. И.е.һ.г. әмсалы нисбәтән бөјүк әдәд олуб, тәчрүби өлчмә һәссаслығыны тә'мин етмәлидир. Бунлардан башга, термоелектрод материалынын пластик хассәси дә олмалыдыр, бу исә онлардан нагил һазырланмасыны тә'мин едир.

Әксәр материаллар бу хассәјә малик олмадығы үчүн онлардан термочүт һазырламаг мүмкүн олмур. Термочүтүн и.е.һ.г. вә температур әмсалы dE/dT бир гајда олараг термоелектродларын тәбиәтиндән асылыдыр. Бу хассәни мүәјјән етмәк үчүн стандарт һал кими һәр һансы бир материалын dE/dT әмсалы стандарт ваһид кими гәбул едилир вә сыфыр көтүрүлүр. Онда бу стандарт термоелектродларла һәр һансы термоелектродун әмәлә кәтирдији Е вә dE/dT мүгајисә олунан гејри-стандарт материалын хассәси олур.

Стандарт електрод кими платин гәбул едилмишдир, бу исә платинин давамлылығы вә јүксәк тәмизлик дәрәчәсинә малик олмасы илә изаһ олунур.

Ашағыдакы чәдвәлдә бир чох материалларын платинлә мүгајисә едилдикдә әмәлә кәтирдикләри електрод потенсиалынын 25^0С-дә температур әмсаллары верилмишдир.

Чәдвәлдән көрүндүјү кими шәрти олараг, стандарт гәбул едилмиш платинә гәдәр материалларын електрод потенсиалынын температур әмсалы 1^0С дәјишиклијә ујғун рәгәмләр арты-мы верир (мүсбәт ишарә). Платиндән сонра кәлән

материал-лар үчүн исә температур әмсалы ујғун олараг, азалмаја уғрајыр (мәнфи ишарә). Бу ишарәләр һәм дә платинлә термочүт әмәлә кәтирән електродун дөврәдә ишарәләнмәсини көстә-рир. Одур ки, ујғун олараг термочүтү әмәлә кәтирән елек-тродлар өз ишарәсинә көрә дөврәдә мүсбәт, јахуд мәнфи гүтбләрлә әлагәләндирилир.

Чәдвәл 6

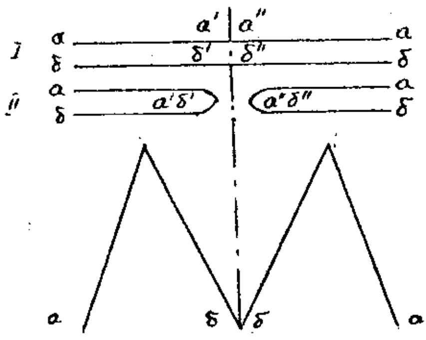
Бә'зи материалларын температур әмсаллары (25^{0}С-дә)

Материал	dE/dT	Гејд
Сүрмә	47,0	Температур әмсаллары Pt-ә нәзәрән верилмишдир
Хромел	28,0	
Нихром	22,0	
Дәмир	19,0	
Әринти	13,0	
Мис	7,6	
Гызыл	7,3	
Күмүш	7,1	
Әринти	6,4	
Платин	0(стандарт)	
Родиум	6,4	
Алјумел	-12,9	
Комплекснстантан	-34,0	
Бисмут	-70	

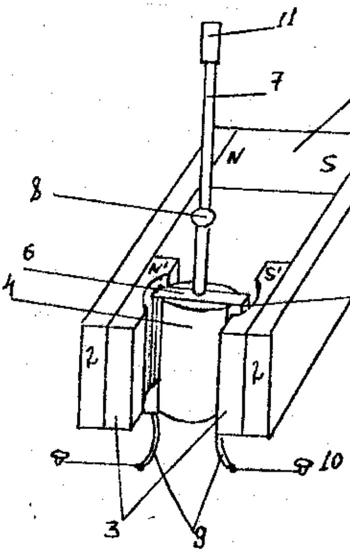
Чәдвәл 6-да көстәрилән ваһидләр вә ишарәләр 25^{0}С температурда өдәнилир. Фәргли температурларда бу гијмәтләр, һәтта ишарәләр дә дәјишә биләр. Одур ки, термочүтү бу вә ја дикәр температур һүдудунда тәтбиг етмәк үчүн һәмин һүдуда dE/dT гијмәтләри јохланылмалыдыр.

б) Термочүт нагилләри там һазырладыгдан (термики ишләмәдән) сонра мүстәви дајагда бир-биринә паралел јерләшдириләрәк (шәкил 42) нагилләрә һәр ики тәрәфдән ики каналлы узунлуғу 200-300 мм олан чини, јахуд кварс (шүшә) борулар кечирмәли. Ен кәсији 0,5-0,6 мм олан нагилләр үчүн каналын дахили диаметри 0,7 мм олмалыдыр, боруларын учлары мәфтилин ортасына чатмамалыдыр, ондан 10-20мм аралы олмалыдыр (аб вә а$^/$б$^/$ нөгтәләринә гәдәр). Она көрә ки, сонракы иш вахты тәдгиг олунан маддә изоләедичи материалла

тохунмамалыдыр. Термочүтләрин галан һиссәләри дә башга изоләедичи материалла өртүлмәлидир. Термочүт мәфтилләринин гырылмасы вә бурулмасы үчүн термочүт кеjдирилиш чини бору вә ја башга изолjасиjаедичи материал бирликдә бир гәдәр бөјүк резин вә хлорвинилдән олан боруја (бирләшдиричи бору) кечирилир ки, һәр икисини һерметик сахласын. Бирләшдиричи борунун узунлуғу елә олмалыдыр ки, 30-40 мм чини боруну, 60-70 мм хлорвинилдән олан изолjасиjа борусуну тутсун.



Шәкил 42. Диференсиал вә комбинә едилмиш термочүтләрин һазырланмасы үчүн нагилләрин һазырланма схеми.



Шәкил 43. Күзкүлү галванометрин схеми.

Сонрадан мәфтилләри $a'a''$ вә $б'б''$ јериндән кәсмәк лазымдыр. $б'б''$ учларыны (ејни металдан вә әринтидән олан мәфтил чүтү) буруб бирләшдирмәли, $a'a''$ вә $б'б''$ учларыны исә буруб гајнаг етмәли.

II. Сонрадан сојуг учлары һазырламалы. Бунун үчүн чох сајлы мис мәфтилә хлорвинилдән олан елә бору кејдирмәк лазымдыр ки, ону термочүт мәфтили кејдирилмиш изолјасијанын үзәринә кејдирмәк мүмкүн олсун.

Термочүт мәфтилләринин сәрбәст $a'a''$ учуна вә бирләшдирилмиш $б'б''$-јә галајла мис мәфтил бирләшдирилир. Үзәринә хлорвинил борусу елә кечирилир ки, бирләшмә јери онун орта һиссәсиндә галсын.

$a'б'$ вә $a''б''$ нагилләри (термоелектродлары) мүхтәлиф метал вә әринтиләрдән һазырланыр вә онларын гајнаг нөгтәләри термочүтүн ишчи нөгтәси ролуну ојнајыр. Температур өлчүлән мүһитдә, јә'ни тәдгиг олунан маддә вә еталон олан мүһитдә јерләшдирилир.

Термочүт електродлары мәфтилләрин чох нагилли мис мәфтилдә бирләшән јери соіуг гајнаг нөгтәси адланыр.

Термочүтләрин бу чүр һазырланмасы комбинә едилмиш термочүтү тәшкил едән һәр ики термочүтлә гызма заманы ејни күчлү електрик һәрәкәт гүввәсинин јаранмасына сәбәб олур.

Белә садә термочүтләр ики садә термочүтдән ибарәт олуб, бәрабәр и.е.һ.г. јаранмасы вә үмуми и.е.һ.г. сыфра бәрабәр олур.

Термики анализдә соіуг учун температурунун сабит олмасынын мүһүм әһәмијјәти вар. Термочүтүн соіуг леһим нөгтәсини шүшә вә јахуд мис боруда јерләшдириб, јахшы истилик мүбадиләси кетмәси үчүн Вуд (Pb+Bi+Sn) әринтиси илә өртмәк лазымдыр. Соіуг учу јерләшдирмәздән әввәл ону бәрабәр узунлугда гатлајырлар. Термочүтү јығаркән термочүт мәфтилләринин јалныз гајнаг нөгтәләриндә тохунмасыны тә'мин етмәк лазымдыр. Әкәр башга саһәләрдә тохунма јаранарса, онда термочүтүн үмуми и.е.һ.г. азалачагдыр вә ја артачагдыр ки, бу да һәгиги гијмәтә ујғун кәлмәјәчәкдир.

Тәдгиг олунан маддә вә еталон арасында температур вә температур фәргинин өлчүлмәси үчүн ән сәмәрәлиси комбинә едилмиш термочүтдүр. Шәкил 40-да онун галванометрә бирләшдирмә схеми верилмишдир.

Садә термочүтүн исти (ишчи) учу тәдгиг олунан маддәнин мәркәзиндә диференсиал термочүтүн (2) исти учу исә еталон маддәнин мәркәзиндә јерләшдирилмишдир.

40-чы шәкилдә: $Г_С$ - тәдгиг олунан маддәдә температур дәјишмәсини көстәрән күзкүлү галванометр, $Г_Д$ - тәдгиг олунан маддә илә еталон арасында олан температур фәргини көстәрән күзкүлү галванометр.

$1'$, $2'$, $3'$ - соіуг учларын температуруну сабит сахламаг үчүн Дүар габында әријән бузда јерләшдирилмиш соіуг учлардыр.

R_{mc} вә R_c - садә термочүтләрдә, R_{mg} вә R_g исә диференсиал термочүтдә әлавә вә таразлыг мүгавимәтләридир.

2.10. КҮЗКҮЛҮ ГАЛВАНОМЕТРЛӘР. КҮЗКҮЛҮ ГАЛВАНОМЕТРЛӘРИН ГУРУЛУШУ.

Галванометрләр електромагнит чиһазларына аид олуб кичик чәрәјан, кәркинлик вә һәмчинин електрик дөврәсиндә чәрәјанын өлчүлмәсиндә (сыфыр чиһаз) нәзарәт өлчү үчүн истифадә олунур.

Шәкил 43-дә күзкүлү галванометрин әсас һиссәләринин схеми верилмишдир.

1. Сабит магнит, магнит мүгавимәтилә. 2. Дәмирдән олан дајагларла (отурачагла) 3 - бирләшдәрилмишдир. Онлар арасында дәмир ичлик (керн) 4 - силиндр формалы (күрә формалы да ола биләр) јерләшдирилир. Аралыг 5 - дајагла өзәк арасында чәрчивә - 6 јерләшдирилир.

Чәрчивәнин дөнмә бучағы ондан кечән чәрәјанла мүтәнасибдир. Чәрчивәнин сәрбәст һәрәкәти ја онун 7-асылганындан сәрбәст асылмасындан, ја да ки, ики тәрәфиндән јухары асылгана ашағы чәкичи арасында јахшы бағланмасындан ирәли кәлир.

Асылган молибден, волфрам, кварс формулу вә јахуд бериллиумлу бүрүнч әринтиләриндән һазырланыр. Асылган сапынын учу низамлајычыја (II) бирләшдирилир. Галванометрин әсас гурулушундан асылы олараг, онун чәрчивәсинә чәрәјан мүхтәлиф үсулларла верилир.

Әкәр асылган кварс вә јахуд шүшәдән (чәрәјан кечирмәјән) һазырланмышса, чәрәјан верилмәси ики моментсиз - 9 чох назик гызыл лентдән һазырланмыш (ен кәсији 1-0,5мм, галынлығы 1-2 мм) чәрәјан кәтиричиләри илә јеринә јетирилир.

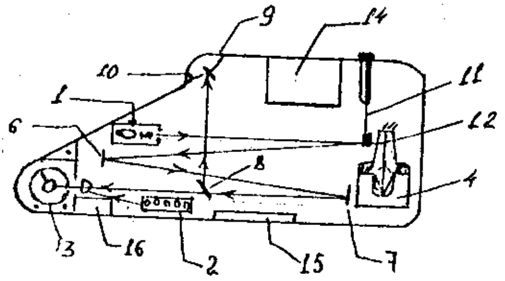
2.11. КУРНАКОВ ПИРОМЕТРИ

НТР-75.

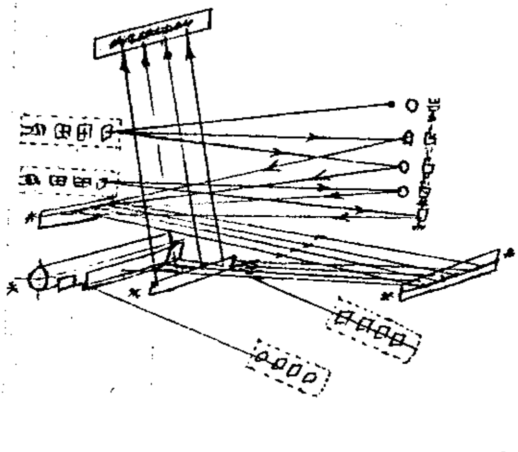
Диференсиал термики анализ (ДТА) үчүн ән мүасир тәкмилләшән чиһаз ашағы тезликли температур гејд едичиси олан НТР-75 - дир (шәкил 44а).

Шәкил 44а-да пирометрин әсас ишчи тохунма нөгтәләринин јерләшмә схеми, онун оптики схеми исә шәкил 44б-дә верилмишдир. Чиһаз күзкүлү (4) галванометрлә тәчһиз олунур.

Бу галванометрләрин әсас физики параметрләри ашағыдакылардыр: чәрәјан вә мүгавимәтә көрә сабитләри ујғун олараг: $C_i=3,10^{-8}$, $C_V=2,10^{-7}$ В/мм/м, R_r=6,0-6,5 Ом, R=100 Ом-дур. Мәхсуси рәгс тезлији 0,8-1 санијәдир.



Шәкил 44а. Ашағы тезликли температур гејдедичиси.



Шәкил 44б. Ашағы тезликли температур гејдедичисинин оптики схеми.

Бу кәмијјәтләрин нисбәти елә гәбул едилмишдир ки, сүр'әтли галванометрләр просесләри дәгиг гејд едир. Галванометрләр чиһазын мәркәзи һиссәсиндә јерләшән ваһид магнит блокда јерләшдирилир. Орада сыфыр көстәричи гојулмушдур ки, о да гызма вә сојума хәтләриндә сыфыр хәттини гејд етмәјә имкан верир ки, бу да температуру дәгиг тә'јин етмәји асанлашдырыр. Галванометрин ишыг мәнбәләри чиһазын дахилиндә јерләшдирилмишдир. Онлардан бири үч галванометри дикәри исә бир галванометр вә сыфыр гејдедичијә хидмәт едир. Һәр бир галванометр гаршысында хүсуси пәрдә дүзәлдилмишдир. Тәдгигатчы истәнилән заман ондан истифадә едиб, лазым олмајан галванометрин гаршысыны кәсә биләр ки, ишыг фотокағыза дүшмәсин.

Јухарыда көстәрилән ики ишыг мәнбәјиндән башга даһа ики ишыг мәнбәји вардыр. Онлардан бири һәр ики дәгигәдән бир ишә дүшүр вә фотокағызын гырағына ишыг көндәрир (заман координаты), дикәри исә термограмларда оператив гејдләр апармаг үчүн нәзәрдә тутулмушдур. Бу гејдләр термограмын јухары һисссәсиндә гојулур. Мүгавимәтләр мағазасы чиһазда јан тәрәфләрдә елә јерләшдирилмишдир ки, һеч бир бирләшдиричи вә гошучулар мәхсуси т.е.һ.г. әмәлә кәтирмәсинләр. Ишыг шүасы галванометрин күзкүсүндән 9 вә 10-дан (шәкил 44б) фокуслајычы силиндрвари линзаја 11-ә дүшүр. Шүанын бир һиссәси күзкүдән әкс олунуб визуал бөлкү олан һиссәјә дүшүр.

Галванометрин күзкүсүндән барабана (12) гәдәр вә визуал һесаб бөлкүсүнә гәдәр шүанын кечдији јол бәрабәр олуб, бир метрә бәрабәрдир. Ишыг сигналынын фотокағызда олан јерини онун чиһазын јухары һиссәсиндә олан рубин бөлкүдә мүәјјәнләшдирмәк олар. Бу пирометрләрдә барабанын фырланмасыны әввәлчәдән верилмиш вәзијәтләрдә сахламаг үчүн автоматик дајандырма нәзәрдә тутулмушдур. НТР-75 пирометринин фотокағыз јерләшдирилән һиссәси елә дүзәлдилмишдир ки, ону чиһаза бирләшдирдикдә барабанын ишыг кечән кәсији өз-өзүнә ачылыр.

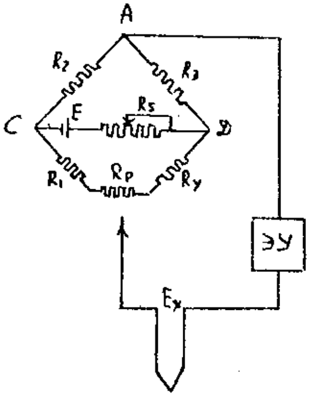
Күзкүлү галванометрдән әкс олунан шүанын дахил олмасы үчүн чиһазын арха диварында хүсуси кәсик дүзәлдилмишдир.

Чиһазын вә галванометрин башга характеристикасы термографијаја аид Бергин китабында верилмишдир.

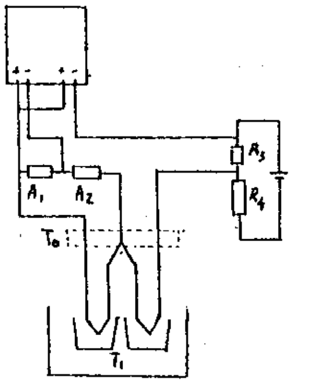
Термографијада Курнаков пирометриндән башга автоматлашдырылмыш електрон потенсиометриндән дә истифадә едилир. Бу нөв чиһазлар чәрәјанын нејтраллашдырылмасы әсасында ишләјир. Белә ки, термочүтләрдә јаранан и.е.һ.г. сабит чәрәјан мәнбәјиндән кәлән чәрәјанла таразлашыр. Бу заман кәркинлик гијмәтчә бәрабәр, ишарәчә исә әкс олур. Бу кәркинликләр өз нөвбәсиндә өлчүлүр вә јахуд хүсуси кағыза јазылыр. Шәкил 45-дә бу чүр електрон таразлајычы өзүјазан чиһазын принсипиал схеми верилмишдир (садәләшдирилмиш шәкилдә).

Өлчү һиссәси ашағыдакы голлардан вә балласт мүгавимәтләриндән ибарәтдир. Үч R_1, R_2, R_3 мүгавимәтләри вә дөрдүнчү гол дәрәчәләнмиш реахордан вә јахуд сүрүшкән тохунма нөгтәси олан R_p реостатдан ибарәтдир. R_4 - балласт мүгавимәтидир. Көрпүнүн јухары тәпәсиндә С вә Д ардычыл олараг R_5 - мүгавимәтилә ишчи чәрәјаны гајдаја салмаг үчүн биркә бирләшдирилир вә E_1 кәркинлијинә гошулур. А вә В тәпәләриндә кәркинлик реахорд үзәриндә (R_P) - В һәрәкәт едән дијирчәјин вәзијәтиндән асылыдыр. Намә'лум E_X кәркинлији реахордда олан кәркинликлә мүгајисә едилир. Термочүтдә әмәлә кәлән електрик һәрәкәт гүввәси ЕҺ-електрон күчләндиричи васитәсилә А вә В нөгтәләринә верилир. Әкәр өлчүлән е.һ.г. А вә В нөгтәләриндәки кәркинлијә бәрабәрдирсә онда күчләндиричијә сыфыр сигнал кәләчәкдир. Әкәр термочүтүн е.һ.г. мәнбәнин е.һ.г.-дән үстүн оларса онда мүһәррик ишә дүшүр вә реахордун һәрәки һиссәсини елә вәзијјәтә кәтирир ки, бу заман термочүтүн күчләнмиш е.һ.г. вә көрпү схеминин әмәлә кәтирдији е.һ.г. бир-биринә бәрабәр олур. Реахордун һәрәки һиссәсинә јазан перо вә потенсиометрин көстәричиси бирләшдирилмишдир ки, о да хүсуси кағызда гејдијјат апарыр.

ДТА апармаг мәгсәди илә олан чиһазлардан ән әлверишлиси арабачығы, гачыш мүддәти 2,5 сан олан чиһазлардыр. Белә ки, чиһазын иш интенсивлији башлыча олараг арабачығын гачыш мүддәтиндән асылыдыр. Шәкил 46-дә термочүтләрин ики нөгтәсинин потенсиометрә бирләшмә схеми верилмишдир.



Шəкил 45. ЗУС - електрон өзүтəнзимлəјəн өзүјазанын принсипиал (садəлəшдирилмиш) схеми.



Шəкил 46. Комбинасијалашмыш термочүтүн икичыхышлы өзүјазана гошулма схеми.

2.12. ЈҮКСӘК ТЕМПЕРАТУРЛУ ТЕРМОАНАЛИЗАТОР (ЈТА - 987)

Јүксәк температурлу термоанализатор конденслəшмиш системлəрдə кимјəви реаксија вə фаза кечидлəринин температуруну вə бу физики-кимјəви просеслəрин истилик еффектлəрини кəмиjјəтчə мүəjјəнлəшдирəн чиһаздыр.

Јүксәк температурлу анализаторла ашағыдакы əмəлиjјатлары јеринə јетирмəк мүмкүндүр:

- температуру 2473 К-нə гəдəр програмлашдырылмыш сүр'əтлə галдырмагла,
- тəдгиг олунан нүмунəнин вə еталонун температуруну мүтајисəли өлчмəклə, диференсиал-термики өлчүлəр
- һапармаг.

Термоанализатору ашағыдакы шəраитдə ишлəтмəк мəслəһəтдир:

- əтраф мүһитин температуру -288÷305 К;
- һаванын нисби рүтубəти 298 К-дə 80%-дəн аз олмалыдыр;
- атмосфер тəзјиги - 84÷106,7 кПа (630-800 мм.ч.сүт) олмалыдыр;

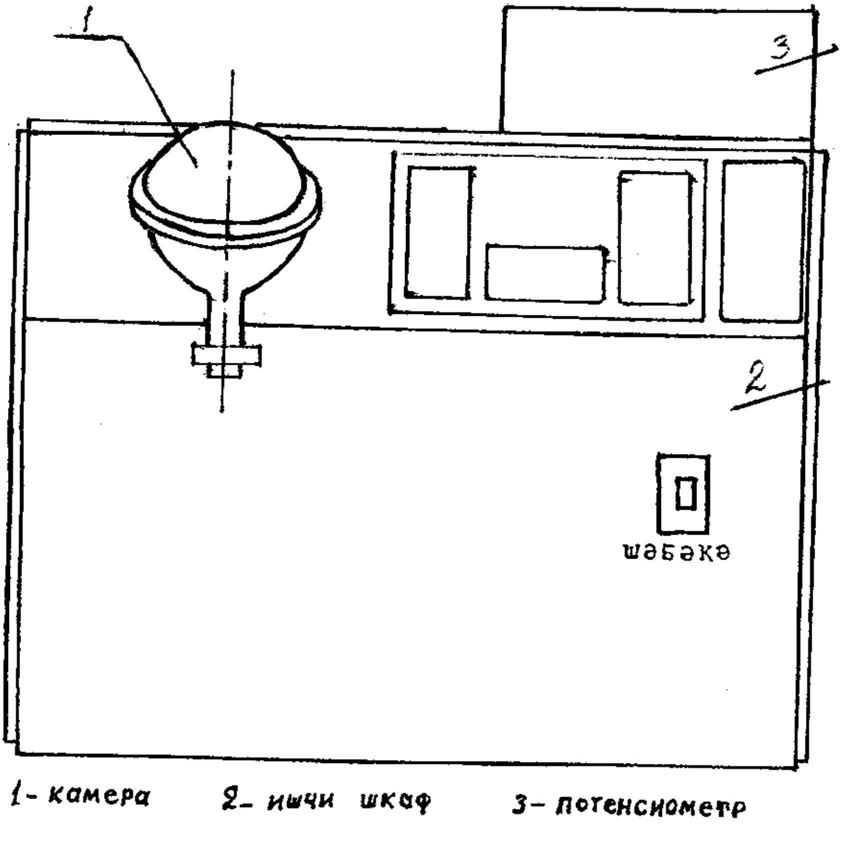
Анализ олунан нүмунə нарын тоз һалында вə ја нисбəтəн кичик һиссəчиклəр шəклиндə дахили диаметри вə һүндүрлүјү 7 мм олан хүсуси силиндрик путаја, онлар исə термочүтлə тəчһиз олунмуш волфрам блоклара јерлəшдирилир.

Путалар елə материалдан дүзəлдилир ки, тəдгигат заманы онунла нүмунə вə волфрам блок арасында гаршылыглы кимјəви тə'сир олмасын. 2200 К температура гəдəр алүминиум путалардан истифадə етмəк мəслəһəт көрүлүр.

Термоанализаторун иш принсипи нүмунəнин вə еталонун бəрабəр сүр'əтлə гызмасына (сојумасына) вə нүмунə илə еталон температуру фəргинин фасилəсиз диференсиал гејдинə əсасланыр. Нүмунə камераја јерлəшдирилир, вакуум системинин көмəји илə камера һавасызлашдырылыр вə тə'сирсиз газла (һелиумла) долдурулур. Сонра гызма системинин көмəји илə нүмунə вə еталон лазыми сүр'əтлə гыздырылыр (сојудулур) вə бу заман истəнилəн температурда системи мүəjјəн мүддəт сахламаг олар.

Термоанализаторун камерасы вә дикәр гызан һиссәләри су илә сојудулур. Системин температуру әввәлчәдән дәрәҹәләнмиш потенсиометр васитәсилә өлчүлүр.

Термоанализаторун заһири көрүнүшү шәкил 47-дә верилмишдир.



1- камера 2- ишчи шкаф 3- потенсиометр

Шәкил 47. Термоанализаторун заһири көрүнүшү.

Ишчи гурғунун үстүндә температуру өлчмәк вә јазмаг үчүн ики координатлы потенсиометр ПДПУ-002 јерләшдирилир. Гызма системи вә температурун тәнзимләнмәси, вакуумун алынмасы вә тә'сирсиз газла долдурма, су илә сојутма вә температурун гејди шәкил 47-дәки II вәзијјәтдә камерада (I вәзијјәт), потенсиометрдә (III вәзијјәт) вә су ахыны коллекторунда јерләшдирилиб.

Систем волфрам лөвһәсинин көмәји илә гыздырылыр. Нүмунә вә еталонун гызмасы вә баш верән фаза кечидләри температуру бирләшмиш термочүтләрлә вә електрон күчләндиричиләри васитәсилә ПДП4-002 потенсиометринә верилир. Системин чыхыш сигналы нүмунә вә еталон гојулан термочүтләрин термо-е.һ.г. фәргләри олуб, нүмунәдә гызма (сојума) заманы баш верән физики-кимјәви просесләр заманы удулан вә ја ајрылан истилик һесабына јараныр. Потенсиометрин "У" координатына еталонун температурлар фәргинә (ΔТ) ујғун күчләндирилмиш сигнал, "Х" координатына исә нүмунәнин температуруна (Т) ујғун сигнал дахил олур.

2.13. ТЕРМОГРАФИЈАДА ИШЛӘДИЛӘН БУТА ВӘ БАШГА ГАБЛАР.

Тәдгиг олунан маддәнин јерләшдирилдији габлар ашағыдакы тәләбәләрә чаваб вермәлидир:

1. Тәдгигат температуру интервалында тәдгиг олунан маддә габын материалы илә реаксијаја кирмәмәлидир.

2. Габын форма вә өлчүсү гаршыја гојулан мәсәләни тә'мин етмәлидир.

Нүмунә чәкисинин мигдары (ачыг габда ади һавада вакуумда вә јахуд тә'сирсиз газ мүһитиндә) елә көтүрүлмәлидир ки, истилик балансы кәскин дәјишмәсин. Әксәр һалларда термографија заманы диаметри 1 вә һүндүрлүјү 1,5 см олан кичик буталар ишләдилир. Маддәнин күтләси онун хүсуси чәкисиндән асылы олараг 2-4 г. тәшкил едир. 1000^{0}С интервалында әсасән габларын материаллары чинидән вә шамотдан һазырланыр. 1000^{0}С-дән јухары температурлар үчүн исә платин, корунд (Al_2O_3), магнезиум оксид, сирконимум оксид вә с.-дән һазырланмыш буталардан истифадә олунур. Кичик минераллары 90-100мг нүмунә чәкиләрини тәдгиг

етмәк үчүн јухарыда көстәрилән истијә давамлы материаллардан сынаг шүшәләри дүзәлдилир.

Нүмүнә чәкиси вә еталон силиндр формасында олмалыдыр. Нүмүнә чәкисинин һүндүрлүјү сынаг шүшәсинин диаметриндән тәхминән 1,5 дәфә чох олмалыдыр. Ашағы температурлу тәдгигатлар үчүн шүшә материаллардан истифадә етмәк олар.

Маддәләрин тә'сирсиз газ вә һавасы сорулмуш мүһитдә термографијасыны апармаг үчүн шәкил 48-дә верилмиш Степанов габында вә јахуд 49-чу шәкилдә көстәрилдији кими ашағы һиссәсиндә термочүт үчүн јери олан кварс шүшә борудан дүзәлдилмиш габларда тәдгигат апармаг даһа әлверишлидир. Тәдгиг олунан маддә 2, васитәсилә I габына долдурулур. Лазым олан вахт 2 васитәсилә тә'сирсиз газ долдурмаг мүмкүн олур. Термочүт хүсуси јувачыға 3-ә јерләшдирилир.

Степанов габынын чатышмајан чәһәти онун кичик нүмүнә чәкиләри илә (100-200 мг) ишләмәк мүмкүн олмамасындандыр. Кичик нүмүнә чәкиләри илә ишләдикдә шүшә вә кварсдан дүзәлдилмиш мүхтәлиф формалы габлардан истифадә олунур.

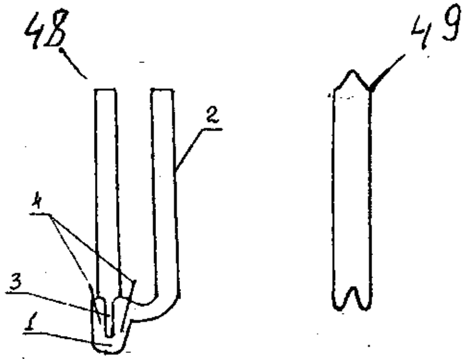
Истилијин тәдгиг олунан маддәјә вә еталона бәрабәр мигдарда верилмәси үчүн, јерли гызмалардан вә һава ахынынын конвексија тә'сириндән кәнар олмасы үчүн пасланмајан поладдан дүзәлдилмиш блоклардан истифадә едилир. Одур ки, блокда симметрик дешикләр еlә ачылыр ки, габлар (маддә вә еталон олан) там орада јерләшсин. Јухары һиссәдән блок гапагла өртүлүр, гапагда ики дешик олур ки, орадан изолә-едичи материала кејдирилмиш термочүтләр кечир. Адәтән гапаг блок дүзәлдилән материалдан һазырланыр. Јахшы нәтичә о вахт әлдә етмәк олар ки, гапаг аз истилик кечирән материалдан дүзәлдилсин, мәс.: шамотдан.

Металлик гапаглар истилик ахыныны термочүтүн електродларына доғру артырыр бунун нәтичәсиндә дә диференсиал әјриләрдә е.һ.г. кәскин фәргинә әсасән јаранан зирвәләрин саһәләри азала биләр.

2.14. ГЫЗДЫРЫЧЫ ГУРҒУЛАР.

Термографијада гыздырычы гурғулар үчүн лазым олан әсас тәләбләр ашағыдакылардыр:

1. Хәтти гызма (гыздырычынын температурунун замандан асылы олараг бәрабәр сүр'әтлә артырмаг),
2. Кениш интервалда гызма сүр'әтинин низамланмасы,
3. Гызма режимини һәјата кечирмәк,
4. Гыздырычынын өзүндә температур фәргинин олмамасы.
5. Кварс шүшә борудан һазырланмыш термочүт үчүн јувасы олан габ.



Шәкил 48, 49. Степанов габы: 1 - тәдгиг олунан маддә үчүн габ, 2 - чыхынты, 3 - термочүт үчүн јува, 4 - платин електродлар.

Бүтүн бу тәләбләрә електрик мүгавимәт гыздырычылары ујғун кәлир. Термографија мәгсәдилә адәтән буталы вә борулу гыздырычылар тәтбиг едилир.

Јухарыда көстәрилән тәләбләри ән јахшы ПРТ-1000 маркалы печ өдәјир. Гызма режими бу чүр печләрдә температур

вә чәрәјанла низама салыныр. Хәтти гызма вә сојума бу чүр печләрдә дәгигәдә 5, 10, 20, вә 40^0 сүр'әтлә апарылы биләр (хәттиликдән кәнара чыхма 1% тәшкил едир). Печин гыздырычылары истилијә давамлы полад лентләрдән (маркасы ОХ-27105 А) һазырланыб металлик габда јерләшдирилир вә онларын диварлары арасындан арасы кәсилмәдән су ахыр вә бунунла да гызма вә сојума режими гајдаја салыныр.

Печин гыздырычы саһәсиндә екранлашдырылмыш вә јерлә әлагәләндирилмиш блок јерләшдирилир. Металлик бору гыздырычыдан назик чини тәбәгә илә изолә едилир. Бу чүр гурғу паразит чәрәјанларын јазылышы тә'сирини тамамилә арадан галдырылыр. Гыздырычылар бир-бириндән чини (керамика) боруларла тәчрид едилир. Бу борулардан бири ики борулу (каналлы) хромел-алјумел тәнзимләјичи термочүт кејдирилмиш изоле едичи илә әвәз олунур. Термочүт потенсиометр васитәсилә ичрачы механизми илә бирләшдирилир. Синхрон мүһәррик редуктор васитәсилә чәрәјан тәнзимләјичи (трансформатор) вә потенсиометр сүрүшкәнини һәрәкәтә кәтирир. Бу чүр гурғу ејни заманда гыздырычы елементдә кәркинлији артырмаға вә термочүтүн компенсасија едичи чәрәјаныны дәјишмәјә имкан верир. Потенсиометрә верилән кәркинлик ичрачы механизми һәрәкәтә кәтирир. Печдә чох јүксәк температур алынан һалда термочүтләри е.һ.г. потенсиометрлә там компенсасија олунмајачагдыр вә ичрачы механизм гыздырычылара кәлән чәрәјаны тәнзимләјир. Термочүтләрин т.е.һ.г. там компенсасија олундуғундан сонра ичрачы механизм јенидән ишә дүшүр вә гыздычылара чәрәјан верилмәсини тә'мин едир.

Ичрачы механизм вахта көрә дејил, термочүтләрин т.е.һ.г. компенсасијасы һесабына ишләјир.

Әкәр потенсиометр-автотрансформатор системини ишә салан мүһәрик дајанса, онда гыздырычы термостат режиминдә ишләјәчәкдир. Термостат режиминдә отаг температурундан 1000^0 гәдәр температур интервалында блокда температур дәјишмәси $\pm1,5^0$C тәшкил едир). Синхрон мүһәррикин әкс тәрәфә ишләмәси гыздырычыны верилмиш шәраитдә сојудачагдыр. Гыздырычынын хәтти сојума шәраитини јалныз истилијин гыздырычыда арасы кәсилмәдән сојудучу гурғуја кечмәси һесабына јеринә јетирилир. Гыздырычы елә дүзәл-

дилмишдир ки, о истәнилән газ чәрәјанында (ахынында) вә һәтта азотун гајнама температурунда белә (-180^{0}С) гејд апармаг үчүн јарајыр. Бу мәгсәдлә блоку азотла сојутмаға имкан верән һиссә вардыр.

Тәдгиг олунан маддә јерләшдирилән блок ики метал дисклә тәчһиз олунмушдур ки, о да гыздырычыда јаранан конвексија ахынларыны арадан галдырыр.

2.15 ТЕРМОГРАФИЈА ЧИҺАЗЫНЫН ДӘРӘЧӘЛӘНМӘСИ ҮСУЛЛАРЫ.

Термики анализи јеринә јетирмәк үчүн јахшы дәрәчәләнмиш чиһаз олмалыдыр: термочүтләр, мүгавимәтләр, тохунма јерләри, галванометрләр вә с.

Чидди десәк, чиһазы верилән температур үчүн дәрәчәләмәк, онун көстәришини бејнәлхалг тәчрүби температур шкаласына (БТТШ) кәтирмәк лазымдыр. Бу әмәлијјат -190^0-дән 600^{0}С-ә гәдәр стандарт платин, мүгавимәт термометри 600^0-дән 1063^0-јә гәдәр платин - платин-родиум термочүтүнүн 1063^о-дән јухары температурлары исә оптики пирометр васитәсилә апарылыр. Чох заман лабораторијаларда бу чүр чиһазлар олмадығындан, тәчрүбәдә дәрәчәләнмәни стандарт термометрија маддәләринә көрә апарырлар. Бу маддәләр асанлыгла тәмиз һалда алынырлар вә онларын бүтүн температур кечидләри јүксәк дәгигликлә тә'јин едилмиш олур. Әсасән әримә, полиморф кечидләр, гајнама, сублимасија вә с. температурлары көтүрүлүр.

7-чи чәдвәлдә стандарт маддәләрин вә онларын әсас чеврилмә температурлары верилмишдир.

Чәдвәл 7

№ Маддә	чеврилмә просеси	температур
1	2	3
1. Оксикен (маје)	гајнама	-187,97
2. Карбон дөрд оксид (бәрк)	сублимасија	-78,5
3. Хлороформ (бәрк)	әримә	-63,5
4. Хлор бензол	--	-45,2

1	2	3
5. Чивә маје	--	-38,2
6. Карбон дөрд хлорид (маје)	--	-22,9
7. Су (маје)	--	0,00
8. Натриум хромат (10 мол су)	инконгруент әримә	19,9
9. Асетофенол	әримә	20,5
10. Натриум сулфат(10мол су)	инконгруент әримә	32,38
11. Натриум бромид (2мол су)	конгруент әримә	50,2
12. Манган 2 хлорид (4мол су)	--	58,1
13. Стронсиум хлорид (6мол су)	инконгруент әримә	60
14. Азобензол (бәрк)	әримә	68
15. Нафталин (бәрк)	--	80,28
16. Су (маје)	гајнама	100,0
17. Јодоформ	әримә	119
18. Калиум нитрат	полиморф кечид	128
19. Һидрохинон	әримә	170
20. Натриум нитрат	әримә	336
21. Калиум бихромат	--	398
22. Калиум сулфат	полиморф кечид	583
23. Калиум хлорид	әримә	770
24. Натриум хлорид	--	800
25. Натриум сулфат	--	884
26. Калиум сулфат	--	1069
27. Литиум силикат	--	1201

Чәдвәл 7-нин арды

Маддә	Чеврилмә просесләри	Температур
	МЕТАЛЛАР	
1	2	3
1. Галај	Бәркимә	231,9
2. Гурғушун	--	327,8
3. Синк	--	419,5

1	2	3
4. Стибиум	--	630,5
5. Алүминиум	--	660,1
6. Күмүш	--	960,8
7. Гызыл	--	1063
8. Мис	--	1063
9. Никел	--	1453
10. Палладиум	--	1552
11. Платин	--	1769

Көстәрилән стандарт маддәләрдән өлчүләчәк температурлардан асылы олараг истифадә едилир. Гурғулара стандарт маддәләрә көрә дәрәчәләндикдә тәдгиг олунан објектин физики-кимјәви хассәләри дә нәзәрә алыныр. Әкәр тәдгиг олунан маддә метал вә онун әринтиләридирсә - металлар, дузлар вә дуз системләридирсә - дузлар, үзви маддәләрдирсә - үзви маддәләр ујғун олараг көтүрүлмәси төвсијә олунур.

Стандарт маддәләр кими елә дузлар көтүрүлмәлидир ки, онлар бәрк вә әримиш һалда термочүт материалына тә'сир етмәсин. Белә һалларда термочүтүн ишчи учу хүсуси материалла (кварс, шүшә) изолә едилир, лакин тохунма нөгтәси елә олмалыдыр ки, таразлыг олсун.

Метал вә онларын әринтиләри агрессив мүһитдә тәдгиг олунаркән термочүтүн учларына метал, әринти вә агресив мүһитә гаршы кимјәви давамлы материалдан горујучу сәтһ чәкирләр. Горујучу сәтһин чәкилмәси бәркимә температуруна көрә дәрәчәләндикдә даһа чох лазым олур, чүнки әримиш металла термочүтүн гаршылыглы тә'сири баш вермәмәлидир. Горујучу сәтһли термочүтлә ишләдикдә термочүт вә горујучу боруларын чәкиси илә тәдгиг олунан маддә мигдарынын нисбәти 1:10 нисбәти кими олмалыдыр (ән азы). Гурғуну дәрәчәләнмәздән әввәл зәрури шәрт ишчи температур интервалынын мүәјјәнләшдирилмәсидир. Даһа сонра исә тәдгиг олунан маддәнин термочүт материалына тә'сири мүәјјән едилмәлидир. Тәдгигат методундан асылы олараг тәдгиг олунан маддә вә еталонун мигдары тә'јин едилир.

Сонра термочүтләрин т.е.һ.г. гурғунун ишчи температур интервалы вә галванометрин кејфијјәтиндән асылы олараг садә термочүт үчүн мүгавимәт сечилир. Бүтүн тохунма нөгтә-

ләри, гүтбүлүк вә бирләшмәләрин кејфијјәти јохланылыр, ишығын галванометрдән барабана дүшмәсини корректор васитәсилә јохлајыб гурғуну ишә салырлар.

2.16. СЫФЫР ХӘТТИНИН ЧӘКИЛМӘСИ.

Сыфыр хәтти термограмда, температура көрә һесаблама апармаг термограмларда дәрәчәләнмәни мүәјјән етмәк лазым кәлир. Ишыға һәссас кағызларда сыфыр хәттини чәкмәк үчүн мүхтәлиф үсуллардан истифадә етмәк олар. Әсасән сыфыр хәтти галванометрләрдән ајрылмыш термочүтләр васитәсилә апарылыр. Анчаг бу методла ишләмәк раһат вә сәмәрәли дејил (чох вахт тәләб едир).

Сыфыр хәтти чәкмәјин икинчи үсулу термочүтүн ишчи вә сојуг учларыны Дуар габында јерләшдирмәклә апарылыр. Исти вә сојуг учун сабит температура кәтирилмәси үсулу она көрә әлверишлидир ки, бу заман тохунма нөгтәләриндә мүгавимәт дәјишмир.

Термочүтләрин гајнагларыны 0^0С-дә стабилләшдирмәк үчүн 0,5 литрлик Дуар габыны хырдаланмыш бузла долдуруб дистиллә едилмиш су әлавә едилир вә термочүтүн сојуг һиссәсини ора дахил едирләр. Термочүтләрин исти учларыны (садә вә деференсиал) 150-200мм. узунлуғунда горујучу габыглара јерләшдириб су вә буз гарышығына әлавә едирләр. 20-30 дәгигәдән сонра сојуг уч 0^0С температур алыр вә сыфыр температуру фото материалында чәкилир.

Сыфыр хәттини чәкдикдән сонра садә термочүтү тәдгиг олунан маддә олан сынаг шүшәсинә елә јерләшдирирләр ки, онун дибдән термочүтә гәдәр олан мәсафә тәхминән сынаг шүшәсинин радиусуна бәрабәр олсун. Диференсиал термочүтү исә һәмин гајда илә еталон олан сынаг шүшәсинә јерләшдирирләр. Сон вахтлар тәдгигатчылар еталон маддәдән имтина едирләр вә диференсиал термочүтүн учуну блокда дүзәлдилмиш хүсуси дешијә јерләшдирирләр. Бу заман диференсиал јазы тәдгиг олунан маддәнин мәркәзи илә онун әтрафы арасында температур фәргини кәтәрир.

2.17 МҮГАВИМӘТИН СЕЧИЛМӘСИ

Алынмыш термограмлары тәдгиг едәркән фаза кечидләри температурларынын максимал дәгиг садә јазы күзкүсүндә галванометрин әкс олунан ишыг шүасынын термограмын башланғыч температурундан фотокағызын кәнар һиссәсиндә јерләшдирилир вә верилмиш ахырынчы температур јазылдыгда һәмин шүанын о бири кәнар вәзијјәтиндә олмасына чалышмаг лазымдыр. Бунун үчүн садә термочүт дөврәсинә таразлыг үчүн мүгавимәт гошулур.

Садә јазынын термограмда гејд олунмасы үчүн ишыг шүасынын фотокағызын лазыми јеринә дүшмәси илә ашағыдакыларын зәрурилији тә'мин едилмәлидир. Елә стандарт маддә сечилир ки, онун әримә температуру тәдгигат апарылачаг температура јахын олсун. Садә термочүт јерләшдирилмиш маддәни әридирләр вә садә термочүтүн галванометрин күзкүсүнә шүа көндәрән ишыг мәнбәји дөврәјә гошулур вә ишыг сигналынын барабанын бөлкүсү үзәриндәки јеринә нәзарәт едирләр. Әкәр маддәнин әримә температурунда садә јазы галванометринин ишыг сигналы визуал һесаблама бөлкүсүнүн орта һиссәсиндә јерләширсә онда бу балласт мүгавимәти азалтмагла бөлкүдә лазыми вәзијјәтә кәтирирләр.

Балласт мүгавимәти сечәркән харичи критик мүгавимәти јаддан чыхармаг олмаз. О, балласт мүгавимәти сечдикдән сонра һесабланмалыдыр.

Диференсиал термочүт үчүн мүгавимәти нәзәрдә тутулан истилик еффекти вә галванометрин һәссаслығына әсасән сечирләр. Гајда үзрә садә термочүт дөврәсиндә гошулмуш мүгавимәт диференсиал термочүт дөврәсинә гошулан мүгавимәтдән мүәјән гәдәр чох олур, белә ки, диференсиал термочүт 100^0С-дән чох олмајан температур фәргини өлчүр.

2.18 ДӘРӘЧӘЛӘНМИШ ЈАЗЫ (ГЕЈД).

Гејдетмә, јә'ни термограмда јазмаја башламаздан әввәл фото гејдедичинин барабаныны ишыға һәссас кағызла (фотокағызла) тәчһиз етмәк (гырмызы ишыгда) вә кассети өз јеринә јерләшдирмәк лазымдыр. Кассета ахыра кими јериндә

кип отурмалы вә редукторда олан муфта илә илишмәси тә'мин олунмалыдр. НТР-64, НТР-70, НТР-73, НТР-75 пирометрләриндә кассета елә дүзәлдилмишдир ки, ону хүсуси лентлә чиһаза бирләшдирдикдә галванометрдән кәлән ишыг шүасыны бурахмаг үчүн олан јарыг ачылыр, барабаны чыхартдыгда исә һәмин јарыг бағланыр.

Кассета там јерләшдирилиб гуртардыгдан сонра дәрәчәли јазыны апармаға башламаг олар. Јадда сахламаг лазымдыр ки, чиһазы дәрәчәләдикдә онун башга үзвләрининдә сәһвини нәзәрә алмаг лазымдыр (гошгу јерләри, бирләшдиричи нагилләр, мүгавимәтләр мағазасынын сәһви, галванометрин сәһви, оптики һиссәдән кәлән һәндәси кәнара чыхмалар вә с.).

Биз дәрәчәләнмәнин ики методу: а) репер маддәләрә көрә (отаг температуру вә јухары), б) термометрин кәстәричинин мүгајисәсилә (сыфыр вә ашағы) һаггында данышачағыг.

2.19. СТАНДАРТ-РЕПЕР МАДДӘЈӘ КӨРӘ ДӘРӘЧӘЛӘНМӘ.

Бу мәгсәд үчүн бир нечә тәмиз кимјәви маддәнин гызма (сојума) температурларынын замандан асылылыг әјрисинин гурулмасы зәруридир.

Әкәр пирометр чиһазынын тәтбиг температуру һудуду бөјүкдүрсә (мәс. отаг температурундан 1100-1200^{0}С гәдәр) онда ујғун олараг фаза кечидләри јүксәк вә јахуд отаг температурундан ашағыда олан репер маддәләрдән истифадә едилир.

Тәчрүби чәһәтдән бу үсулун маһијјәти беләдир: гыздырычы вә јахуд башга тә'сирсиз габда Al_2O_3 вә ја MgO јерләшдирирләр вә башга ејни габларда репер маддәләр јерләшдирилир. Репер маддәнин мигдары елә сечилир ки, онун үмуми енталпијасы еталонун истилији илә еквивалент мигдарда олсун. Бундан сонра габлара садә вә диференсиал термочүтләр ејни сәвијјәдә јерләшдирилир. Садә термочүт репер маддә олан габа, диференсиал термочүт исә еталон олан габа дахил едилир .

Һәр ики термоҹүтүн сојуг гајнаг нөгтәләри термостабилләшдирилмә үчүн дахилиндә су вә буз олан Дуар габында јерләшдирилир. Сонрадан гыздырычы електрик дөврәсинә гошулур, ишыгландырычылар галванометрләрин гајтарма ишыг ләкәләрини низамлајыр, барабанын јарыглары ачылараг темпратуру бәрабәр сүр'әтлә тәҹрүби температура гәдәр артырырлар. Ондан сонра гыздырычы дөврәдән ачылараг сојумаға бурахылыр. Адәтән јохлама мәгсәдилә лазым олдугда сојума әјрисини дә ејни гајда илә гејд едирләр.

Термограмда алынмыш темература әсасән дәрәҹәләнмә әјриси гурулур. Бу әјридә ординат охунда сыфыр хәттиндын гејд олунан температура гәдәр олан мәсафә, абсис охунда исә ујғун температурлар ҫлур.

б) термометрин көстәришинә көрә мүгајисә үсулу.

Чох маддәләр, башлыча олараг үзви маддәләр 0^0С-дән ашағы температурларда тәдгиг олунур. Адәтән бу температур интервалы -180^0-дан 300^0 кими олур. Ҹиһаз бу һалда әсасән термоҹүтләрин көстәришинин еталон термоҹүтләрин көстәришилә мүгајисәли үсулла дәрәҹәләнир. Ашағы температурлар үчүн (-200^0С) пентан, бир гәдәр јухары температурлар үчүн ($+300^0$С) ҹивәли термометрләр ишләнир. Термометр термоҹүтлә биркә тә'сирсиз маје олан сынаг шүшәсинә јерләшдирилир. Бу заман термоҹүтүн ишчи учу термометрин уҹ һиссәсинә кип јахынлашдырылмалыдыр. Сынаг шүшәсиндә температурун бәрабәр пајланмасыны тә'мин етмәк үчүн гарышдырычы јерләшдирилир. Термоҹүт вә термометр олан сынаг шүшәси бөјүк диаметрли башга сынаг шүшәсинә дахил едилир вә ағзы тыхаҹла кип бағланыр ки, бу да истилик мүбадиләсини тә'мин етмиш олур. Сонрадан сынаг шүшәси ичәрисиндәки маје азот вә јахуд башга сојудуҹу маддә олан габа дахил едилир ки, температур јарадылараг гејдләр апарылыр.

Беләликлә бүтүн температур интервалында бу гајда илә дикәр башга температурлар да гејд едилир. Алынмыш нәтиҹәләрә әсасән дәрәҹәләнмә әјриси гурулур. Бу тәдгигат ишинин сонракы мәрһәләләриндә термограмларын ашкарланмасында әсас мигјас ролуну ојнајыр.

2.20. ДӘРӘЧӘЛӘНМӘ ХӘТКЕШИНИН ДҮЗӘЛДИЛМӘСИ.

Термограмларда мүәјјән фаза кечидләринин температуруна ујғун кәлән нөгтәләри алдығдан сонра, дәрәчәләмә әјрисинә көрә гурулмуш мигјаслы температур хәткеши гурулур. Бунун үчүн миллиметрлә бөлкүләри олан кағыз үзәринә ишчи температур интервалында абсис оху үзрә температур гејд едилир (шәкил 50). Бу заман мигјас еләә сечилир ки, бүтүн температур 240 мм өлчүсүндә кәсикдә фото материалда јерләшсин. Одинат охунда исә (мм-ла) сыфыр хәттиндән гызма вә сојума әјриләриндәки фаза кечидләринә ујғун кәлән дајанмалар гәдәр мәсафә көтүрүлүр. Абсис охунда температур интервалы елә сечилмәлидир ки, дәрәчәләнмә әјрисинин абсис охуна нисбәтән әмәлә кәтирдији бучаг 45^0-лик олсун, белә һалда һесабламалар даһа дәгигликлә апарылмыш олур. Беләликлә бу гајда илә дәрәчәләнмә әјриси гурулур.

Хәткеши 20-25 мм ениндә вә 250 мм узунлуғунда фотоматериалдан һазырламаг даһа ујғундур. Фото материалы ашкарлыјычыда шәффаф олана гәдәр ишләјәркән суда јујулур вә гурудулур. Бу гајда илә һазырланмыш золагда туш вә ја мүрәккәблә рәгәмләрин вә бөлкүләрин јазылмасы чох асан олур. Селлоиддән олан бу золағы дәрәчәләмә әјрисиндә елә јерләшдирилир ки, золағын сыфыр хәтти әјринин сыфыр хәтти илә үст-үстә дүшсүн. Сонрадан она мүәјјән температур интервалында (5 вә јахуд 10^0C) солдан сағa һәрәкәт етдирәрәк хәткешлә әјринин кәсишмә јерләрини хәткешин кәнарында гејд едирләр. Бу бөлкүләр абсис охунда ифадә олунмуш температурла ујғун кәләчәкдир. Бу чүр дүзәлдилмиш хәткешә даһа хырда бөлкүләр дә апармаг чәтин дејилдир. Дәрәчәләнмә әјриси дүзхәтли олмајанда бу әмәлијјат вачибдир.

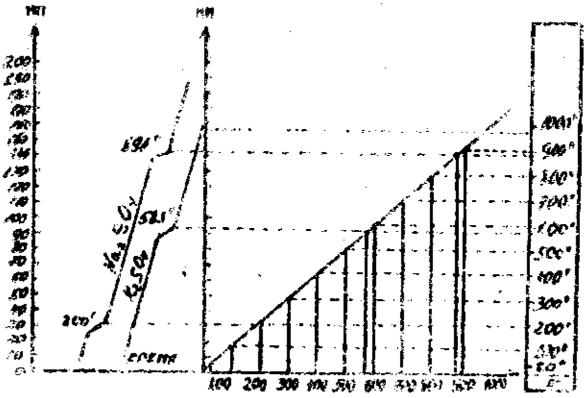
Мисал үчүн Pt-Pt/Rh термочүтү илә ишләдикдә хәткеш мигјасы 100-лүк дәрәчәләр арасындакы интерваллар бәрабәр олмур. Онлар гејри-бәрабәр сүр'әтдә јүксәк температура гәдәр артыр. Мәһз она көрә дә температур интервалларыны бәрабәр кәсикләрә бөлмәк олмаз. Pt-Pt/Rh термочүтү илә ишләдикдә дәрәчәләмә хәткешини гурмаг үчүн 50-чи шәкилдә көстәрилмиш номограммлардан истифадә етмәк даһа әлверишлидир .

Хәткеши гурмаг үчүн бир репер маддәнин гызма-сојума термограмларыны гурмаг кифајәт едир. Хәткешдә сыфыр хәтти вә маддәнин фаза кечидинә ујғун кәлән температур гејд едилир. Сонрадан хәткеш номограмма үзәриндә еләә гојулур ки, гејд едилмиш бөлкүләрә ујғун кәлән температурлар номограммдакы температурла ујғун кәлсин. Сонрадан галан аралыг бөлкүләр номограммаја ујғун хәткешдә гејд едилир.

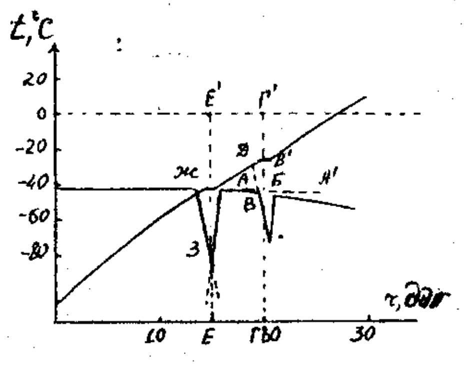
2.21 ТЕРМОГРАМЛАРЫН ТӘРТИБ ЕДИЛМӘСИ ВӘ ИШЛӘНМӘСИ.

-Алынмыш термограмлар ашағыдакы кими тәртиб едилир: фото кағызда гејд едилмиш сыфыр нөгтәләри дүз хәттлә бирләшдирилир вә сыфыр хәтти алыныр, бу хәтт заман-температур (т–Т) хәтти үчүн абсис оху ролуну ојнајыр. НТР-64 пирометриндә бу хәтт автоматик едилир. Термограмын сол тәрәфиндә сыфыр хәтинә перпендикулјар ендирирләр, дәрәчәләнмә хәткешинә ујғун олараг онун үзәринә температур гејд едилир (шәкил 50). Дәрәчәләмә хәткешини термограма үзәринә елә јерләшдирирләр ки, сыфыр хәттләри үст-үстә дүшсүн, сонрадан хәткеши ординат охуна паралел олараг сағә доғру сүрүшдүрүрләр вә дифференсиал әјридә дәјишиклик баш верән нөгтәдә сахлајырлар.

Истилик еффектинин температурунун һесабланмасы хәткешлә садә јазынын кәсишдији јердән апарылыр. Мүрәккәб системләрин хүсуси илә дә истилик кечирмәси аз олан системләрин диференсиал термики анализи заманы, диференсиал әјри өз илкин вәзијјәтини кәскин дејил тәдричән дәјишир (шәкил 51). Бу заман дифересиал әјринин кедишинин дәјишмәсинә ујғун кәлән истилик еффектинин температуруну тапмаг үчүн диференсиал әјринин дүзхәттли кедиш саһәсинин садә јазы илә кәсишмә нөгтәсини көтүрмәк лазымдыр. АА вә ББ тохунанларынын кәсишмә нөгтәси олан Б нөгтәсиндән абсис охуна перпендикулјар ендирирләр вә бу да өз нөвбәсиндә садә јазы илә (Д нөгтәси) фаза кечидинин башланғыч температуруну верир вә дәрәчәләмә хәткешилә тә'јин едилир.



Шәкил 50. Дәрәҹәләмә әјриләри вә дәрәҹәләнмиш хәткеш.



Шәкил 51. Термограмын тәртиби вә фаза чеврилмәләрин температурларынын тә'јини .

Дифференсиал термики анализ апараркән тәхминән ашағыдакы көстәрилән кими күндәлик тәртиб едилир.

1. Тарих, 2. Сыра нөмрәси (термограмада гејд едилир), 3. Тәдгиг олунан маддәнин ады, 4. Нүмунәнин күтләси, 5. Еталон, 6. Садә вә диференсиал термочүтләрин дөврәсинә гошулмуш мүгавимәтләрин гијмәтләри, 7. Гызма вә сојума сүр'әти, 8. Тәчрүбәнин минимал вә максимал температурлары, 9. Фото материал јерләшән барабанын һәрәкәт сүр'әти, 10. Иститик еффектләрин сајы вә онлара ујғун кәлән температурлар, 11. Термочүтләрин чешиди.

2.22 ФАЗА КЕЧИДЛӘРИН ТЕРМОГРАФИК ХҮСУСИЈЈӘТЛӘРИ.

Гызма вә сојума әјрисинин көрүнүшү тәдгиг олунан маддәдә кедән бу вә ја дикәр фаза кечидинин тәбиәтини бирбаша көстәрмир. Анчаг мүхтәлиф просесләрин термограмда әкс олунан ганунаујғунлуғуну биләрәк габагчадан системдә компонентләр арасында кедән гаршылыглы тә'сирин тәбиәти һагтында фикир јүрүтмәк олар. Термограманын ашкарланмасы ондан алынмыш нәтичәләрә әсасән системин һал диаграмынын гурулмасы вә диаграмын әјриләринин вә фаза кечидләринин тәбиәти һагтында даһа инамла фикир сөјләмәјә имкан верир. Нәһајәт, дикәр физики-кимјәви тәдгигатлар (рентген фаза вә кимјәви анализ, електрик кечиричилијинин өлчүлмәси, микрогурулушун өјрәнилмәси, ИГ-спектрләр, микробәрклијин өлчүлмәси, сыхлығын тә'јини вә с.) апарылмасы, бу вә ја дикәр системин һал диаграмынын дүзкүнлүјүнү тәсдиг едир.

Конденсә едилмиш системләрдә гызма вә сојума заманы ашағыдакы чеврилмәләр баш верә биләр: әримә, бәркимә, полиморф чеврилмә, парчаланма вә бәрк мәһлул әмәлә кәлмәси вә парчаланмасы, тәбәгәләшмә вә с.

Инди исә конденсә олунмуш системләр үчүн диференсиал термики анализ үсулу илә алынмыш вә мүхтәлиф фаза кечидләринә ујғун кәлән термограмларын хүсусијјәтләрини нәзәрдән кечирәк.

2.23. Әримә (Бәркимә).

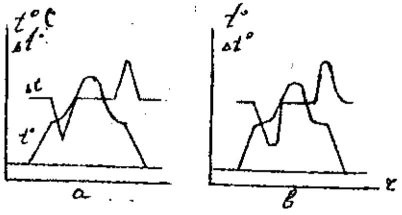
Киббсин фазалар гајдасына көрә фәрди маддәләрин әримә вә бәркимәси сабит тәзјигдә нонвариант просесдир. Евтектика, перитектика вә кимјәви бирләшмәнин әримәси дә һәмчинин нонвариант просесдир. Бу о демәкдир ки, просес заманы ики фаза: маје вә бәрк фаза олдуғундан системә верилән вә алынан истилик ујғун олараг әримә вә јахуд кристаллашма истилиј и илә компенсасија олунур вә она көрә дә системин температуру сабит галыр.

Идеал һалда әримә вә бәркимә просесләри термограмын температурун садә јазы әјрисиндән үфүги саһә илә, диференсиал әјри јазысында исә зирвәси ашағы (ендо еффект) - әримә заманы јухары (екзо еффект) - бәркимә заманы јөнәлмиш әјриләрлә характеризә олунурлар. Бу һаллар үчүн мүмкүн олан нәзәри гызма вә сојума әјриләри 52-чи шәкилдә верилмишдир.

Тәчрүби олараг бу нөв әјриләр реализә олунур вә мүәјјән кәнара чыхмалар баш верир. Нонвариант просесләрә ујғун кәлән үфүги кәсикләр (һиссәләр) заман охуна нисбәтән мүәјјән гәдәр мејилли олурлар. Шәкил 53, 54а вә 54б-дә KCl ($K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$) бирләшмәләри вә K_2SO_4-$MgSO_4$ системиндән олан евтектик тәркибин реал термограмлары верилмишдир.

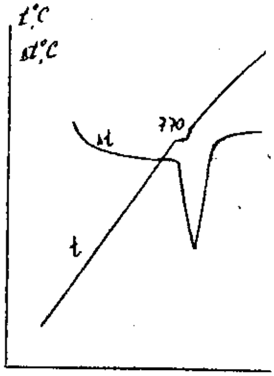
Садә јазыда әримәјә ујғун кәлән үфүги саһә нәзәри чәһәтдән дүз олмалы иди, анчаг көрүндүјү кими мүәјјән гәдәр кәнара чыхмышдыр. Бу кәнара чыхма бир сыра мүхтәлиф сәбәбләрдән ола биләр. Тәдгиг олунан маддәнин мүтләг тәмиз олмамасындан, алынмыш әринтинин кифајәт гәдәр өзүлүлүјә малик олмамасындан, маддәнин мәркәзи илә әтрафы арасында јаранмыш температурлар фәргиндән вә с. Температур фәрги бөјүк нүмунә чәкиләри олдугда даһа чох тә'сир көстәрир. Бүтүн дејиләнләрә бахмајараг бә'зи шәртләри јеринә јетирмәклә нонвариант просесә ујғун кәлән саһәни үфүги (һоризонтал) һала јахын алмаг олар. Дејилән шәртләр бунлардыр: тәдгиг олунан маддәнин гарышыглардан јахшы тәмизләнмәси, ујғун нүмунә чәкисинин сечилмәси, гызма вә сојума сүр'әтинин тәнзимләнмәси. Бүтүн бу шәртләрә әмәл олунарса, тәдгиг олунан маддәнин әримәсинин башланғыч вә сону, бәркимәси

температурлары о гәдәр јахын олачагдыр ки, тәчрүби олараг онлары бәрабәр һесаб етмәк олар.

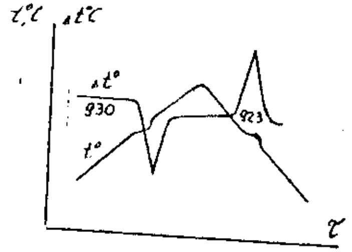


Шәкил 52. Әримә вә бәркимә просесләринин нәзәри мүмкүн әјриләри.

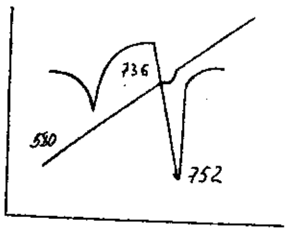
а) тәмиз маддә; б) гарышығы олан маддә



Шәкил 53. Калиум хлоридин термограмы.



Шәкил 54а. $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$ тәркибинин термограмы.



Шәкил 54б. K_2SO_4-$MgSO_4$ системин һал диаграмындакы евтектик тәркибин термограмы .

Әримә вә бәркимәнин сәчијјәви хүсусијјәтләри бу просесләрин температурунун гарышыгълардан асылылығындадыр. Гарышыгда мадданин әримәси (бәркимәси) артыг нонвариант просес дејилдир. Она көрә дә онларын гызма вә сојума әјриләриндә онлара мејилли саһә ујғун кәлир.

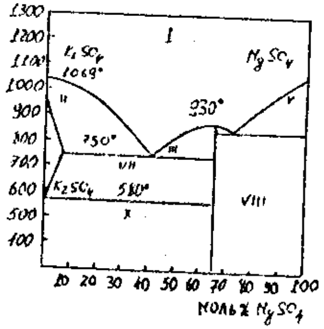
Шәкил 55-дә термограмлара әсасән гурулмуш K_2SO_4-$MgSO_4$ системинин һал диаграмы верилир.

56-чы шәкилдә күмүш-хлоридин (20мол%) иштиракы илә натриум-хлоридин әримәсинин реал термограмы верилмишдир. Ону дә нәзәрә алмаг лазымдыр ки, чох әринтиләр һәддән артыг сојумаја мә'руз галырлар. Әкәр бәркимә заманы һәддән артыг сојума оларса, онда кристаллашма мадданин әримә температурунда башламыр. Она көрә әјри температурдан ашағы енир вә кристаллашма башлајан заман галхыр. Сонрадан кристаллашма әримә температуруна ујғун кәлән температурда баш верир. Сојума сүр'әти чох вә нүмүнә күтләси аз олдугда кристаллашма әримә температурунан ашағыда баш верә биләр. Әкәр кизли кристаллашма истилији аз оларса, онда јенә дә мадданин бәркимә температуру әримә температуруна чатмаја биләр (шәкил 57). Она көрә дә гызма әјрисиндән истифадә етмәји даһа мәгсәдә ујғун һесаб етмәк олар. Буна бахмајараг һал диаграмларыны гуранда һәддән артыг сојуманы нәзәрә алмајараг сојума әјриләриндәндән истифадә едирләр.

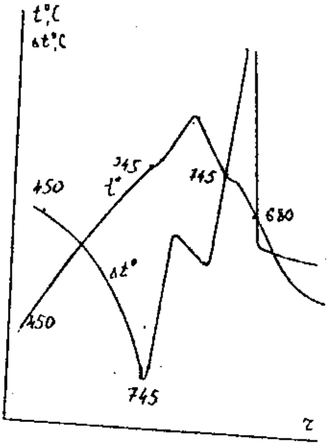
2.24 ПОЛИМОРФ ЧЕВРИЛМӘЛӘР.

Мадданин бир модификасијадан башгасына кечмәси (бу просес шәрти олараг нонвариантдыр) 58 вә 59-чу шәкилдә термограмларда верилмишдир. Полиморф чеврилмәләр бәрк фазада кедән просес олдуғундан, адәтән әримә јаваш сүр'әтлә баш верир. Истифадә олунан гызма в сојума сүр'әти адәтән чеврилмә сүр'әтиндән хејли чох олур. Она көрә дә реал термограмларын гызма вә сојума әјриләриндә ола билсин ки, чеврилмә температурлары үст-үстә дүшмәсин.

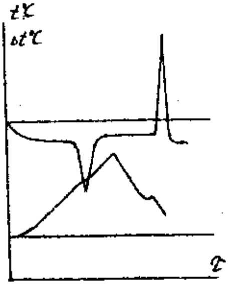
Әримәдән фәргли олараг полиморф чеврилмәләрдә ејни заманда һәддән чох сојума вә һәмчинин һәддән чох гызма да баш верә биләр.



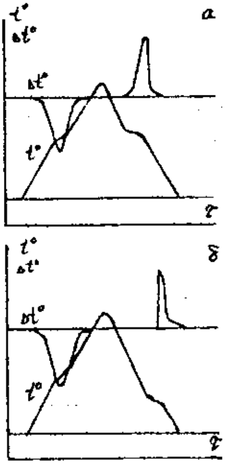
Шәкил 55. K_2SO_4-$MgSO_4$ системинин һал диаграмы.



Шәкил 56. 20 мол% AgCl әлавә едилмиш NaCl-ин термограмы .



Шәкил 57. Ифрат сојумаја мејилли олан маддәләрин гызма вә сојума әјриләри.



Шәкил 58. Полиморф чеврилмәләрә мә'руз галан маддәләрин гызма вә сојума әјриләри.

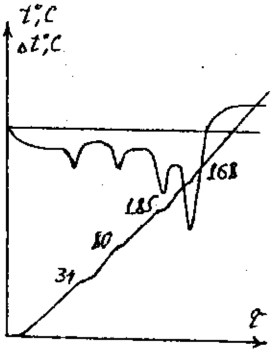
60-чы шәкилдә күмүш-сулфатын гызма вә сојума әјриләри верилмишдир. Бу әјриләр көстәрир ки, сојугма заманы јүксәк температурлу модификасија һәддән артыг сојумушдур. Белә ки, 412^0С-дән - кечид температурундан ашағыдыр. Бундан башга бәркимә вахты да һәддән чох сојума баш вермишдир (дузун әримә температуру 650^0С-дир). Башга һалларда, чеврилмә сүр'әти гызма (сојума) сүрәтинә бәрабәр олан заман (сојума) әјриләриндә маиллик алынса белә, маддәләрин гыздырылдыгда бир модификасијадан башгасына кечмә температурлары тәчрүбәнин сәһви һүдудунда ујғун кәлир.

61-чи шәкилдә 600^0С-дә полиморф чеврилмәси олан әримә температуру 968^0С олан калиум-хроматын ејни мигдарда (0,32) нүмүнә күтләләринин мүхтәлиф гызма сүр'әтләриндә алынмыш термограмы верилмишдир. Јүксәк гызма сүр'әтиндә (I-әјриләр) чеврилмәјә ујғун кәлән әјри һиссә заман охуна нәзәрән даһа мејиллидир нәинки, II әјриләрдә олан һиссә (кичик сүр'әт). Полиморф чеврилмәләрин температуруна башга маддә гарышығынын да күчлү тә'сири олур. Маддәләр гарышығындан биринин полиморф чеврилмәси вардыр, дикәри исә бәрк мәһлул әмәлә кәтирмәјә мејиллидирсә онда кечид температуру бир гәдәр кәнара чыхыр вә өз әксләрини ујғун термограмларда тапыр.

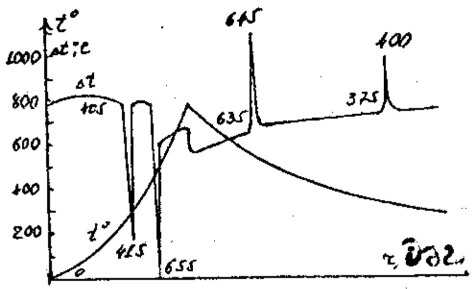
Фазалар гајдасындын ајдын олур ки, полиморф чеврилмәдә бәрк мәһлул саһәләриндә нонвариант просесләр дејилдирләр, белә ки, к=2, φ=2, С=1-дир. Гарышыгларын сајынын артмасы бәрк мәһлул әмәлә кәтирән компонентләрин сајынын чохалмасы демәкдир, бу исә өз нөвбәсиндә системин вариантлығыны бир даһа артырачагдыр. Әкәр гарышыг елә мигдардадыр ки, тәдгиг олунан маддә илә бирләшмә вә јахуд евтектоид гарышыг верир.

Онда бу һалда полиморф чеврилмәнин температуру дәјишилә биләр. Елә һаллар мүшаһидә олуна биләр ки, полиморф чеврилмәјә ујғун кәлән еффектләр бәрк мәһлулун, кимјәви бирләшмәнин вә евтектик гарышығын әримә еффектиндән фәргләнмәсин.

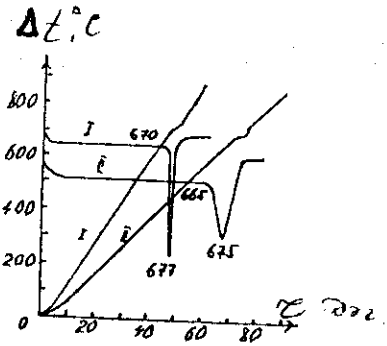
Евтектоид бәрк мәһлуллар елә бәрк мәһлуллардыр ки, сојутдугда парчаланараг ики бәрк мәһлул (ја да компонент) әмәлә кәтирир. Маје евтектика парчаланараг ики бәрк фаза әмәлә кәтирдији кими .



Шәкил 59. Аммониум нитратын термограмы.



Шәкил 60. Күмүш сулфатын термограмы.



Шәкил 61. Калиум хроматын термограмы.

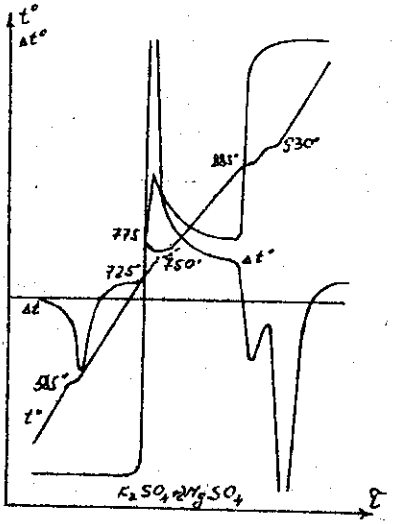
Бунун үчүн ејни заманда һәр һансы бир физики хассәнин јавнашы өјрәнилмәси (јазылмасы) лазымдыр. Мисал үчүн електрик кечиричилијинин өлчүлмәси вә с.

2.25. КИМЈӘВИ БИРЛӘШМӘ ВӘ БӘРК МӘҺЛУЛЛАРЫН ӘМӘЛӘ КӘЛМӘСИ ВӘ ПАРЧАЛАНМАСЫ.

Бәрк мәһлул вә кимјәви бирләшмәләрин әмәлә кәлмәси вә парчаланмасы термограмларда заман охуна нәзәрән мејилләнмиш вә һәлгәләнмиш бучаглы кәсикләрлә ифадә олунур. Диференсиал јазы әјриләриндә онлар ендо вә ја екзоеффект кими тәзаһүр едирләр. Мисал үчүн 30-чу шәкилдә $Ag_2SO_4 \cdot Rb_2SO_4$ бирләшмәсинин парчаланмасы гызма әјрисин-дә верилмишдир. Сојудугда исә бу еффектин температуруна ујғун анчаг әкс тәрәфә јөнәлмиш еффект екзоеффект алына-чагдыр. Лакин, бәрк маддә гарышығында кедән кимјәви реак-сијаларла бу нөв просесләри гарышдырмаг олмаз. 30-чу шә-килдә калиум сулфат гарышығындан кимјәви бирләшмәнин әмәлә кәлмәсинин термограмы верилмишдир. Бирләшмәнин әмәлә кәлмәси,

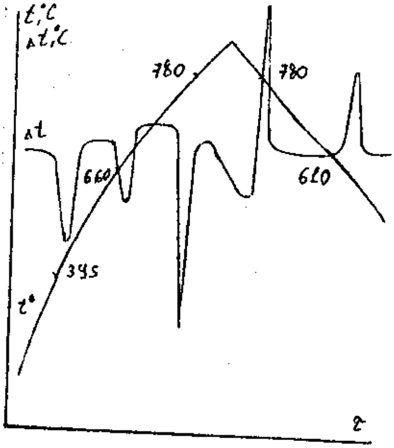
температурун кәскин артмасы илә харктеризә олунур. Һәтта бу садә јазы әјрисиндә кәскин фәрглә көрүнүр (725-дән 775°С-јә гәдәр вертикал кәсик). Бу ону көстәрир ки, верилмиш һалда биз гејри-таразлыг һалы илә әлагәдардыр. 31-чи шәкилдә калиум вә натриум хроматын бирләшмә әмәлә кәтирдији тәркибин ($NaKCrO_4$) термограмы верилмишдир. Охучунун нәзәринә чатдырырыг ки, сојума әјрисиндә 610°С ујғун кәлән саһә бирләшмәнин әмәлә кәлмә температуру диференсиал әјрисиндә екзотермик пиклә, садә јазы әјрисиндә исә заман охуна мејилли кәсик саһә илә характеризә олунур.

Ону гејд етмәк лазымдыр ки. гызма (сојума) заманы системдә баш верән бу вә ја башга просесләр һаггында мүкәммәл нәтичәләр алмаг үчүн ән јахшы чиһаз Н.С.Курнаков пирометридир. Өзү јазан чиһазлардан алынан термограмлардан тәдгиг едилән просесләрин вариантлығы һаггында рәјә кәлмәк чәтин олур. Лакин өзү јазан чиһазларда мүәјјән дәјишикләр етмәклә (күчләндәричиләр гојмагла) бу мәгсәди јеринә јетирмәк олар.



Шәкил 62. Калиум вә магнезиум сулфатларынын механики гарышығынын гаршылыглы тә’сири анында маје фазанын

мөвчудлуғуну көстәрән електрик кечиричилији әјрисинин јазысы илә бирликдә термограмы.



Шәкил 63. 1:1 нисбәтиндә көтүрүлмүш Na_2CrO_4 вә K_2CrO_4 гарышығынын термограмы.

Механики гарышығын гызма әјриси:

780 - әримә температуру

395 - Na_2CrO_4-үн чеврилмә температуру

660 - $KCrO_4$-үн чеврилмә температуру

Сојума әјриси:

780 - бәркимәнин башланғыч температуру

610 - бирләшмәнин әмәләкәлмә температуру

Конденсә олунмуш системләрдә фаза кечидләринин тәзјигдән чох асылы олмасыны нәзәрә алсаг, лазым олан заман тәдгигаты һавасы сорулмуш (вакуум) габларда (ампулаларда) јахуд тә'сирсиз газ мүһитиндә апарараг ујғун термограмлар алмаг олар .

2.25. МИКРОГУРУЛУШ АНАЛИЗИ (МГА).

Фаза кечидләри вә системләрдә кедән гаршылыглы тә'сири өјрәнәркән термики анализлә јанашы башга физики-кимјәви анализ үсулларындан да истифадә едилир. Бунлардан бири микрогурулуш анализидир. Микроскопик гурулушун өјрәнилмәси термики анализин нәтичәләрини дәгигләшдирмәк үчүн даһа вачиб мәсәләләрдәндир. МГА системин фазаларыны фәрдиләшдирмәк, фаза саһәләринин сәрһәдләрини дәгигләшдирмәк вә с. үчүн имкан јарадыр. Кристаллик фазанын микрогурулушунун өјрәнилмәси маддәнин микроскоп алтында визуал мүшаһидәсинә әсасланыр. Гурулушун мүшаһидәси маддәнин тәбиәтиндән асылы олараг кечән вә әкс олунан ишыг шүасында апарылыр. Әкәр тәдгиг олунан маддә шәффаф дејилсә, онда тәдгигат әсасән металлографик микроскопларда (МИМ-7, МИМ-8, МИМ-9) әкс олунан ишыг шүасында апарылыр. Шәффаф маддәләр олан һалда, јә'ни үзви маддәләр, гејри-үзви вә бә'зи јарымкечиричи бирләшмәләр хүсусилә арсен сулфид вә онун әсасында алынан шүшәвари маддәләрин тәдгигиндә мүшаһидә кечән ишыг шүасында апарылыр вә тәркибиндә кристаллик фазалары мөвчуд олан маддәләрин әксләри чәкилир.

2.26. МИКРОСКОПИК ПРЕПАРАТЛАРЫН ОТАГ ТЕМПЕРАТУРУНДА БАХЫЛМАСЫ.

Узун мүддәт лазыми температурда (дәмләмә температуру) сахландыгдан сонра бәркимиш әринтиләр тәдгиг олунур. Әринтиләрин дәмләнмәси онларда таразлыг һалынын јаранмасы үчүн лазымдыр. Гејд етмәк лазымдыр ки, маддәнин давамлылыг интервалы дахилиндә ән јүксәк температуру көтүрмәк лазымдыр. Температурун јүксәк сечилмәси һиссәчикләрин мүтәһәрриклијини артырыр вә таразлыг һалына гыса мүддәт әрзиндә чатмаг олур. Дәмләмәнин вахты илкин маддәләрин тәбиәти вә тәдгигатчынын һәлл етдији мәсәлә илә мүәјјәнләшдирилир. Мүәјјән едилмиш вахтдан сонра дәмләмә температурундан әринтини отаг температуруна габлајыр-

лар ки, бу да маддәнин дәмләмә температуруна ујғун кәлән гурулушу сахламасына сәбәб олур. Һазырланмыш препарат (маддә) микроскопла мүшаһидә олунур. Әкәр дәгиг фаза сәрһәдләри алынмышса, онда әринтинин микрогурулушунун шәклини чәкирләр.

Тәмиз А вә В компоненти арасында онлардан тәшкил олунмуш бир нечә гарышығын микрогурулушунун өјрәнилмәси илә системдә дәмләмә температуруна ујғун кәлән фазаларын тәбиәти вә гурулушу һаггында фикир сөјләмәк олар.

2.27. ГЫЗДЫРЫЛДЫГДА ВӘ СОЈУТДУГДА МИКРОСКОПИК ПРЕПАРАТЛАРЫН ТӘДГИГИ

Әкәр тәдгиг олунан маддә шәффафдырса вә ашағы әримә температуруна (500^{0}С) маликдирсә, онда микроскопа ујғун гыздырычы маса дүзәлдиб системин әринтиләринин бүтүн фаза дәјишмәләрини ујғун температурларда мүшаһидә етмәк олар.

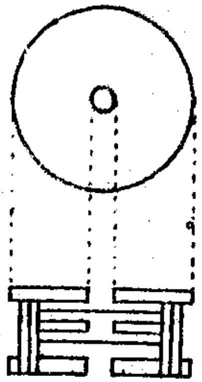
Микроскопа фото камера вә јахуд кино камера гошмаг олса, онда гызма вә сојума просесләриндә бүтүн дәјишикликләри ани олараг чәкиб сонрадан истифадә етмәк олар. Бу нөв ишләри апармаг үчүн гыздырычы маса илә тәчһиз олунмуш хүсуси микроскоплардан истифадә едирләр.

2.28. ӘН ЧОХ ИШЛӘНӘН ПРЕПАРАТ МАСАСЫНЫН ГУРУЛУШУ

С.И.Глускин масасы јухарыда дејилән мәгсәд үчүн јарајыр (шәкил 64). Маса галынлығы 0,15 мм олан платин мәфтилдән һазырланмыш гыздырычыја маликдир. Гыздырычы јумру слүдадан олан чисмин үзәринә доланмыш вә ортасында дешик вардыр (3). Мәфтил радиал истигамәтдә сарыныр (С.И.Глускин чиһазында платин фолгадан истифадә олунмушдур). Слүда ики кварс лөвһә арасында јерләшдирилир (2). Әкәр кварс шәффаф дејилсә, онда ишыг дүшмәк үчүн лөвһәләрин ортасында дешик ачылыр. Кварс асбест лөвһәјә кејдирилир вә латун дисклә (1) бәркидилир. Платин мәфтилләрин учлары

ашағыда јерләшдирилмиш кварс лөвһә илә ики нагиллә әлагәләндирилир.

Хүсуси сыхачлар вә јахуд штифлә гыздырычы масаја истәнилән микроскоп бирләшдирилир. Штифләр сыхычы пәнчәләр үчүн олан дешикләрә јерләшдирилир. Гызма дәјишән чәрәјанла апарылыр, чәрәјан автотрансформатор васитәсилә тәнзим едилир. Температуру өлчмәк үчүн маса хромел-алјумел термочүтлә (4) тәчһиз олунмушдур.



Шәкил 64. С.Г.Глускин масасынын схеми.

Термочүтүн ишчи учу кварс лөвһәнин алтында дешикләрин јанында олур, дикәр учу исә милливолтмерлә әлагәләндирилир. Масада автотрансформаторла тәнзим етмәклә 500^0С-јә гәдәр баш верән һадисәләри мүшаһидә етмәк олар. Даһа јухары температурларда мүшаһидә апармаг үчүн хүсуси собаларын ишләдилмәси лазым кәлир. Мисал үчүн Н.В.Гевелинг конструксијасында олдуғу кими. Ашағы температурларда ишләмәк үчүн Г.Г.Гуринов вә В.З.Колјаджынын тәклиф етдикләри конструксија әлверишлидир. Һал-һазырда чохлу мигдарда мүхтәлиф коструксијалы тәдгигат масалары вардыр, лакин тәләбәләрин тәчрүбә кечмәси үчүн ән садә вә әлверишлиси С.И.Глускин гыздырычы масасыдыр .

2.29. МАДДӘЛӘРИН ҺАЗЫРЛАНМАСЫ ВӘ ОНЛАРЫН ТӘДГИГИ

Аз мигдарда маддә әшја шүшәсиндә елә јерләшдирилир ки, о дешијин мәркәзиндә олсун вә үзәри горујучу шүшә илә өртүлсүн. Гыздырычы маса гошулур вә маддә әшја вә горујучу шүшә арасында әридилиб назик тәбәгә шәклинә кәтирилир.

Масанын гыздырычысыны дөврәдән ачмагла маддә сојујараг кристаллашыр. Әкәр јеткин кристаллар алынмышдырса, јенидән әридиб сүр'әтини дәјишмәклә кристаллар алмаг лазымдыр. Даһа сонра тәдгиг олунан маддәдә гызма вә сојума заманы кедән дәјишикликләри мүшаһидә етмәк лазым кәлир. Әкәр просесләр заманы баш верән дәјишикликләрин шәклини чәкмәк лазым кәләрсә, онда микроскопун окулјарына фото вә јахуд кинокамера бирләшдирилир. Микроскоп елә фокусланыр ки, һазырланмыш препаратын кристаллары јахшы көрүнсүн. Микроскопун күзкүсү хүсуси ишыгландырычы васитәсилә ишыгландырылыр. Сонрадан бәрабәр гыздырма нәтиҹәсиндә маддәнин гурулушунда кедән дәјишикликләр мүшаһидә едилир, гурулуш дәјишмәсинә вә әримәјә ујғун кәлән температурлар гејд олунур. Ејни әмәлијјат маддә сојудугда да апарылыр. Фаза кечидләринин даһа дәгиг өјрәнилмәси имерсијон методла һәјата кечирилир.

III БӨЛМӘ

3.1. КОНДЕНСӘ ОЛУНМУШ ИКИЛИ СИСТЕМЛӘРИН ҺАЛ ДИАГРАМЛАРЫ ВӘ ОНЛАРЫН ТӘСВИРИ ҮСУЛЛАРЫ

Икили системләрин тәркиби узунлуғу ваһидә бәрабәр олан дүз хәтт парчасы илә ифадә олунур. Тәркиби мол, атом, күтлә һиссәләри илә ифадә етдикдә парчанын узунлуғу ваһидә, атом, мол вә күтлә фаизи илә ифадә етдикдә исә 100-ә бәрабәр гәбул едилир.

Шәкил 65-дә тәркиб оху олан АВ дүз хәтт парчасы верилмишдир. Дүз хәтт үзәриндәки А нөгтәсинә В компонентинин тәмиз һалы, jә'ни I там һиссәси вә jахуд 100% мигдары уjғун кәлир, В нөгтәсинә исә тәмиз А компонентинин тәмиз һалы, jә'ни I там һиссәси вә jахуд 100% мигдары уjғун кәлир. А нөгтәсиндән саға доғру һәрәкәт етдикдә А компонентинин гарышыгда мигдары азалыр, В компонентин мигдары исә артыр.

Q_1 фигуратив нөгтәси илә көстәрилмиш гарышығын тәркибиндә Q_1B фаиз (һисә) А компоненти AQ_1 фаиз (һиссә) В компоненти вардыр. Q_1Q_2 нөгтәләриндә дә уjғун олараг Q_1B вә Q_2B А компенентинин, Q_1A вә Q_2A исә В компонентинин фаизлә (һиссә) мигдарыны көстәрир.

Икили системләрдә тәркиби фаиз вә jа һиссәләрлә ифадә етмәк үчүн тәркиб охунда линк гаjдасындан истифадә едирләр. Линк гаjдасы мүхтәлиф гарышыгларын күтләләринин нисбәти илә тәркиб охунда уjғун кәлән парчаларын нисбәтләри арасындакы асылылығы ифадә едир.

Тутаг ки, Q_1 фигуратив нөгтәсилә ифадә олунмуш q_1 күтлә ваһиди гарышыг көтүрүлмүшдүр. Тәркибиндә $X_A{}'$ күтлә һиссәси А вә Q-нин q_2 күтлә ваһидиндә исә тәркиб $X_A{}''$-дыр. Әкәр онлары гарышдырсаг күтләси $q=q_1+q_2$ олан X_A тәркибли jени Q_1 гарышығы алачағыг. Q гарышығынын q_1 күтлә ваһидиндә $q_1X_A{}'$ күтлә ваһиди А, q_2 күтлә ваһидиндә $q_2X_A{}''$ күтлә ваһиди А вардыр. Беләликлә Q гарышығынын q күтлә ваһидиндә $q_1X_A{}'+q_2X_A{}''$ күтлә һиссәси А олачагдыр. Дикәр

тәрәфдән Q гарышығынын о гәдәр мигдарында qX_A күтлә һиссәси А олачагдыр.

Онда:

$$q_1X_A'+q_2X_A''=qX_A \quad (1)$$

бу тәнликлә q-нүн гијмәтини нәзәрә алсаг:

$$q_1X_A'+q_2X_A''=q_1X_A+q_2X_A \quad (2)$$

аларыг.

(2)-ни һәлл етсәк

$$\frac{q_1}{q_2}=\frac{X_A''-X_A}{X_A-X_A'} \quad (3)$$

аларыг.

65-чи шәкилдән көрүнүр ки,

$$X_A'=Q_1B; \quad X_A''=Q_2B; \quad X_A=QB$$

Бурадан

$$X_A''-X_A=Q_2B-QB=QQ_2 \quad (4)$$

$$X_A-X_A'=QB-Q_1B=Q_1Q \quad (5)$$

алырыг.

Алынмыш гијмәтләри 3-тәнлијиндә јеринә јазараг:

$$\frac{q_1}{q_2}=\frac{QQ_2}{Q_1Q} \quad (6)$$

аларыг.

Линк гајдасына мисаллар:

1. Тутаг ки, тәркибиндә 0,8 чәки һиссәси А компоненти олан 3г гарышыгла тәркибиндә 0,2 чәки һиссәси А компоненти олан 5г гарышыг бири-бири илә гарышдырылмышдыр. Алынан гарышығын тәркибини һесабламалы. Линк гајдасыны тәтбиг едәк:

$$\frac{\mathbf{5}}{\mathbf{3}}=\frac{QQ_2}{Q_1Q}=\frac{\mathbf{0{,}8-x}}{\mathbf{x-2}}; \quad (x=BQ)$$

бурадан x=0,425

Беләликлә, мүәјјән едирик ки, гарышығын тәркибиндә 0,425 чәки һиссәси A компоненти вардыр.

2. Тәркибиндә 0,4 вә 0,7 чәки һиссәси A компоненти олан ики гарышыгдан, тәркибиндә 0,5 чәки һиссә A компоненти олан 9 г гарышыг һазырламаг лазымдыр. Бу гарышыгларын һәр бириндән нечә грам көтүрмәк лазымдыр?

Линк гајдасына көрә

$$\frac{q_1}{q_2}=\frac{QQ_2}{Q_1Q}=\frac{X_2-X}{X-X_1} \qquad \text{олар,}$$

$$\frac{q_1-q}{q-q_2}=\frac{\mathbf{0{,}7-0{,}5}}{\mathbf{0{,}5-0{,}4}}=\frac{\mathbf{0{,}2}}{\mathbf{0{,}1}}$$

бурадан q_1=6г; q_2=3г.

3. Тәркибиндә 0,3 чәки һиссәси A компоненти олан 0,5 г Q гарышығындан, тәркибиндә 0,5 чәки һиссәси A компоненти һазырламаг үчүн нә гәдәр A компоненти әлавә етмәк лазымдыр?

Линк гајдасына көрә:

$$\frac{q_1}{q_2}=\frac{QQ_2}{Q_1Q};\frac{\mathbf{0{,}5}}{q_2}=\frac{\mathbf{1-0{,}5}}{\mathbf{0{,}5-0{,}3}}=\frac{\mathbf{0{,}5}}{\mathbf{0{,}2}};$$

Тәнлији һәлл етсәк q_2=0,2. Бу һалда q_2 тәмиз A компонентини ифадә едир.

3.2. КИМЈӘВИ БИРЛӘШМӘ, БӘРК МӘҺЛУЛ, ПОЛИМОРФ ЧЕВРИЛМӘСИЗ ВӘ МАЈЕ ҺАЛЫНДА ТАМ ҺӘЛЛ ОЛАН ИКИЛИ КОНДЕНСӘ ОЛУНМУШ СИСТЕМЛӘРИН ҺАЛ ДИАГРАМЛАРЫ

Сабит тәзјигдә температурла гатылыг арасында әлагәни көстәрән диаграмлар изобар диаграмлар (T-X) адланыр. Бу чүр диаграмлар әсасән термики анализин вә башга физики-кимјәви анализ үсулларынын нәтичәләринә көрә гурулур .

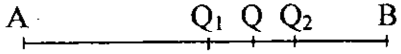
Термики анализин нәтиҹәсинә көрә диаграмы гурмаг үчүн, әввәлҹә системин компонентләриндән бирини B илә ишарә едәрәк әримә температурундан бир гәдәр јухары температура гәдәр гыздырылыр, сонрадан әринтини сојудараг мүәјјән мүддәтләрдә онун температуруну өлчүрләр. Алынан гијмәтләрә әсасән заман-температур (τ-t) охунда сојума әјриси гурулур. Ујғун олараг тәркибиндә мүхтәлиф мигдарда A компоненти олан гарышыгларын сојума әјриләри гурулур. A компонентинин гарышыгда мигдары артдыгҹа B компонентин кристаллашма температурунун башланғычы тәдриҹән азалыр. Бу 66-чы шәклин сол тәрәфиндә верилмиш сојума әјриләриндән ајдын көрүнүр. Бундан башга бүтүн гарышыглар үчүн сојума әјриләриндә ејни температурда һоризонтал саһә мүшаһидә едилир. Бу һал тәмиз A компонентинә мүхтәлиф мигдарда B компоненти әлавә етдикдә дә мүшаһидә олунур.

Белә ки, A компонентинин кристаллашмасы да гарышыгда темпратурун даими олараг азалмасы илә баш верир. Кристаллашманын башланғычына сојума әјрисиндә сынмалар ујғун кәләҹәкдир. Бундан башга B компонентинин иштиракы илә баш верән һалда олдуғу кими ејни температурда бурада һоризонтал саһә алынаҹагдыр.

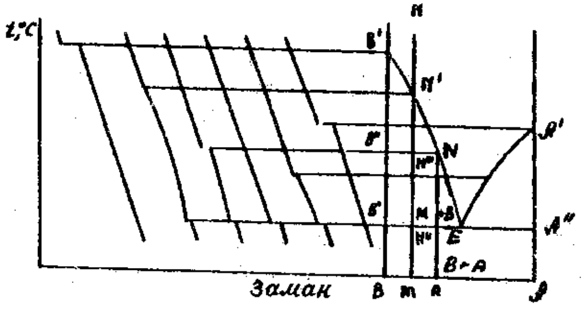
Бүтүн әјриләр үчүн сојума әјриләрини алдыгдан сонра B-A системи үчүн әримә диаграмыны гурурлар. Бунун үчүн B-A тәркиб охунда һәр тәркибә ујғун кәлән нөгтәдән температур охуна паралел, тәркиб охуна исә перпендикулјар чәкир вә онлар үзәриндә сојума әјрисиндә олан сынмалара ујғун температурлары гејд едирләр. Бүтүн температурлар перпендикулјарлар үзәриндә гејд едилдикдән сонра онлары хәтлә бирләшдирир вә 66-чы шәкилдә верилдији кими B-A системинин әримә диаграмыны гурурлар.

Диаграм ики һиссәдән ибарәтдир: BE′ вә AE′. Бу голлар тәмиз B вә A маддәсинин әримә нөгтәләри олан B′ вә A′ нөгтәләриндән башлајыр вә о нөгтәләриндән ашағы енирләр. Ајдын көрүнүр ки, бу голлар E нөгтәсиндә кәсишәҹәкләр. E нөгтәси әринтинин (маје) ејни заманда бәрк A вә B компонентләри илә биркә таразлығыны көстәрир .

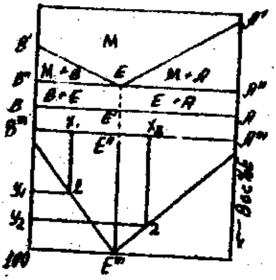
Һалы Е нөгтәси илә сәчијјәләнән системдән истилик алынмасыны давам етдирсәк мајенин температур вә тәркиби сабит галачагдыр. Бу әринти евтектик әринти вә ја садәчә олараг евтектика адланыр. Бу нөгтәјә ујғун кәлән маје, *маје евтетика*, бәркимиш һалда исә *бәрк евтетика* адланыр. Евтетиканын кристаллашдығы температура *евтетика температуру*, Е нөгтәси исә *евтектик нөгтә* адланыр. B′EA′ хәтти кристаллашманын башлангыч температуруну көстәрир вә *ликвидус хәтти* јахуд садәчә *ликвидус* адланыр. Ликвидус хәтти ики һиссәдән B′E вә A′E һиссәсиндән ибарәтдир. B′E һиссәсиндә кристаллашма B компонентинин ајрылмасы илә баш верир. A′E һиссәсиндә исә кристаллашма заманы әввәлчә A компонентинин кристаллары ајрылмаға башлајыр.



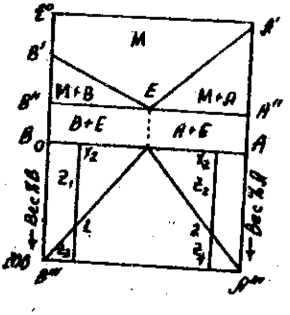
Шәкил 65. Икили системин тәркиб оху.



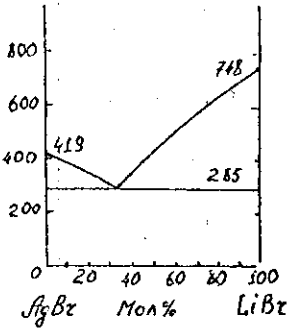
Шәкил 66. Сојума әјриләри вә маје һалда там һәллолан бәрк һалда исә там һәллолмајан, кимјәви гаршылыглы тәсирә вә полиморфик чеврилмәләрә мруз олмајан икили системин конденсләшмиш һалынын диаграмы .



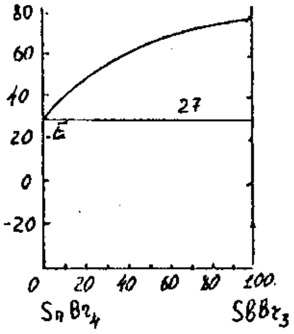
Шәкил 67. Садә евтетикалы системин структур диаграмы. Диаграмын гурулмасынын I-чи үсулу.



Шәкил 68. Садә евтетикалы системин структур диаграмы. Диаграмын гурулмасынын II-чи үсулу .



Шәкил 69. AgBr-LiBr системинин һал диаграмы.



Шәкил 70. $SnBr_4$-$SbBr_3$ системинин һал диаграмы .

B″A″ дүз хәтти исә кристаллашманын сон температуруну көстәрир вә солидус хәтти јахуд да садәчә олараг солидус адланыр.

Диаграмын ликвидус хәттиндән јухары саһәси системин маје һалына ујғундур вә маје саһәси адланыр (шәкилдә M). Солидусдан ашғы саһә исә бәрк һал саһәси адланыр, B вә A компонентинин бәрк механики гарышыглардан ибарәт олар (шәкилдә B+A).

B′EB″ - саһәси (шәкилдә M+B) B компонентинин саһәсидир вә таразлыгда олан маје вә бәрк B гарышығындан ибарәтдир. A′EA″ (M+A) A компонентин саһәси олуб бәрк A илә таразлыгда олан маје гарышыгдан ибарәтдир. B′E хәтти маје әринтинин B компоненти илә дојмасыны. EA′ исә A компоненти илә дојмасыны ифадә едир. B″E хәтти маје евтетикаја ујғун кәлиб, евтетиканын бәрк B илә таразлыгда олдуғуну, EA″ исә маје евтетиканын бәрк A илә таразлыгда олдуғуну көстәрир.

Беләликлә, һәр бир һәндәси фигура мүәјјән фаза вә фазалар топлусу ујғун кәлир ки, бу да физики-кимјәви анализин ујғунлуг принсипи илә изаһ олунур. Бу һал бүтүн тәркиб-хассә диаграммлары үчүн үмуми гајда кими өдәнилир. Инди исә системин истәнилән тәркиб гарышығыны сојујаркән мүхтәлиф фазаларын әмәлә кәлмәси просесинә бахаг. Тутаг ки, системин фигуратив нөгтәси M нөгтәсидир (шәкил 6б). Бу һалда маје әринтинин тәркиби m нөгтәсинә ујғун кәлир. Онун температуру исә mM кәсији илә мүәјјән едилир.

Бу маје әринтидән истилији алсаг онун температуру азалараг вә фигуратив нөгтә Mm дүз хәтти үзрә ашағы енәчәкдир. Ликвидус хәтти M′ нөгтәсинә чатдыгда B компонентинин кристаллашмасы башлајачагдыр вә бу заман маје әринти A компоненти илә дојачагдыр. Бу да өз нөвбәсиндә B-нин кристаллашма температуруну ашағы салачагдыр. Беләликлә маје фазанын тәркиби нөгтәнин M′E хәтти үзрә һәрәкәтинә ујғун олараг дәјишир.

Бу о демәкдир ки, әкәр системин фигуратив нөгтәси M″ нөгтәсинә чатарса, онда систем маје N (бу мајенин тәркиби

n1 нөгтәси илә температуру исә nN=mM″ кәсији илә ифадә олуначагдыр) бәрк В-дән ибарәт олачагдыр. В″ вә N нөгтәләри бағлы нөгтәләр, бу нөгтәләри бирләшдирән хәтт исә конод јахуд нод адланыр. М″ нөгтәсиндә маје вә бәрк В-нин нисби мигдары линк гајдасына әсасән ашағыдакы кими һесабланыр:

$$\frac{\text{мај е нин мигдары}}{\text{бәрк В}-\text{нин мигдары}}=\frac{B''M''}{M''N}$$

Системин фигуратив нөгтәси солидус хәттинә (М‴нөгтәси) чатдыгда, систем Е евтектик тәрибли маје илә бәрк В-дән ибарәт олачагдыр. Сонра исә евтетиканын кристаллашмасы јә'ни А-нын сабит температурда биркә чөкмәси баш верир вә мајенин тәркиби дәјишмәз галыр. Евтектик кристаллашма заманы системин фигуратив нөгтәси М-дә галыр вә јалныз там кристаллашма кетдикдән сонра бәрк һалын саһәсинә кечәчәкдир. Евтектик тәркибин крисаллашмасынын башланғычындан маје вә бәрк фазанын мигдары линк гајдасына әсасән белә мүәјјән едилир:

$$\frac{\text{мај е нин мигдары}}{\text{бәрк В}-\text{нин мигдары}}=\frac{B''M'''}{M'''N}$$

Әкәр отаг температуруна гәдәр соју муш m-тәркибли әринтинин микрогурулушуна бахсаг онда көрүнмә саһәсиндә нисбәтән ири кристаллитләр көрәрик јә'ни, дүзкүнформада олмајан компонентләринин кристаллары вә онлар арасында хырда гурулушлу бәрк евтетика, бәрабәр өлчүдә исә һәр ики бәрк фазанын лөвһәчик вә јахуд рушејмләринин нөвбәли дүзүлүшү мүшаһидә олунур.

В″-дән Е гәдәр бүтүн әринтиләрин гурулушу јухарыда дејилән кими олачагдыр. Бу нөв әринтиләр евтетикаја гәдәр олан әринтиләр дејилир.

ЕА′ интервалында олан әринтиләрин гурулушу дә һәмин гурулуша охшајачагдыр. Фәрг онда олачагдыр ки, әсас фонда А-нын бөјүк кристаллары олачагдыр. Бәрк евтвтика исә аралыгда пајланмыш олачагдыр (евтетикадан сонра олан

әринтиләр). B илә A-нын исә мүәјјән әламәтинә көрә ајырмаг олар (рәнкинә, микробәрклијинә вә с.).

Нәһајәт дәгиг евтетик тәркибли әринтинин гурулушуна бахсаг, мүшаһидә саһәсиндә евтетиканын, јә'ни бир-бирини нөвбәли әвәз едән B вә A-нын золагларыны көрәрик.

Беләликлә микрогурулушун өјрәнилмәси системин маје әринтиләрини ликвидус хәттиндән ашағы температурда сојутдугдан ајры-ајры фазаларын кристаллашма ардычыллығыны мүәјјән етмәјә имкан верир. Бу нөв просеси өјрәнмәјә сојума хәттинин характеринә көрә мүәјјән едилир.

Әринтиләрин микрогурулушу, термики анализин нәтичәләрини тамамлајыр вә онунла јанашы системин диаграмынын гурулмасы үчүн зәрури мәлумат сајылыр. Тамамилә бәркидилмиш әринтиләрин микрогурулушунун өјрәнилмәсинин нәтичәләри график гурулуш диаграмы кими ифадә олуна биләр. Гурулуш диаграмынын гурулмасы јолу беләдир: E евтетик нөгтәсиндән тәркиб охуна EE′ перпендикулјары ендирилир (шәкил 67) вә јахуд буна B′′′A′′′ паралел чәкилиб үзәриндә тәркиб гејд едилир. Бу перпендикулјары (шагули хәтти) ашағыја доғру узадыб үзәриндә 100%-ли евтетикаја чаваб верән E″E′′′ парчасы ајырылар. Алынмыш E′′′ нөгтәсини B′′′ вә A′′′ тәмиз маддәләрин нөгтәләри илә бирләшдирирләр. Әкәр X′% A тәркибли әринтидә евтетиканын мигдарыны тә'–јин етмәк тәләб олунарса онда B′′′A′′′ парчасында X_1 узунлуғуна ујғун кәлән парча ајырырлар. Алынмыш X_1 нөгтәсиндән B′′′A′′′ хәттинә перпендикулјар чәкилир вә о B′′′E′′′ хәтти илә кәсишәнә гәдәр давам етдирирләр.

B′′′$У_1$ парчасы верилмиш әринтидә бәркимиш евтетиканын фаизлә мигдарыны көстәрәчәкдир. Евтетикаја гәдәр олан бәркимиш әринтиләрдә евтетиканын мигдары A копонентин мигдарына мүтәнасиб олараг артыр. Әригтидә B компонентин мигдары 100-B′′′$У_1$ фәргилә мүәјјән едилир. евтетикадан сонракы X_2 тәркибли әринтидә евтетиканын мигдарыны мүәјјән етмәк үчүн ејни әмәлијјат апарылыр. B′′′$У_2$ парчасы верилмиш X_2 әринтисиндә евтетиканын фаизлә мигдарыны көстәрир. 100-B′′′$У_2$ фәрги мүәјјән едилир.

Һал јахуд гурулуш диаграмыны башга гајда илә дә гурмаг олар (шәкил 68). А вә В компонентләринин охуну ашағыја доғру узадыб B‴ вә A‴ нөгтәләрини алырлар. Бу нөгтәләр В вә А-нын 100%-нә ујғун кәлир. Сонрадан һәмин нөгтәләри тәмиз евтетиканы ифадә едән Е нөгтәсилә бирләшдирирләр. Бу заман алынмыш Z_1 вә Z_2 кәсикләри В вә А компонентләринин бәркимиш әринтидә артыг мигдарыны көстәрир. Евтетиканын фаизлә мигдары исә 100-Z фәрги илә мүәјјән едилир. Әкәр ординатлары B‴A‴ хәттинә гәдәр узатсаг алынмыш Z_3 вә Z_4 парчалары евтетиканын әринтидә мигдарыны мүәјјән едәчәкдир.

Шәкил 69-да AgBr-LiBr системинин реал евтетик диаграмы верилмишдир.

Мүхтәлиф системләрин диаграмында евтетик нөгтәләр тәркиб охуна нәзәрән мүхтәлиф вәзијјәтләрдә јерләширләр. Бә'зән елә олур ки, евтетика нөгтәси ординат охуна о гәдәр јахын олур ки, көтүрүлән мигјасда онун ифадәси чәтин олур. 69-71-чи шәкилләрдә мүхтәлиф евтетик нөгтәләрә малик системләрин реал диаграмлары верилмишдир. 70-чи шәкилдә $SnBr_4$-$SbBr_3$ системинин диаграмы верилмишдир, евтетик Е нөгтәси 6мол% $SbBr_3$ ујғун кәлир, бу о демәкдир ки, $SnBr_4$-үн илкин кристаллашма саһәси азалыр. 71-чи шәкилдә $BiBr_3$-$SbBr_3$ системинин һал диаграмы верилмишдир. Шәкилдән көрүндүјү кими, $SbBr_3$-үн кристаллашма саһәси нәзәрә чарпмыр. Белә һалда евтектикаја ‘чырлашмыш’ евтетика дејирләр.

3.3. ПОЛИМОРФ ЧЕВРИЛМӘСИЗ, БӘРК МӘҺЛУЛСУЗ КИМЈӘВИ БИРЛӘШМӘ ӘМӘЛӘ КӘТИРӘН КОНДЕНСӘ ОЛУНМУШ СИСТЕМЛӘРИН ҺАЛ ДИАГРАМЛАРЫ.

72-чи шәкилдә В-А икили системин һал диаграмы верилмишдир, системдә дисосасија етмәјән S бирләшмәси әмәлә кәлир. Бу диаграм ики диаграмын бирләшмәси кими бахыла биләр. Бунлардан бири B-S дикәри S-A диаграмларыдыр. Белә һалда дејирләр ки, јә'ни илкин диаграм А-В (шәкил 72)

икинчи дәрәчәли B-S вә S-A диаграмларын садәчә топлусу дејилдир. Икинчи дәрәчәли B-S вә S-A диагрмларында тәркиб охунда B вә S (S вә A)-ин гатылығы дурур. Илкин системдә исә B вә A компонентинин гатылығы ифадә олунмушдур. 72-чи шәкилдә системдә әмәлә кәлән бүтүн фазаларын (A, B, S, M вә фаза компонентләринин) M+A, M+B, M+S, B+S, S+A)саһәләри көстәрилмишдир. B-S вә S-A диаграмларында B-A диаграмыны гурмаг үчүн гатылығын јенидән һесабланмасы тәләб олунур.

73-чү шәкилдә охшар диаграм верилмишдир. Фәрг ондадыр ки, әмәлә кәлән бирләшмә M артыг әримә температурунда мүәјјән гәдәр диссосиасија едир. 72-73-чү шәкилдә тәсвир едилмиш диаграмлар бир-бириндән бирләшмә (S вә M) саһәсиндә ликвидус әјрисинин формасына көрә фәргләнир: биринчи диаграмда елә бил ки, ики әјри E_1S' вә E_2S'' кәсишир. Икинчи дә исә бу әјри даһа дәгиг ифадә олунур. Диссосиасија етмәјән бирләшмәјә дмаграмда сингулјар S нөгтәси, бир гәдәр диссосајија едән бирләшмәјә исә ашкар M′ максимуму ујғун кәлир.

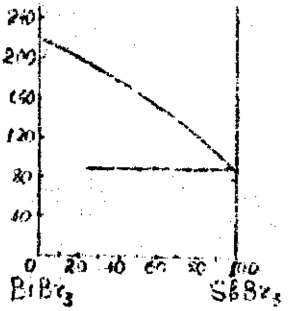
72-73-чү шәкилләрдә конгруент әријән бирләшмә әмәлә кәтирән системин һал диаграмы верилмишдир. Конгруент бирләшмә елә бирләшмәдир ки, әридикдә алынан мајенин тәркиби бәрк һалда олан тәркиблә ејни олур. Конгруент әримәдән башга инконгруент әримә дә мөвчуддур.

Инконгруент әримә заманы мајенин тәркиби илә әријән маддәнин тәркиби фәргләнир, јә'ни фәргли тәркибли маје әмәлә кәлир. Бу һалда әримә заманы мајенин әмәлә кәлмәсиндән башга бир дә башга тәркибли бәрк маје ајрылыр.

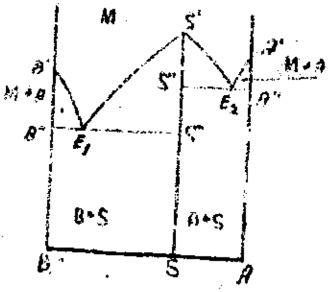
74-чү шәкилдә S бирләшмәси әмәлә кәтирән икили B-A конденсә олунмуш системин һал диаграмы верилмишдир. B вә P нөгтәләри арасында тәркибләрин маје әринтидән кристаллашмасы садә евтетик системләрдә олдуғу кимидир. Әвәлчә ја B компоненти ја да S бирләшмәси, сонра исә тәркиблә E нөгтәсинә ујғун кәлән евтетика кристаллашыр. A компоненти даһа зәнкин олан маје әринтиләрин кристаллашмасы илә бирликдә өзләрини башга тәбиәтдә апарыр. Әввәлчә A компоненти кристаллашмаға башлајыр. Температур PA″ һоризонта-

лына чатдыгда артыг инконгрујент просес баш верир, јә'ни A компоненти һәлл олур, S бирләшмәси исә ајрылыр. P - нөгтәси перитектик нөгтә адланыр. Системдә үч фаза олдуғундан (бир маје вә ики бәрк) вә тәзјиг сабитдирсә, онда фазалар гајдасына әсасән просес сабит температурда вә P нөгтәсинә ујғун кәлән мајенин сабит тәркибиндә баш вермәлидир.

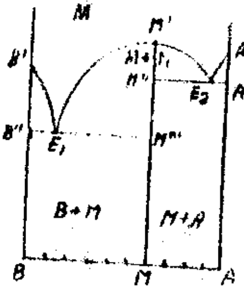
A компонентинин мигдары S бирләшмәсиндәкинә нисбәтән чох олан маје әринтидән (диаграмына S вә A арасындакы саһә) әввәлчә маје фаза бәрк һала кечәрәк түкәнир вә бәркимиш әринти S вә A гарышығындан ибарәт олур. A-нын S бирләшмәсинә нәзәрән мигдары аз олан вә P нөгтәсиндән чох олан маје әринтидә (P вә S арасында олан нөгтәләрә ујғун кәлән тәркибләр) әввәлчә A фазасы түкәнир, P нөгтәсинә ујғун кәлән маје тәркиб вә бәрк бирләшмә гарышығы галыр. Бундан сонра маједән S бирләшмәсинин ајрылмасы давам едир вә мајејә ујғун кәлән нөгтә PE әјриси үзрә E нөгтәсинә доғру һәрәкәт едир. E нөтәсиндә евтетика кристаллашыр. 74-чи шәкилдә гырыг хәттләрлә әјри көстәрилмишдир. Бу о демәкдир ки, әкәр S бирләшмәси конгруент әрисәјди онда бу һал алынарды.



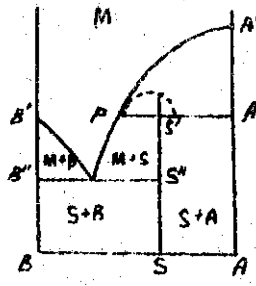
Шәкил 71. $BiBr_3$-$SbBr_3$ системинин һал диаграмы.



Шәкил 72. Маје һалда там һәллолма олан бәрк һалда исә һеч бир һәллолма олмајан, маје һалда диссосиасијаја уғрамајан кимјәви бирләшмә әмәлә кәтирән икили системин коденсләшмиш һалынын диаграмы.



Шәкил 73. Маје һалда там һәллолма олан, бәрк һалда исә һеч һәллолма олмајан вә маје һалда гисмән дисосасија уғрајан кимјәви бирләшмә әмәлә кәтирән икили системин коденсләшмиш һалынын диаграмы .



Шәкил 74. Маје һалда там һәллолма олан, бәрк һалда исә һеч һәллолма олмајан вә инконгруент әријән кимјәви бирләшмә әмәлә кәтирән икили системин һал диаграмы.

Бу нөв диаграмлар башга тәбиәтли кизли максимуму олан диаграмлар адланырлар. S нөгтәсинә ујғун кәлән әринти елә кристаллашыр (бәркијир) ки, бу заман А илә маје ејни заманда түкәнир вә систем јалныз бир кимјәви брләшмә олан S-дән ибарәт олур.

Әкәр отаг температурда сојудулмадан әринтиләри микроскопла мүшаһидә етсәк (шәкил 72,73) тәркиби $B'E_1$ кәсијиндә олан нөгтәләрә көстәрилмиш әринтиләрдә В-нин кристаллары вә В компоненти S вә јахуд да М бирләшмәләриндән әмәлә кәлмиш евтетика мүшаһидә олуначагдыр. Тәркиби E_1S' парчасынын (шәкил 72) вә E_1M' (шәкил 73) парчаларын нөгтәләри илә ифадә олунмуш кристаллары вә бәркимиш E_1 евтетикасынын әмәлә кәлмәси мүшаһидә олуначагдыр. S_1E_2 вә $M'E_2$ парчаларын нөгтәләри илә ифадә олунмуш әринтиләрдә исә кимјәви бирләшмәләрин кристал фазалары вә бәрк Е евтетикасы мүшаһидә олуначагдыр. E_1 вә E_2 тәркибләринә ујғун кәлән әринтиләрдә исә кимјәви бирләшмәләрин В вә А

компонентләри илә әмәлә кәтирдикләри евтетика мүшаһидә олуначагдыр.

S (шәкил 72) вә M (шәкил 73) нөгтәләринә ујғун кәлән әринтиләр сәчијјәви микрогурулуша маликдир. Бу һалда јалныз бирләшмәләрә ујғун кәлән бир фазалы тәмиз саһә көрүнүр. Нәһајәт E_2A' парчасы үзәриндә олан нөгтәләрә ујғун тәркибләрдә A компонентинин кристаллик фазасы вә бәрк E_2 евтетикасы мүшаһидә олунур.

Инконгруент бирләшмә әмәлә кәтирән системин әринтиләри бир гәдәр башга хассәли олурлар (шәкил 74). Тәркиби B′E парчасы үзәриндә олан нөгтәләрлә ифадә олунмуш әринтиләр B компонентинин кристаллары вә B илә бирләшмәнин әмәлә кәтирдији евтектика илә фәргләнирләр. EPS′ парчасынын нөгтәләр илә ифадә олунан тәркибләрдә кимјәви бирләшмәнин кристаллары вә бәрк евтектика мүшаһидә олуначагдыр.

S′A″парчасынын нөгтәләрин ујғун кәлән тәркибләрә кимјәви бирләшмәнин кристаллары вә S-лә A-нын әмәлә кәтирдији евтектика мүшаһидә олуначагдыр. E нөгтәсинә ујғун кәлән әринтидә јалныз B илә бирләшмәнин әмәлә кәтирдији евтектика мүшаһидә олуначагдыр.

S нөгтәсинә ујғун кәлән әринтиләрдә исә јалныз S бирләшмәсинин криталлары мүшаһидә олуначагдыр.

Мүхтәлиф системләрин һал диаграмында евтектика нөгтәси тәмиз компонентин охундан мүхтәлиф мәсафәләрдә јерләшә биләр. Бә′зән о тәмиз компонентин әримә нөгтәси илә үст-үстә дүшүр. Белә һалларда чырлашмыш евтектика әмәлә кәлир.

75, 76-чы шәкилдә стибиум-галиум вә стибиум-алүминиум системләринин һал диаграмы верилмишдир. Бу диаграмларын тимсалында евтектиканын чырлашмасыны мүшаһидә едәк. Шәкилләрдән көрүндүјү кими, Sb-Ga системләриндә евтектиканын бири, Sb-Al системиндә евтектиканын һәр икиси һәм E_1 һәм дә E_2 чырлашмышдыр

3.4. ПОЛИМОРФ ЧЕВРИЛМӘСИЗ БӘРК МӘҺЛУЛ ӘМӘЛӘ ҜӘТИРӘН КОНДЕНСӘ ОЛУНМУШ СИСТЕМЛӘРИН ҺАЛ ДИАГРАМЫ

Һәр шејдән әввәл гыса сурәтдә бәрк мәһлулун нөвләрини нәзәрдән кечирәк.

Үч нөв бәрк мәһлул мөвчуддур: әвәз олма, дахил олма вә чыхарылма. Чыхарылма бәрк мәһлулда бир компонентин атом вә ионларыны дикәр компонентин атом вә јахуд ионлары кристал гәфәсин дүјүнләриндә әвәз едәрәк, онлары чыхармыш олур.

Ики компонент арасында әвәз етмә бәрк мәһлулун әмәлә кәлмәси үчүн ашағыдакы шәртләр лазымдыр: а) кимјәви формулларын охшарлығы, б) ионларынын јүкләринин ејнилији, в) ион вә атом радиусларынын гијмәтләринин јахынлығы г) атом вә ионларын ејни дәрәчәдә полјарлашмасы (полјарлашдырма габилијјәти) д) кристаллик гәфәсин өлчүсүнүн вә симметријасынын охшарлығы.

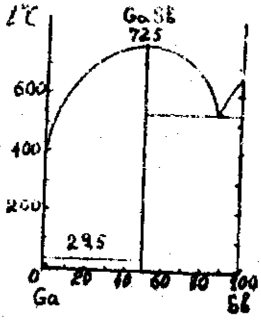
Дахил олма бәрк мәһлулу бир компонентин атом вә ионларынын дикәринин атом вә ионлары арасында пајланмасы кими тәсәввүр етмәк олар. Дуз системләриндә бу чүр һал чох аз тәсадүф олунур.

Чыхарылма бәрк мәһлулу чох аз тәсадүф олунур. Бу нөв мәһлулун әмәлә кәлмә заманы бә'зи атом вә ионларын кристал гәфәсиндән кәнар олмасы мүшаһидә олунур, јә'ни кристал гәфәсдә нәзәрдә тутулан атом вә ионлардан аз сајда атом вә ион мөвчуд олур.

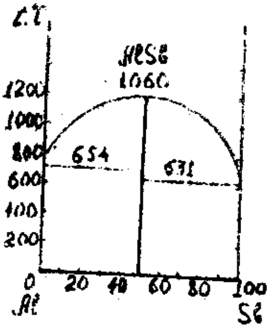
Бәрк мәһлул әмәлә кәлән диаграмын ликвидусу ајдын мүшаһидә олан әјридән ибарәт олур вә һеч бир сынма олмур. Бу системин һәр бир маје әринтисиндән мүәјјән температурда, мүәјјән тәркибли бәрк мәһлул кристаллашыр, лакин кристаллашмыш әринти илә илкин маје әринтинин тәркиби ујғун кәлмир. Кристаллашма заманы маје әринти дикәр компонентлә зәнкинләшир вә кристаллашма температуруну дәјишир. 77-чи шәкилдә бәрк мәһлул әмәлә кәтирән системин һал диаграмы верилмишдир. ВРА′-ликвидус әјриси В′Д′А′ исә солидус әјрисидир.

Әкәр тәркиби m нөгтәсилә ифадә олунмуш компонентләр гарышығын mM илә ифадә олунмуш температуруна гәдәр

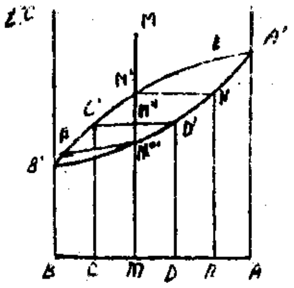
гыздырсаг онда бу гарышыг әримиш һала кечәчәкдир. Бу нөв әринтини сојума просеси заманы температуру ликвидус әјриси үзәринә дүшәрәк М вәзијјәтини алачагдыр. Бу заман бәрк мәһлулун кристаллары ајрылмаға башлајыр онун тәркиби исә N нөгтәсилә ифадә олунур. Әкәр бу чүр кристалларда диффузија бөјүкдүрсә онда температурун азалмасы илә әлагәдар олараг кристаллар ону әһатә едән мәһлулла (әринти илә) таразлыға кәләчәк вә бу кристалларын тәркиби исә солидус хәттинин нөгтәләри илә ифадә олуначагдыр.



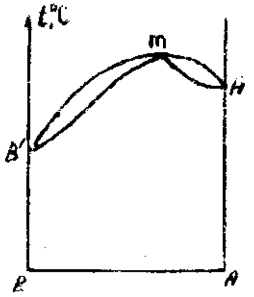
Шәкил 75. Ga-Sb системинин һал диаграмы.



Шәкил 76. Al-Sb системинин һал диаграмы.



Шәкил 77. Бәрк вә маје һалларда һәллолмасы гејри мәһдуд олан компонентләрдән ибарәт икили системин һал диаграмы.



Шәкил 78. Бәрк вә маје һалларда һәллолмасы гејри мәһдуд олан компонентләрдән ибарәт икили системин (максимуму олан системин) һал диаграм ы.

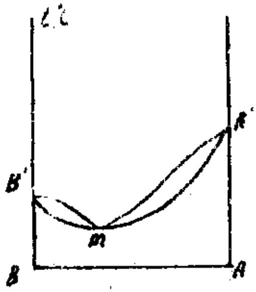
Әкәр системи mM″ нөгтәсинә гәдәр сојутсаг о C′ тәркибли маје әринтидән вә Д тәркибли бәрк мәһлулдан ибарәт олачагдыр. Температуру mM‴ гәдәр азалтсаг бүтүн гарышыг бәркијир. Ашкар олур ки, бу һалда да ујғунлуг принсипи өдәнилир. Диаграмын ликвидусдан јухары һиссәси маје әринтијә ујғун кәлир, солидус әјрисиндән ашағы һиссәси исә бәрк мәһлула ујғун кәлир. Диаграмын бу ики әјриси арасында галан һиссәси исә маје әринти илә бәрк мәһлулдан ибарәт гарышыгдан ибарәтдир.

Көстәрилән нөв диаграмдан башга баштан-баша һәлл олмасы үчүн даһа үч нөв диаграм мә'лумдур. Максимум (шәкил 78), минимум (шәкил 79) вә шәкил 80-дә верилдији кими солидус вә ликвидус хәттләри бир-биринин үзәринә дүшүр. Бу һалда ајрылан бәрк мәһлулла маје әринтинин тәркиби ејни олур. Екстремум нөгтәләри олан (шәкил 78, 79) әринтиләрә фаза гајдасыны (3), (4) тәтбиг етмәк олмаз. Она көрә ки, бу һалда бәрк вә маје фазанын тәркибләри ејнидир вә систем өзүнү бир компонентли кими апарыр. Шәкил 80-дә әримә температурлары бәрабәр вә јахуд да чох јахын олан ики компонентдән әмәлә кәлмиш систем верилмишдир. Бу һалда бүтүн әринтиләрин әримә вә бәркимә (кристаллашма) температурлары ејни олачагдыр вә тәмиз компонентләрин әримә температуруна бәрабәр олачагдыр.

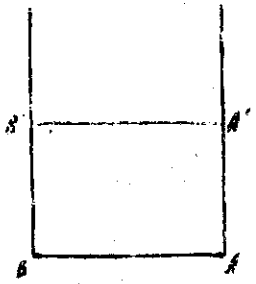
Елә системләр мөвчуддур ки, онлардан бәрк мәһлул әмәлә кәлсәдә компонентләрин бир-бириндә һәлл олмасы мәһдуддур, (шәкил 81, 82) одур ки, евтектика вә перитектика илә олан системләр әмәлә кәлир. 81-чи шәкилдә верилмиш евтектик системин һал диаграмы 66-чы шәкилдәки һал диаграмы илә охшардыр, анчаг фәрг ондадыр ки, бу диаграмда бәрк һалда мәһдуд һәллолма саһәси мөвчуддур. В компонентин А-да бәрк мәһлулу α(AcaA′) саһәси вә А компонентин В-дә бәрк мәһлулу β(BαвB′) саһәси диаграмда бәрк мәһлулларын һетерокен гарышығы (β+α) α саһәси илә мәһдудланыр.

Бу системләрин әритиләринин әримә вә бәркимәси евтектик системләрин әринтиләринин әримә вә бәркимәси просесиндә ујғун олмасына бахмајараг мүәјјән гәдәр мүрәккәбдир. Тәмиз маддәләр әвәзинә ујғун бәрк мәһлулар ајрылыр (чөкүр). Бәрк евтектика исә **а** вә **в** нөгтәләринә ујғун кәлән бәрк мәһлулар гарышығындан ибарәт олур.

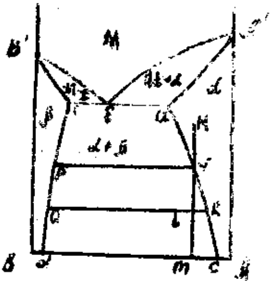
Перитектик P нөгтәси олан системләрдә мәсәлә бир гәдәр мүрәккәбләшир (шәкил 82). Евтектик кристаллашма просеси бу чүр системләрдә олмур, анчаг бурада перитектик кристаллашма просеси баш верир.



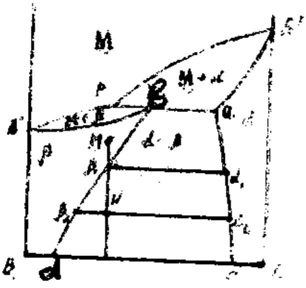
Шәкил 79. Бәрк вә маје һалларда һәллолмасы гејри-мәһдуд олан компонентләрдән ибарәт икили системин (минимум олан системин) һал диаграмы.



Шәкил 80. Бәрк вә маје һалларда һәллолмасы гејри-мәһдуд олан компонентләрдән ибарәт икили системин (компонентләрин әримә Т-ру бәрабәрдир) һал диаграмы.



Шәкил 81. Бәрк һалда мәһдуд вә маје һалда гејри-мәһдуд һәллолмасы олан компонентләрдән ибарәт икили системин һал диаграмы.



Шәкил 82. Перитектикасы олан икили системин һал диаграмы (евтетикасы олан систем үчүн бундан әввәлки шәкилдә верилмишдир).

P нөгтәси илә ифадә олунмуш маје әринтидән истилик кәнар етдикдә а нөгтәси илә ифадә олунмуш бәрк мәһлул һәлл олур вә в нөгтәсилә ифадә олунмуш бәрк мәһлул ајрылыр (инконгруент просес). А компонентинин мигдарынын а нөгтәсиндәкиндән артыг мигдарында кристаллашма јалныз α-бәрк мәһлулун әмәлә кәлмәси илә гуртарар. Тәркиби а вә в арасында олан әринтиләрин кристаллашмасы α вә β-бәрк мәһлулунун гарышығынын ајрылмасы илә гуртарыр.

А-нын мигдары а нөгтәсиндә вериләндә аз олан бәрк мәһлулларын кристаллашмасы β-бәрк мәһлулун әмәлә кәлмәси илә баша чатыр (82-чи шәкил).

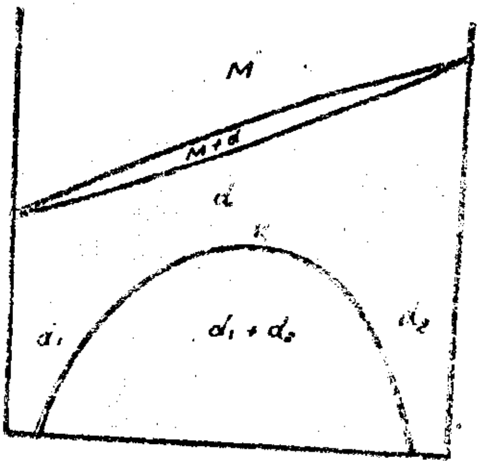
Әкәр системдә әримә нөгтәсиндән диссосассија етмәјән кимјәви бирләшмә әмәлә кәлирсә онда диаграмы ики илкин диаграма ајырмаг олар. Бу һалда кимјәви бирләшмәјә сингулјар нөгтә ујғун кәлир. Анҹаг онун максимум олмасы мүтләг дејилдир. О минимумда ола биләр ки, онун температуру компонентләрин әримә температурлары арасында мөвге тута билсин.

Әкәр системдә әримә температурунда мүәјјән гәдәр диссосиасија едән бирләшмә әмәлә кәлирсә, онда сингулјар нөгтә әвәзинә даирәви кечид мөвҹуд олаҹагдыр.

Охуҹунун нәзәринә ону кәтирмәк истәјирик ки, әримә әјрисиндә максимум тәкҹә бирләшмә әмәлә кәлән һалда дејил һәмчинин бәрк мәһлул әмәлә кәлдикдә дә алына биләр (шәкил 82).

Бир чох системләрдә бәрк һалда чеврилмәләр баш верир. Мисал үчүн шәкил 82-дән көрүндүјү кими М фигуратив нөгтәсилә ифадә олунмуш α бәрк мәһлулуну N ујғун температуруна гәдәр сојутдугда в тәркибли бәрк мәһлул β-бәрк мәһлулун ајрылмасы илә парчаланыр. Сонракы сојутмалар заманы чеврилмә елә кедәҹәкдир ки, α-бәрк мәһлулун тәркиби ас, β-бәрк мәһлулун тәркиби исә вd хәтти үзрә дәјишәҹәкдир. Әкәр башлангыҹ М системинин в фигуратив нөгтәси L нөгтәсинә чатана гәдәр сојутсаг, онда систем R вә Q бәрк мәһлулунун гарышығындан ибарәт олаҹагдыр (шәкил 81). Онларын нисби мигдарлары Линк гајдасына әсасән һесабланылыр.

Инди исә 83-чү шәкилдә верилмиш һалы нәзәрдән кечирәк.



Шәкил 83. Сојума заманы арасы кәсилмәз бәрк мәһлулун прчаланмасы.

Бу һалда М мајесиндән арасы кәсилмәз бәрк мәһлул чөкүр, сонракы сојутмалар әмлә кәлмиш α бәрк мәһлулун ики α_1 вә α_2 бәрк мәһлулуна парчаланмасына кәтириб чыхарыр. Әмәлә кәлмиш һәр ики мәһлул бир-бириндән сых гарышмыш кристаллар һалында олур. К-нөгтәси бөһран нөгтәсидир.

3.5. РОЗЕБОМ ҮСУЛУ.

Бәрабәр тәрәфли үчбучағын дахилиндә көтүрүлмүш һәр һансы М нөгтәсиндән үчбучағын тәрәфләринә паралел дүз хәтләр чәкиләрсә, М нөгтәсиндән чыхараг 120^0 - бучаг әмәлә кәтирән парчаларын чәми (MC″+MB″+MA″) сабит олуб үчбучағынын тәрәфинә бәрабәрдир (шәкил 84).

Әкәр үчбучағын тәрәфини 100 бәрабәр һиссәјә бөлсәк һәр бир јүздә бир һиссәјә бир фаза ујғун кәләчәкдир BA″=a, AB″=в вә A″B″=c олачагдыр. A-нын фаизлә мигдары B нөгтәсиндән A-ја тәрәф, B-нин фаизлә мигдары A нөгтәсиндән B-јә тәрәф гәбул олунур. Ортада галан B″A″ (кәсији (парчасы) исә C-нин гијмәтини көстәрәчәкдир. Бу чүр әмәлијјаты истәнилән тәрәфә апармаг олар. AC″=B″M (C″M хәтти AB тәрәфинә паралелдир) олдуғундан гарышығын тәркибини көстәрән M нөгтәсини гурмаг үчүн A нөгтәсини чәпбучаглы BAC координат системинин башланғычы гәбул етмәк кифајәтдир. AB вә AC тәрәфләри исә координат охлары олачагдыр. AB тәрәфинә AB″=в парчасы AC тәрәфиндә исә A″C=c парчасыны гејд едиб ону M нөгтәсинин чәпбучаглы координаты кими гәбул едирик. Координат охлары арасындакы бучаг исә 60^0-јәбәрабәр олур. Шәкилдән асан көрмәк оларки, һәм Кибс, һәм дә Розебом үсулу илә гарышығын тәркибини тапдыгда онлар бир-биринә ујғун кәлир. Маһијјәтчә һәр ики үсул ејнидир вә јалныз гурулмасы чәһәтдән фәргләнир. Она көрә дә бу үсуллара бирликдә Кибс-Розебом үсулу дејирләр. Алынмыш тәсвир исә Кибс-Розебом диаграмы вә јахуд тәркиб үчбучағы адланыр.

Бу үсулла үчбучағын тәпәләри тәмиз компонентләри (100%), тәрәфләр исә ујғун икили системләри ифадә едир.

Үчлү әринтинин тәркибини характеризә едән гатылыг үчбучағынын хассәләринә әсасән ашағыдакы нәтичәләри чыхармаг олар:

1. Бәрабәртәрәфли үчбучағын тәпәләри әринтини тәшкил едән компонентләри (A, B вә C) көстәрир (тәпәләрдә гатылыг 100% олур).
2. Бәрабәртәрәфли үчбучағын тәрәфи икили системин (A-B, B-C вә C-A) гатылығыны ифадә едир.
3. Бәрабәртәрәфли үчбучағын тәрәфләри үзәриндә көтүрүлмүш һәр һансы нөгтә мүвафиг икили системин тәркибини ифадә едир.
4. Бәрабәртәрәфли үчбучағын дахилиндә көтүрүлмүш һәр һансы нөгтә үчлү системин тәркибини ифадә едир.
5. Үчбучағын тәрәфләринин биринә паралел чәкилмиш һәр һансы бир дүз хәтт, онун гаршысындакы тәпәдә јерләшмиш мүвафиг компонентин мигдарыны көстәрир. Мисал

үчүн, шәкил 85-дә көстәрилмиш СД хәтти үзәриндә јерләшән бүтүн тәркибләрдә В компонентин мигдары cd-јә ујғун кәлир.

6. Үчбучағын һәр һансы бир тәпәсиндән кечән хәттә мүвафиг олан тәркибләр дикәр компонентин гатылығынын сабит нисбәтинә характеризә олунур (шәкил 86). А вә В компонентләри a_nb_m кими кимјәви бирләшмә әмәлә кәтирәрсә о заман $c_1a_nb_m$ дүзхәттинин үзәриндәки бүтүн нөгтәләрдә А вә В нөгтәләринин компонентинин мигдары, онларын әмәлә кәтирдији кимјәви бирләшмәдәки нисбәтә ујғун олур.
7. Линк вә ағырлыг мәркәзи гајдаларыны үчбучағын дахилиндә олан һәр һансы тәркибли гарышыға тәтбиг етмәк олар (шәкил 87).

3.6. ҮЧЛҮ КОНДЕНСӘ ОЛУНМУШ СИСТЕМЛӘРИН ҺАЛ ДИАГРАМЛАРЫНЫН НӨВЛӘРИ.

1. Кимјәви бирләшмә вә бәрк мәһлул әмәлә кәтирмәјән үчлү системләрин һал диаграмы.

Һәр шејдән әввәл А, В вә С компонентләрдән ибарәт конденсә олунмуш А-В-С үчлү системинин һал диаграмына бахаг, системдә маје һалында компонентлә һәлл олараг вә үчлү мәһлул әмәлә кәлир, анчаг бәрк һалда һәллолма баш вермир.

Үмуми һалда бу нөв маје әринти гарышығынын бирләшмәси ашағыдакы јолларла кечир: а) маје гарышығын сојудулмасы, б) компонентләрдән биринин ајрылмасы илә кедән ләнкимә, в) компонентләрдән икисинин ајрылмасы илә кедән ләнкимә, г) үч компонентин биркә кристаллашмасы илә әлагәдар олан дајанма даһа сонра исә там бәркимиш әринтинин сојумасы баш верир (шәкил 88а).

Бу һалда сојума әјриси 5 һиссәдән ибарәт олур:

1. Маили һиссә-мајенин сојумасы.

2. Әјринин бир гәдәр маили һиссәси - компонентләрдән биринин кристаллашмасы.

3. Даһа чох маили һиссә - ики компонентин биркә кристаллашмасы.

4. Үфүги һиссә - үч компонентин ејни заманда кристаллашмасы.

5. Әјринин јенидән енмәси - бәркимиш әринтинин соју-масы.

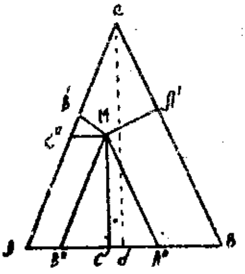
Үч компонентин биркә кристаллашмасы нонвариант просесдир (шәрти нонвариант), чүнки просес сабит температурда баш верир. Бу просес евтектик кристаллашмадыр, бу заман кристаллашан маје үчлү маје евтектика адланыр. Бә'зән кристаллашма заманы мүәјјән һәлгәләр арадан чыхыр, белә ки, әкәр илкин маје әринти үчлү маје евтетиканын тәркибинә ујғун кәлирсә онда бүтүн кристаллашма просеси сабит температурда баш верир вә сојума әјриси үч һиссәдән ибарәт олур (шәкил 88б).

Инди исә бу систем үчүн башга һаллары нәзәрдән кечирәк.

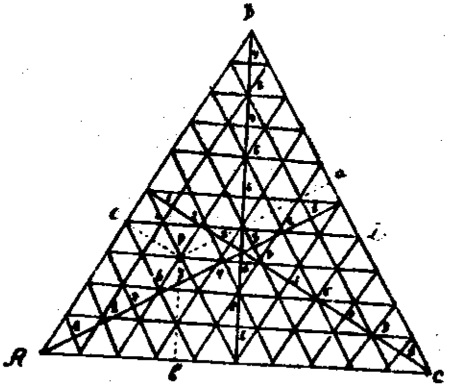
Кристаллашма адәтән бир компонентин ајрылмасы илә башлајыр (дивариант просес) вә системин һалыны характеризә едән ики параметр исә бу һалда ихтијари сечилә биләр. Бу чүр системин һалы сәтһлә характеризә олунур ки, сәтһ үчүн биз јалныз ики координаты ихтијари сечә биләрик.

Илкин маје әринтинин тәркибиндән асылы олараг мајенин бәркимәси үч компонентдән истәнилән һәр һансы биринин ајрылмасы илә башлаја биләр. Физики-кимјәви анализин ујғунлуг принсипинә әсасән ликвидусун сәтһи ујғун компонентләрин үч кристаллашма саһәсиндән ибарәт олмалыдыр.

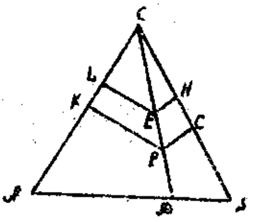
Бу һалы характеризә етмәк үчүн 89-чу шәкилә нәзәр салаг. Шәкилдә ликвидусун тәркиб үчбучағы үзәриндә проје-ксијасы верилмишдир. АВС - тәркиб үчбучаг диаграмыдыр.



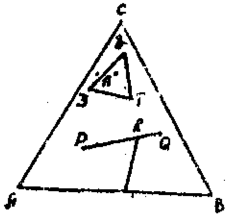
Шәкил 84. Үчлү системин тәркибини кәстәрән нөгтәнин Кибс-Розебом үсулу илә гурулмасы.



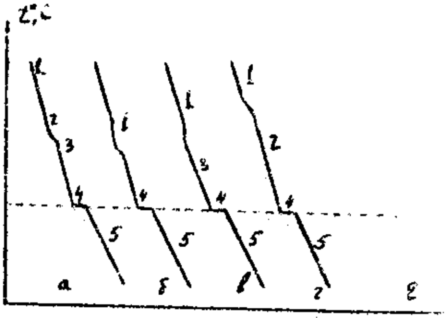
Шəкил 85. Графаланмыш үчбучаг (үчбучаг тору).



Шəкил 86. Кибс-Розебом диаграмынын икинчи хассəсини илл̧јустрасија едəн үчбучаг.



Шәкил 87. Ағырлыг мәркәзи гајдасыны (линк гајдасы иллјустрасија едән диаграм.



Шәкил 88. Үчлү әринтиләрин сојума әјриләри.

Температурлар шагули ох үзәриндә гејд едилмишдир: A′, B′, C′ нөгтәләри тәмиз компонентләрин әримәсини характеризә едир.

Компонентләрин ајрылмасы саһәси тәмиз компонентләрин әримә нөгтәләриндән ашағы енмәклә кетмәлидир. Икинчи компонент нә гәдәр чох әлавә олунарса, әринтинин кристаллашма температурунун башлангычы о гәдәр ашағы олар. Шәкилдән көрүндүјү кими компонентләрин ајрылма саһәләри ашағыдакылардыр: $A'e_2E'e'_1$ - A компонентинин саһәси: $B'e_3E'e'_1$ - B компонентинин саһәси: $C'e_2E'e'_3$ - C компонентинин саһәсидир. Үчбучаг саһәсиндәки проjексиjалары исә уjғун олараг ашағыдакылардыр: AE_2EE_1; BE_3EE_1; CE_2EE_3. Саһәләрин кәсишмәсиндән алынан E_1e_1', $e_2'E_1$ вә $e_3'E_1$ хәтләри вә онларын проjексиjалары олан e_1E, e_2E_1 вә e_3E хәтләри сәрһәд хәтләри вә jахуд сәрһәд әjриләри адланыр. Онларын кәсишмә нөгтәләри исә ики компонентин биркә кристаллашмасына уjғун кәлир. Бу о демәкдир ки, әкәр маjе фазанын фигуратив нөгтәси сәрһәд әjринин үзәринә дүшүрсә, демәк һәмин маjе фаза хәттин давамыны кәсән бәрк фаза илә таразлыгда олур. Бу чүр системдән истилик алынарса көстәрилән ики компонент чөкәчәкдир.

Сәрһәд әjриләри үчлү E′ евтектика нөгтәсиндә (проjексиjасы E) кәсиширләр. Әкәр маjенин тәркиб вә температуру һәмин нөгтәjә уjғун кәлирсә онда һәмин нөгтәдә маjе фаза вә ондан истилик алдыгда һәмин үч компонентин биркә чөкмәси баш верир.

Көстәрдиjимиз просес маjенин сабит температур вә тәркибиндә баш верир. Бу тәркиб маjе евтектика адланыр вә бәркиjәндән сонра үчлү бәрк евтектиканы верир.

"Үчлү" сөзү маjе евтектика илә таразлыгда ола билән бәрк фазаларын саjыны көстәрир.

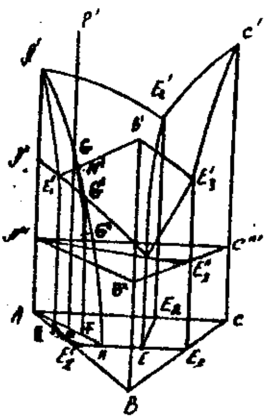
Бир компонентин кристаллашмасы бирли, ики компонентин кристаллашмасы икили, үч компонентин кристаллашмасы исә үчлү аjрылма jахуд кристаллашма адланыр. Бу нөв мүәjјәнләшдирмә садә һал үчүн өзүнү доғрулдур. Даһа мүрәккәб просесләр үчүн, мәсәлән: инконгруент просесләр үчүн кристаллашманын тәртиблиjи маjе илә таразлыгда олан бәрк фазаларын саjы илә мүәjјән едилир. Белә ки, истилик систем-

дән алындыгда бир фаза һәлл олур, о бири чөкүр, бу просес икили кристаллашма адланыр.

$A'e_2'B$, $B'e'_3C'$ вә $A'e_2'C'$ хәтләри үчбучаглы призманын сәтһиндә јерләшир, әсасы ABC үчбучағы олан системин A-B, B-C вә A-C икили системләрини тәшкил едир. e'_1, e'_3, e'_2 нөгтәләри исә ујғун системләрин икили евтектик нөгтәләри адланыр.

Тутаг ки, P' верилмиш системин фигуратив нөгтәсидир вә ликвидус хәттиндән јухарыда, јә'ни маје сәтһиндә јерләшир. Системдән истилик алдыгда һансы просесләрин баш верәчәјини мүәјјәнләшдирәк. Нөгтәнин температуру азалачаг вә шагули хәтт үзрә нөгтә јерини ашағыја доғру дәјишәчәкдир. Системин фигуратив нөгтәси ликвидус сәтһинә $A'e_1'E'e_2'$ саһәси (шәкил 89-да G нөгтәсинә) чатдыгда A компонентинин кристаллашмасы баш верир). Бу заман јенә дә температурун дүшмәси давам едир. Артыг A кристалларындан вә маједән ибарәт олан системин фигуратив нөгтәси шагули хәтт үзрә ашағы енмәкдә давам едәчәкдир, чүнки, системин үмуми тәркиби дәјишир. Белә ки, ики дикәр компонентин гатылығынын мајенин гатылығына олан нисбәти сабит галыр (чүнки, онлар маједән ајрылмырлар) онун фигуратив нөгтәси шагули сәтһә доғру һәрәкәт едәчәк вә әсасы ABC олан үчбучағы призманын AA' тилиндән кечәчәкдир. Бу нәтичә Кибс-Розебом үчбучағынын хассәсиндән ирәли кәлир вә демәк олар ки, онун проjексиjасы AH хәтти үзрә F нөгтәсиндән H нөгтәсинә доғру һәрәкәт етмәлидир.

G нөгтәси дә бу мүстәви үзәриндә олмалыдыр. Беләликлә A компонентинин ајрылмасы просеси заманы фигуратив нөгтә AA' тили вә G нөгтәсиндән кечән мүстәви илә ујғун саһәнин кәсишмә нөгтәсинә гәдәр олан хәтт үзрә һәрәкәт едир, јә'ни GH' хәтти үзрә G нөгтәсиндән H' нөгтәсинә доғру, бу һалда маје A компоненти илә дојмуш олур.



Шәкил 89. Маје һалда там һәллолма олан үчлү системин вә бәрк һеч һәллолма олмајан фаза һал диаграмы.

Әкәр системин температуру G нөгтәсилә ифадә олунмуш нөгтәјә гәдәр енәрсә, онда систем N′ тәркибли маје вә A кристалларындан ибарәт олачагдыр. Онларын тәркиби арсындакы асылылыг исә Линк гајдасына көрә ашағыдакы кими ифадә олуначагдыр:

$$\frac{A''G'}{G'N'}$$

Маје фазанын фигуратив нөгтәси ујғун сәрһәд әјрисинә чатанда (F′E сәрһәд әјриси үзәриндә јерләшән H нөгтәси) A компонентин ајрылмасына B компонентин ајрылмасы да гошулур. Системдән истилијин кәнар едилмәсини давам етдирсәк системин фигуратив нөгтәси енмәклә давам едәчәкдир вә маје фазанын фигуратив нөгтәси e'_1E' әјриси үзрә H′ нөгтәсиндән E′ нөгтәсинә доғру һәрәкәт едәчәкдир. Онун проjексијасы исә e'_1E' үзрә H нөгтәсиндән E нөгтәсинә доғру һәрәкәт едәчәкдир.

Системин фигуратив нөгтәси G″ нөгтәсинә чатдыгдан сонра үчлү евтектик нөгтәдән кечән үфүги мүстәвидә үч компонентин биркә кисталлашмасы баш верир. Бу просес нонвариант просес олуб там кристаллашма баш верәнә гәдәр бүтөв системин фигуратив нөгтәси G″ нөгтәсиндә, маје фазаны фигуратив нөгтәси исә үчлү евтектик нөгтә олан Е нөгтәсиндә олачагдыр. Кристаллашма там баша чатдыглан сонра маје фаза итәчәк вә систем үч бәрк А, В, С компонентләрин гарышығындан тәшкил олунмуш олачагдыр. Системин сојудулмасы јенидән давам етдириләрсә системин фигуратив нөгтәси G″ нөгтәсиндән F нөгтәсинә кәләчәкдир.

Тәркиб үчбучағына паралел вә үчлү Е евтектикасындан кечән $A^{III}B^{III}C^{III}$ мүстәвиси солидус вә ја диаграмын солидус сәтһи адланыр. Белә ки, бу мүстәвидән ашағыда бүтүн систем бәрк һалда олур. Бахдығымыз садә һалда солидус сәтһи мүстәви илә характеризә олунур, анчаг бәрк мәһлул чөкән заман солидус сәтһи үфүги мүстәви илә характеризә олунмур. Диаграмын солдусдан ашағы һиссәси бәрк һалын фазасы вә ја һәчми адланыр. Системин солидус вә ликвидусу сәтһи арасында олан саһә маједән вә бир јахуд да ики бәрк фазадан ибарәт олан системләрә ујғун кәлир.

Физики-кимјәви анализин ујғунлуг принсипинә әсасән диаграмын бу һиссәсиндә алты фаза ајрылмалыдыр: үч фаза маје илә бәрк һалын биринин таразлыгда олдуғу һала (биринчи тәртиб ајрылма), үч фаза исә маје илә ики бәрк фазанын ајрылдығы фазаја ујғун кәлир (икинчи тәртиб ајрылма).

Инди исә мүстәви һал диагрмында системдән истилик алынан бәрк фазаны мүәјјәнләшдирәк.

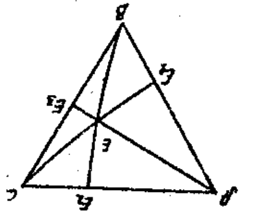
Шәкил 90-да бу чүр мүстәви диаграм верилмишдир. Үчлү евтектика нөгтәси АЕ, ВЕ, СЕ хәтләри илә үчбучағ тәпәләри илә бирләшдирилмишдир. Башланғыч системин фигуратив нөгтәси һансы компонентин саһәсинә дүшүрсә, кристаллашма о компонентин ајрылмасы илә башлајыр. Әкәр фигуратив нөгтә сәрһәд әјриси үзәринә дүшүрсә, бу заман бәркимә сәрһәд әјриси илә бир-бириндән ајрылан ики фазанын икинчи тәртиб кристаллашмасы илә башлајыр (шәкил 88б).

Әкәр фигуратив нөгтә АЕ, ВЕ, СЕ хәтләриндән бири, сәрһәд хәтти вә тәркиб үчбучағынын бир тәрәфи илә әмәлә

кәтирдији үчбучаг саһәсинә дүшүрсә, онда биринчи тәртиб кристаллашма заманы илкин системин фигуратив нөгтәси һансы компонентин саһәсинә дүшүрсә, о компонент кристаллашачагдыр, икинчи тәртиб кристаллашма заманы елә ики фаза чөкәчәкдир ки, онларын саһәсини сәрһәд әјриси бир-бириндән ајырсын.

Әкәр башланғыч системин фигуратив нөгтәси EA, EB, EC хәтләриндән биринин үзәринә дүшүрсә онда, икинчи тәртиб кристаллашма баш вермир вә биринчи тәртиб кристаллашмадан сонра бир баша үчүнчү тәртиб кристаллашма баш верир (шәкил 88г).

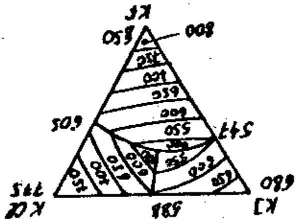
Дејиләнләрдән белә нәтичәјә кәлмәк олар ки, кристаллашма заманы 8-чи чәдвәлдә көстәрилән просесләр баш верә биләр.



Шәкил 90. Бәрк һалда там һәллолма олан үчлү системләрдә компонентләрин кристаллашма ардычыллығыны изаһ етмәк үчүн һиссәләрә бөлүнмүш һал диаграмы.

91-чи шәкилдә үчбучағы KCl-KF-KJ мүстәви диаграмы верилмишдир. Үчбучағын тәпә нөгтәләри тәмиз компонентләрин әримәсинә ујғун кәлир: KCl-775^0, KF-850^0, KJ-680^{0}C. Икили системин евтектикасы нөгтәсинин тәркиби вә онун әримәси исә: 1) KCl-KF 605^0 45мол% KF, 2) KCl-KJ 558^0,

49мол% KCl 3) KF-KJ 547^0 66mол% KJ. Үчлү евтектиканын координатлары исә: әримә температуру 488^0C, тәркиби исә ујғун олараг 34 вә 41 мол% KCl, KF вә KJ тәшкил олунмушдур.



Шәкил 91. KCl-KF-KJ системин конденсләшмиш һалынын мүстәви диаграмы.

Диаграм үзәриндә чәкилмиш изотермләр һәмин системин әринтиләринин һансы температурда бәркимәјә башламасыны көстәрмәјә имкан верир. Мисал үчүн А нөгтәсинә ујғун кәлән системин бәркимәси тәхминән 725^0C баш верир, белә ки, А нөгтәси тәхминән 700 вә 750^0C ујғун кәлән изотермләр ортасында јерләшир. Илкин кристаллашма заманы мајенин тәркиби АВ хәтти үзәриндә јерләшән нөгтәләрлә характеризә олунур.

Тәхминән 620^0C-дә икинчи тәртиб кристаллашма баш верир, бу заман KF вә KJ биркә чөкүр. Кристаллашма 488^0C-дә үчлү евтектика нөгтәсиндә (Е) там баша чатыр.

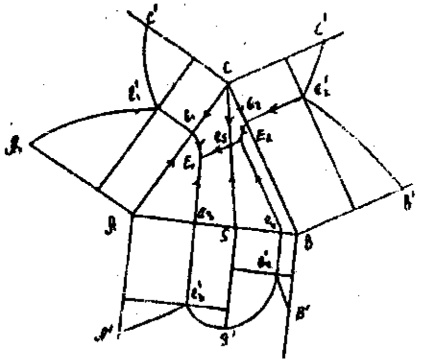
3.7. БӘРК МӘҺЛУЛСУЗ КИМЈӘВИ БИРЛӘШМӘ ӘМӘЛӘ КӘТИРӘН ҮЧЛҮ СИСТЕМЛӘРИН ДИАГРАМЫ

Икили системләрдән бириндә конгруент әријән бирләшмә әмлә кәлән үчлү системләрин һал диаграмына бахаг.

Тутаг ки, компонентләр вә бирләшмә бәрк мәһлул әмәлә кәтирмир, маје һалында исә онларын гаршылыглы һәлл олмасы гејри мәһдуддур.

92-чи шәкилдә бу нөв системин һал диаграмы тәсвир олунмушдур. A, B, C компонентләриндән тәшкил олунмушдур. A вә B компонентләри бәрк һалда диссосиасија едән конгруент әријән S бирләшмәси әмәлә кәтирир.

Бу диаграм ABC үчбучағындан вә онун үзәриндә чәкилмиш бир нечә хәтдән ибарәтдир. Үчбучаг үзәриндә чәкилмиш бу хәтләрин мә'насыны ашағыда нәзәрдән кечирәчәјик. Хәтләр үзәриндә көстәрилмиш охларын истигамәтләри температурун азалмасы истигамәтини көстәрир.



Шәкил 92. Икили системләрин бириндә маје фазада гисмән диссосиасијаја уғрајан S кимјәви бирләшмә әмәлә кәлән вә бәрк мәһлуллары олмајан үчлү системин һал диаграмы.

3.8. ҮЧЛҮ СИСТЕМДӘ БАШ ВЕРӘН МҮМКҮН КРИСТАЛЛАШМА ПРОСЕСЛӘРИ

Чәдвәл 8

Үчлү системләрдә кристаллашма просесләринин башланғыч гарышығын тәркибиндән асылылығынын баш вермәсинин характери

Башланғыч гарышыгда фигуратив нөгтәнин јери.		Кристаллашма Биринчи тәртиб	Кристаллашма икинчи тәртиб	Кристаллашма үчүнчү тәртиб
Саһә дахилиндә	AE_1E	A	A-B	A+B+C
	AE_2E	A	A-C	
	BE_1E	B	B-A	
	BE_3E	B	B-C	
	CE_2E	C	C-A	
	CE_3E	C	C-B	
Икинчә ајрылма хәтти үзәриндә	EE_1	јохдур	A-B	A+B+C
	EE_2		A-C	
	EE_3		B-C	
Хәтт Үзәриндә	AE	A	јохдур	A+B+C
	BE	B		
	CE	C		
Нөгтәдә	E	јохдур	јохдур	A+B+C
Хәтт Үзәриндә	AE_1	A	A-B	јохдур
	AE_2	A	A-C	
	BE_1	B	B-A	
	BE_2	B	B-C	
	CE_2	C	C-A	
	CE_3	C	C-B	
	E_1	јохдур	A-B	
Нөгтәдә	E_2		A-C	јохдур
	E_3		B-C	јохдур
	A	A	јохдур	
	B	B		
	C	C		

Үчбучағын тәрәфләриндә тәркиб оху үзәриндә икили системләрин диаграмлары тәсвир олунмушдур. А-В икили системиндә S бирләшмәсинә ујғун кәлән S′ ашкар максимум вардыр.

Ујғунлуг принсипинә көрә диаграмда дөрд саһә олмалыдыр. 1 - A, 2 - B, 3 - C компонентинин 4 - S бирләшмәсинин саһәсидир. Диаграмда бу саһәләр ашағыдакы кими ифадә олунмушдур: $Ae_3E_1e_1$, $Be_2E_2e_4$, $Ce_1E_1e_5E_2e_2$, $e_3E_1e_5E_2e_4$. Бүтөв диаграм CS дүхз хәтти илә бөлүнүр. Бу хәтт бирләшмәси илә C компонентинин фигуратив нөгтәләрини бирләшдирир вә ики үчбучағын диаграмы бирләшдиричи дүз хәтт алыныр.

Бирләшдиричи хәттә әсасән систем ики табели A-S-C вә B-S-C үчлү диаграма бөлүнүр. Һәр бир икинчи тәртиб диаграм 92-чи шәкилдә тәсвир олунмуш садә диаграмы хатырладыр. Һәгигәтән дә AC системиндә үчлү евтектик нөгтә E_1; сәрһәд хәттләри E_1e_1; E_1e_5; $Ae_1E_1e_3$, $Ce_1E_1e_5$, $e_3E_1e_5$ саһәләри вә e_1, e_3, e_5 икили евтектикалары вардыр. BSC системиндә исә E_2 үчлү евтектика нөгтәләри E_2e_4, E_2e_2, E_2e_5 сәрһәд хәттләри $Be_2E_2e_4$, $Ce_2E_2e_5$, $e_4E_2e_5$ саһәләри вә $e_1e_2e_5$ икили евтектикалары вардыр. Икинчи тәртиб диаграмлардан биринчи тәртиб диаграм әмәлә кәлдикдә E_1e_5 вә E_2e_5 сәрһәд әјриләри говушур вә бир сәлис E_1E_2 хәттини әмәлә кәтирир (шәкил 92). Она көрә ки, о хәтләр ејни фазалар комплексинә: маје+бәрк+S вә C ујғун кәлир.

Ејни сөзү S бирләшмәси илә C компонентинин саһәси һагтында да демәк олар.

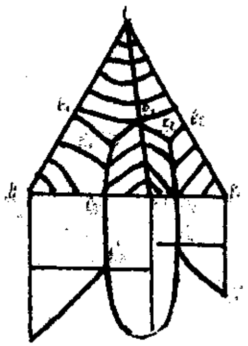
Бирләшдиричи хәтт үзәриндә јерләшән диаграм үзәриндә дајанаг. Бу диаграм бизә C-икили системини верир, e_5 системин евтектик нөгтәсидир.

Үчлү системин, икили системә ујғун кәлән кәсији квазибинар кәсик адланыр. Һәмин кәсикләрә ујғун кәлән системләрә исә квазибинар систем дејилир.

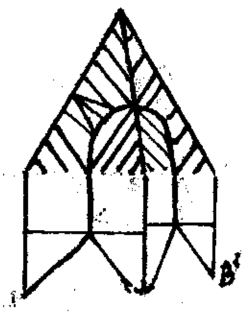
Шәкил 93-дә системин диаграмы изотермләрлә верилмишдир. Шәкилдән көрүндүјү кими S вә C саһәләринин изотермләри C-нин саһәсинә бирләшдиричи хәтт үзәриндә һеч бир сынма олмадан ашкар олараг бир саһәдән дикәринә кечир. E_1E_2 сәрһәд әјрисиндә бирләшдиричи хәтдән дәгиг олараг кечир. Әкәр А-В системиндә әримә температурунда нә бәрк нә дә маје һалында диссосиасија етмәјән S бирләшмәси әмә-

лә кәлирсә, онда А-В икили системин диаграмында S бирләшмәсинә S^1 сингулјар нөгтәси ујғун кәлир (шәкил 94).

Сингулјар нөгтәдә кимјәви бирләшмәдә компонентләрин нисбәтини көстәрән нөгтәдән кечән тилә сингулјар тил дејилир. Ликвидус сәтһинин ашағыдакы хүсусијјәтләрини гејд етмәк лазымдыр. $E_1e_5E_2$ сәрһәд әјриси кәсишмә нөгтәси SC бирләшдиричи хәтти үзәриндә олан ики әјридән ибарәтдир. Елә бу хәтт үзәриндә үчлү диаграмында S вә с саһәләринин изотермләринин сынмалары мүшаһидә олунур.



Шәкил 93. Икили системләрин бириндә S кимјәви бирләшмә әмәлә кәлән үчлү системин (изотермлә) һал диаграмы.



Шәкил 94. Икили системләрин бириндә маје фазада диссосиасијаја уғрамајан кимјәви бирләшмә әмәлә кәтирән вә бәрк мәһлулары олмајан үчлү системләрин һал диаграмы.

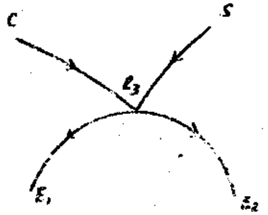
Инди исә 93 вә 94-чү шәкилдә верилмиш квазибинар системин e_5 евтектик нөгтәси әтрафында ликвидус сәтһинин формасыны нәзәрдән кечирәк. e_5 нөгтәси S-C системинин евтектик нөгтәси олдуғундан фәза диаграмында Ce_5 вә Se_5 хәттләриндәки мејллик һәмин нөгтәјә доғру јөнәлмиш олачагдыр, чүнки, SC кәсијиндә һәмин нөгтә икили евтекик нөгтәдир. E_1 вә E_2 исә үчлү евтектик нөгтәләридир. $E_1e_5E_2$ сәрһәд әјрисиндә исә һәмин нөгтә ән јүксәк нөгтәдир (Ван-Рејн нөгтәси).

94-чү шәкилдә S бирләшмәсинин маје һалында гисмән диссосиасија етдији һал үчүн C-S квазибинар системин ликвидус әјриси вә E_1eE_2 сәрһәд әјриси верилмишдир. Шәкилдән көрүндүјү кими E_1eE_2 әјрисиндә сынма јохдур. Әкәр бирләшмә маје һалында диссосиасија етмирсә, онда сәрһәд әјрисиндә e_5 нөгтәсиндә сынма олачагдыр (шәкил 95). e_5 нөгтәси Ван-Рејн нөгтәси башга сөзлә исә јәһәрәбәнзәр вә јахуд ашырым нөгтәси адланыр. Сәрһәд әјрисиндә бирләшмәси вә C компонентинин саһәсини ајыран $E_1e_5E_2$ сәрһәд әјриси илә бирләш-

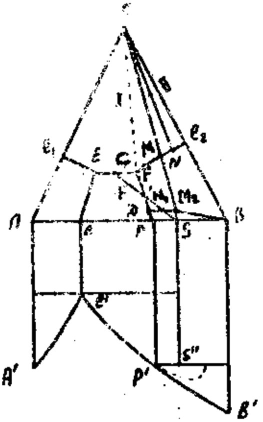
диричи SC хәттинин кәсишмә нөгтәси сәрһәд әјрисиндә ән јуксәк нөгтә олур. Белә ки, сәрһәд әјрисиндә температурун тәазалмасы онун бирләшдиричи хәттлә кәсишдији нөгтәјә тәрәф јөнәлмиш олур (Ван-Рејн гајдасы).

Бу гајдадан истифадә едәркән бирләшдиричи дүз хәттин дүзкүн сечилмәсинә фикир вермәк лазымдыр. Белә ки, бирләшдиричи дүз хәтт елә фазаларын фигуратив нөгтәләри бирләшдирмәлидир ки, онларын саһәләри көстәрилән сәрһәд әјриси илә ајрылмыш олсун.

Ван-Рејн гајдасы бир дә о һалда ишләнир ки, сәрһәд әјриси вә она ујғун кәлән бирләшдиричи хәтт кәсишмәсинләр.



Шәкил 95. Ван-Рејнин јәһәрвари нөгтәси.



Шәкил 96. Икили системләрин бириндә инконгруент әријән кимјәви бирләшмә әмәлә кәлән вә бәрк мәһлуллары олмајан үчлү системин һал диаграмы.

Икили системин бириндә инконгруент перитектик нөгтәјә малик әријән бирләшмә әмәлә кәлән һалы нәзәрдән кечирәк (шәкил 96). Бу һалда да конгуент бирләшмә әмәлә кәлән һалда олдуғу кими ејни саһәләр вә сәрһәд әјриләри вардыр. Фәрг јалныз ондадыр ки, онлар бир гәдәр башга чүр јерләшмишләр. Бу онунла әлагәдардыр ки, көстәрилән системләрдә бәркимә (кристаллашма) заманы кедән просесләр мүәјјән гәдәр бир-бириндән фәргләнирләр. Һәр шејдән әввәл, әкәр системин фигуратив нөгтәси SBC үчбучағына дүшүрсә (SC-бирләшдиричи хәтт) о системин там кристаллашмасы заманы систем үч S, B, C компонентләрин механики гарышығындан ибарәт олмалыдыр.

Систем E вә P нонвариант нөгтәләри исә ASC үчбучағында јерләшир. Тамамилә ајдындыр ки, E нөгтәси евтектик нөгтә олдуғундан һәмин нөгтәдә A, S вә C компонентләри биркә кристаллашачагдыр, одур ки, E нөгтәсиндә бу үч фазанын саһәләри бирләшир.

P-нөгтәсиндә исә C, S, B саһәләрин компонентләри көрүшүр, анчаг бу компонентләрин биркә кристаллашмасы һәмин нөгтәјә ујғун кәлә билмәз. P-нөгтәсинә ујғун кәлән маје һәмин фазаларла таразлагдадыр, чүнки P-нөгтәси BSC үчбучағы саһәсинә дүшмүр.

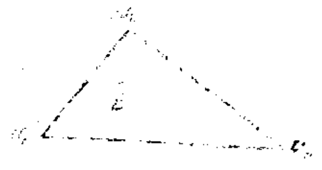
E типли нөгтәнин тәбиәти бизә әввәлдән мәлумдур. 97-чи шәкилдә үчлү евтектик нөгтәнин бәрк фазаларын фигуратив нөгтәләринә нәзәрән вәзијјәти көстәрилмишдир. Бәрк фазаларын фигуратив нөгтәләри V_1, V_2, V_3-лә ишарә олунмушдур, бу фазаларын компонент олмалары вачиб дејилдир, онлар бирләшмә дә ола биләр. V_1, V_2, V_3 фигуратив нөгтәләри үчбучағын тәпәләриндә јерләшмишдир. Үчлү евтектика әтрафында ликвидус сәтһинин көрүнүшү 98-чи шәкилдә тәсвир олунмушдур. Үчлү евтектик нөгтәјә үч моновариант әјри енир. Бу әјриләр маје фаза илә ики бәрк фазанын таразлығыны ифадә едир вә системдән истилик алан заман һәмин фазалар кристаллашыр. Бу нөв просес когруент просес адланыр.

Үчлү евтектик нөгтәјә ағырлыг мәркәзи гајдасына көрә нәзәр салсаг көрәрик ки, үчлү маје евтектика онунла таразлыгда олан үч бәрк фазадан алыныр вә һәмин фазалар үчлү евтектиканы тәшкил едир. Бу фаза конгруент фаза, онун диаграмда олан фигуратив нөгтә исә конгујент нөгтә адланыр.

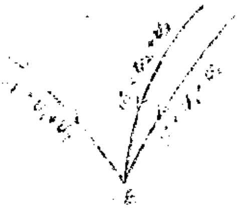
Беләликлә маје евтектика онунла таразлыгда олан үч бәрк фаза илә конгруентдир. Шәкил 97-дә верилдији кими фигуратив нөгтәси Е олан мәһлул өзү илә таразлыгда олан V_1, V_2, V_3 бәрк фазалары илә конгруентдир вә бу нөв мәһлул монокенетик мәһлул адланыр.

"Фаза, башга фазаја конгруентдир" термини башга фазалар сајына да аид едилә биләр. Мәсәлән: шәкил 97-дә фазасы V_1, V_2, V_3 бәрк фазалары илә конгруентдир, анҹаг V_1 фазасы Е V_2, V_3 фазалары илә конгруент дејил.

Шәкил 96-да көрүндүјү кими Р-нөгтәсинә ујғун кәлән таразлыға бахсаг көрәрик ки, C, S, B фазалары илә таразлыгда олан мајенин фигуратив нөгтәсини тәмсил едир, анҹаг CB үчбуҹағында јерләшмир. Бу мәсәләни араштырмаг үчүн 99-ҹу шәкили нәзәрдән кечирәк. Шәкилдә Р маје фазасынын V_1, V_2, V_3 бәрк фазаларына нәзәрән М нөгтәсинин тәсвири верилмишдир. 96-ҹы шәкилдә Р, С, В вә S нөгтәләринин јерләшмәси нечәдирсә, 99-чу шәкилдә дә Р, С, В, S нөгтәләри ејни јерләшмишдир. М гарышығыны јалныз Р вә V_2 фазалары верә биләр, М исә өз нөвбәсиндә парчаланыб V_2 вә V_3 фазалары верир.



Шәкил 97. Конгруент просесдә Е маје фазасы вә V_1, V_2, V_3-үч бәрк фазаларын фигуратив нөгтәләринин јерләшмәси.



Шәкил 98. Үчлү евтектик нөгтәси.

Беләликлә бу фазаларын иштиракы илә кедән просес ашағыдакы кими јазыла биләр:

$$P + V_2 = V_1 + V_3 \quad (1)$$

әкс просес исә

$$V_1 + V_3 = P + V_2 \quad (2)$$

кими ишарәләнир.

Әкәр Р маје фазадырса, онда јухарыда көстәрилән (1) схемдән белә чыхыр ки, системдән истилик алынса, V_2 фазасы Р фазасында һәлл олар вә нәтичәдә V_1 вә V_2 фазалары ајрылар. Бу перитекик просесдир, онда иштирак едән маје фаза маје перитектика, онун фигуратив нөгтәси олан Р нөгтәси исә перитектик нөгтә адланыр.

Бу нөгтә инконгруент нөгтә адланыр. Она ујғун кәлән фаза исә V_1, V_2, V_3 фазалары исә инконгруентдир. 99-чу шәкилдә тәсвир олунмуш фигуратив нөгтәләрин һамысы (P,V_1,V_2,V_3) дөрдбучаглынын тәпәләрини тәшкил едир. Онун диагоналларындан бири олан (PV_2) мајенин фигуратив нөгтәси илә онда һәлл олан бәрк фазанын фигуратив нөгтәсини бир-

ләшдирир; дикәр диагонал исә (V_1, V_3) бу заман ајрылан V_1 вә V_3 фазаларынын фигуратив нөгтәсини бирләшдирир.

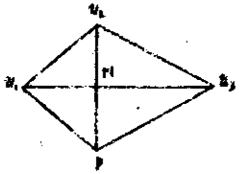
Инконгруент вә еләчәдә конгруент просес јалныз B фазасынын маје һалында дејил, һәмчинин онун бәрк һалында да баш верә биләр. P фазасы маје олдуғу һалда о маје перитектика адланыр, онун фигуратив нөгтәси перитектик нөгтә вә бу заман баш верән просес исә перитектик просес адланыр. Үч бәрк фаза илә таразлыгда олан мәһлул исә бикенетик мәһлул адланыр.

100-чү шәкилдә P перитектик нөгтәсиндә кәсишән моновариант әјриләрин јерләшмәси көстәрилмишдир. Ики әјри P-нөгтәсиндән галхыр, үчүнчү исә ондан ашағы енир. Она көрә дә P-нөгтәсини бә'зән икигат јүксәлиш нөгтәси дә адландырырлар.

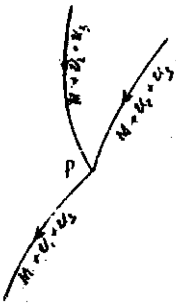
Бә'зән системдән истилик алдыгда ашағыда көстәрилән схем үзрә башга нөв нонвариант инконгруент просесә дә раст кәлмәк олур.

$$P + V_3 + V_2 = V_3 \qquad (1)$$

јә'ни ики бәрк фаза һәлл олур вә бир бәрк фаза ајрылыр. Бу нөв просес икигат инконгруент адланыр. Бу просес 101-чи шәкил дә тәсвир едилмишдир. Фигуратив нөгтәләрин шәкилдәки кими јерләшмәси *конјуксија* адланыр.



Шәкил 99. Инконгруент просесдә P маје фазасы V_1, V_2, V_3-үч бәрк фазаларын фигуратив нөгтәләринин јерләшмәси.



Шәкил 100. Икигат галхма нөгтәси.

Шәк. 101. Конјуксијанын дуруму. Шәк. 102. Икигат енмә нөгтәси.

Әкәр P маје вә бәрк V_1, V_2, V_3 фазалары арасында икигат инконгруент просес баш верирсә, онда P нөгтәсиндән ики моновариант әјри енир, бири исә галхыр (шәкил 102). Бу заман P нөгтәси икигат јүксәлиш нөгтәси аз тәсадүф едилир.

Инди 96-чы шәкилдә тәсвир олунмуш сәрһәд әјриләринә һансы просесләр ујғун кәлдијини нәзәрдән кечирәк.

Шәкилдән көрүндүјү кими pP әјрисиндән башга бүтүн әјриләр үзрә кедән просесләр икили конгруент бирләшмә әмлә кәлән системдә олан просесләрлә ејнидир. Буну e_2P моновариант әјриси үчүн исбат едәк (шәкил 96). Шәкил 103-дә шәкил 96-дакы диаграмын бир һиссәси e_2P моновариант әјриси вә үчбучағын BC тәрәфи тәсвир олунмушдур.

Тутаг ки, B вә C бәрк фазасы илә таразлыгда олан M-мајеси верилмишдир. Таразлығы позмадан системдән мүәјјән гәдәр истилик алынарса, онда моновариант просес баш верәчәк. Системин температуру бир гәдәр ашағы дүшәчәк вә бу заман B вә C бәрк фазасынын мүәјјән гәдәри ајрылачаг, M мајеси исә M_1 мајесинә кечәчәкдир. M_1, C вә B нөгтәләрини чүт-чүт дүз хәтлә бирләшдирсәк M_1CB үчбучағыны алачағыг вә бу үчбучаг дахилиндә исә башланғыч M мајесинин фигуратив нөгтәси јерләшир. Бу заман баш верән просес доғрудан да конгруент просесдир. Бу гајда илә pP әјрисиндән башга шәкил 96-да олан бүтүн сәрһәд әјриләри үзрә һансы просесләр кетдијини көстәрмәк олар.

pP әјриси үзрә һансы просес баш вердијини билмәк үчүн 96-чы шәклин бир һиссәсинин бөјүдүлмүш тәсвири олан 104-чү шәкилә нәзәр салаг.

Тутаг ки, B вә S бәрк фазалары илә таразлыгда олан M_2 мајеси вардыр. Јенә дә системин таразлығыны позмадан системдән мүәјјән истилик алынарса, бу заман M_2 мајеси M_1 мајесинә кечәчәкдир. M_1, S вә B-ни хәтләрлә бирләшдирсәк M_1SB үчбучағыны аларыг.

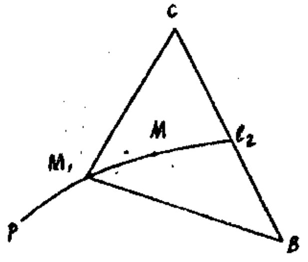
M_2 нөгтәси анчаг һәмин үчбучагдә јерләшмәјәчәкдир. M_2 вә M_1, M_2 вә S, M_2 вә B-ни хәтлә бирләшдирсәк M_2M_1BS дөрдбучаглысыны аларыг. Дөрдбучаглынын M_2B вә M_1S диагоналлары алыныр. Бу ашағыдакы схем үзрә кедән инконгруент просесин әламәтини көстәрир.

$$M_2 + B = S + M_1$$

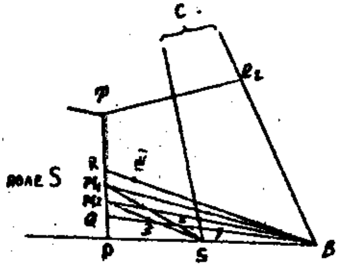
бу схем үзрә B маједә һәлл олур, S исә ајрылыр. Беләликлә рР әјриси инконгруент просесә ујғундур вә ону перитектик адландырмаг олар. Перитектик просесин нә илә гуртардығыны билмәк үчүн шәкил 104-дә верилмиш, 1, 2, 3 әринтиләринин сојудулмасы заманы просесләр баш вердијинә нәзәрә салсаг.

1 әринтиси SCB үчбучағында олдуғундан B компонентинин әринтидә A илә бирләшиб S_2 бирләшмәсини әмәлә кәтирән мигдарындан артыг олачагдыр (шәкил 96). Демәли там бәркимә заманы о, B, S вә C маддәләринин гарышығыны әмәлә кәтирәчәкдир.

Бәркимә о вахт баша чатачагдыр ки, мајенин фигуратив нөгтәси B перитектик нөгәсиндә олсун. 1 әринтисинин фигуратив нөгтәси B компонентин саһәсинә дүшдүјүндән бәркимә B компонентин ајрылмасы илә башлајыр. Бу заман маје фазанын фигуратив нөгтәси 1 вә B нөгтәләриндән кечән дүз хәтт үзрә 1 нөгтәсиндән башлајыр. B-дән узаглашараг һәрәкәт едир (B-нин мигдары маједә азалыр).



Шәкил 103. e_2P әјриси илә һәмсәрһәд саһәдәки диаграмын һиссәси.



Шәкил 104. B компонентин саһәси.

Маје фазанын фигуратив нөгтәси B вә S-ин саһәсини ајырсаг pP хәттинә чатдыгда (Q нөгтәси) просес моновариант вә инконгруент олачагдыр; B компоненти маједә һәлл олачаг, S исә ајрылмағы башлајачагдыр, бу заман мајенин фигуратив нөгтәси pP хәтти үзрә Q-дән P-перитектик нөгтәсинә доғру һәрәкәт едәчәкдир. Илкин системдә в компонентинин артыглығы олдуғундан маје фазанын фигуратив нөгтәси P нөгтәсинә чатачаг вә моновариант просес нонвариант инконгруент просеслә әвәз олачагдыр. Бу нөгтәдә 4 фаза маје, B, S вә C олачагдыр. P-нөгтәсинә мүвафиг реаксија ашағыдакы схемлә баш верәчәкдир:

M+B=S+C

Илкин системдә B илә M бирләшәчәк. Индијә гәдәр A олдуғундан әввәлчә M-мајеси сәрф олуначагдыр вә онлар сонра систем B, S вә C маддәләринин гарышығындан ибарәт олачагдыр. 2 нөмрәли әринтинин илкин бәркимәси дә 1 нөмрәли әринтидә олдуғу кими олачагдыр. Фигуратив нөгтә P нөгтәсинә чатдыгда B-нин һәлл олмасы илә биркә C вә S

ајрылыр. S бирләшмәсиндә A вә B компонентинин мигдары илкин системиндәки кими олдуғундан, ејни заманда һәм маје, һәм дә A вә B сәрф олуначаг вә нәтичәдә S вә C системи маддәләри тәшкил едәчәкдир. 3 эринтисинин бәркимәси дә в компонентинин ајрылмасы илә башлајыр. Сонрадан маје фазанын фигуратив нөгтәси Q-јә чатдыгда B-нин һәлл олмасы вә S-ин ајрылмасы башлајачагдыр вә мајенин фигуратив нөгтәси Q-дән P-јә доғру pP сәрһәд әјриси бојунча һәрәкәт едәчәкдир. Фигуратив нөгтә M_2-јә чатдыгда систем M_2 мајесиндән вә S бәрк фазасындан ибарәт олачагдыр. Она көрә ки, 3 нөгтәси S вә M_2-ни бирләшдирән хәтт үзәриндә јерләширләр. Бу анда S маједән ајрылыр вә просес дивариант олараг баш верир.

Сонрадан системдә просесин нечә давам едәчәјини билмәк үчүн 96-чы шәкилә нәзәр салаг. S-ин маједән ајрылмасы баш вердијиндән мајенин фигуратив нөгтәси S-ин саһәсиндә F вә S-и бирләшдирән хәтт үзрә F-дән G-јә доғру һәрәекәт едәчәкдир. Фигуратив нөгтә ахырынчы G нөгтәсинә чатдыгда јенидән моновариант просес башлајачаг вә маједән S вә C ајрылачагдыр. Бу заман фигуратив нөгтә PE сәрһәд әјриси үзрә G-дән E-јә доғру һәрәкәт едәчәкдир. E нөгтәсиндә артыг A, S вә C-дән ибарәт олан үчлү евтектик гарышыг чөкәчәк вә бундан да системин әринтиләри там бәркимиш олачаг.

Инди исә шәкил 96-да олан I, II вә шәкил 104-дә олан фигуратив нөгтәләрин кристаллашма просесинә бахаг.

I әринтинин бәркимәси ашағыдакы кими кедир. I нөгтәси ASC үчбучағында јерләшдијиндән бәркијән әринти A, S, C компонентләринин механики гарышығындан ибарәт олачагдыр вә кристаллашма E нөгтәсиндә гуртарачагдыр. I маје әринтисини сојутдугда әввәлчә C компоненти ајрылачагдыр. M нөгтәсиндә исә C вә B компонентин биркә кристаллашмасы башлајыр. P нөгтәсиндә перитектик просес башлајыр, белә ки, B маједә һәлл олур, S вә C ајрылыр. I әринтисиндә B чатышмамазлығындан әввәлчә перитектик просес заманы B фазасы исраф олуначаг, сонрадан исә моновариант просес заманы S вә C ајрылыр (PE сәрһәд әјриси үзрә). Просес үчлү евтектиканын кристаллашмасы илә сона јетир (E нөгтәси).

II әринтинин бәркимәси дә I әринтисинин ејнидир. Анчаг II бәркимәси бир гәдәр габаг баш верәчәкдир. Она көрә ки, II әринтисиндә B компонентинин артығы вардыр, вә перитек-

тик кристаллашма заманы (P нөгтəси) əввəлчə маје фаза гуртарыр одур ки, систем B, S вə C-ин механики гарышығындан ибарəт олур.

III əринтинин (шəкил 104) ашағыдакы кими бəркијир, əввəлчə B ајрылыр (III B дүз хəтти) сонрадан B һəлл олур вə S ајрылыр (сəрһəд əјриси R P бир һиссəси). Сонрадан перитектик просеслə B һəлл олур, S вə C ајрылыр (P нөгтəси). Бу заман əввəлчə B компоненти һəлл олур, сонрадан исə S вə C-ин ајрылмасы (PE сəрһəд əјриси үзрə шəкил 96) вə нəһајəт үчлү евтектиканын (E нөгтəси шəкил 96) кристаллашмасы илə баша чатыр. III нөгтəси ASC үчбучағында олдуғундан буну əввəлчəдəн дə демəк олар.

Бир гəдəр дə бахдығымыз системин солидус һагтында јə'ни маје һалда системдəн там һəллолма вар, бəрк һалда исə һеч бир һəллолма јохдур. Нонвариант просес заманы там бəркимə (кристаллашма) кетдијиндəн солидус сəтһи мүстəви олачагдыр. O мүстəви ки, нонвариант нөгтəдəн кечəчəк вə үчбучағын тəркиб мүстəвисинə паралел олачагдыр.

Əкəр системдə бирлəшмə əмəлə кəлмирсə, бу мүстəви јеканəдир (шəкил 89). Əкəр икили системлəрдəн бириндə конгруент əријəн бирлəшмə əмəлə кəлирсə, онда мүстəви ики əдəд олачагдыр, чүнки бу системлəрин диаграмларында ики үчлү евтектик нөгтə вардыр (шəкил 92, 96 диаграм). Инконгруент бирлəшмə əмəлə кəлəн системлəр үчүн дə конгруент бирлəшмə əмəлə кəлəн системлəр кими ики мүстəви мөвчуддур ки, бунлар онунла фəрглəнирлəр ки, инконгруент бирлəшмə олан системлəрдə мүстəвинин бири үчлү евтектика, дикəри исə үчлү перитектика нөгтəсиндəн кечир вə һəр икиси дə тəркиб үчбучағына паралел олурлар.

Биринчи мүстəви икинчи мүстəвидəн ашағыда јерлəшир јə'ни бир гəдəр икинчинин ичəрисинə дахил олур. Бу онунла əлагəдардыр ки, бу чүр системлəрдə елə əринтилəр вардыр ки, онларын бəркимəси перитектик просес кедəн нөгтəдə тамамланыр. Перитектик просесдəн башга дикəр просеслəр дə баш верə билəр вə бу просеслəр үчлү евтектиканын кристаллашмасы илə ахыра чатыр. Һəм маје һəм дə бəрк һалда там һəлл олан гејри-məһдуд системлəрдə диаграмын ликвидусу ујғунлуг принсипи илə тамамилə узлашыр, јə'ни бу заман систем бир саһəдəн-үчлү бəрк мəһлулун чөкмə саһəлəриндəн ибарəтдир.

Ликвидус сәтһләринин формалары мүхтәлиф ола биләр. Максимумсуз, минимумсуз вә јахуд, сигар формасы олмадан икили системләрдән фәргли олур. Үчлү системдә ликвидус әјриси чај "вади"си шәкилли ола биләр, буда икили системләрдә олан ликвидус әјриләрдән асылыдыр.

Бу нөв системләрдә солидус сәтһи дә әјридир вә онун формасы да үчлү системи тәшкил едән икили системләрин солидусунун формасындан асылыдыр. Әкәр ликвидус әјрисиндә екстремум (максимум вә јахуд минимум) вардырса һәмин екстремум өзүнү солидус әјрисиндә дә көстәрәчәкдир вә јахуд әксинә. Бу заман екстремум нөгтәсиндә ликвидус вә солидус сәтһләри бир-бирилә тохунур вә беләликлә бу нөгтәјә ујғун кәлән әринти сабит температурда фәрди маддә кими бәркијир.

3.9 ҮЧЛҮ ГАРШЫЛЫГЛЫ СИСТЕМЛӘР

Гаршылыглы системләр елә системләрдир ки, онун компонентләрин үмуми иону олмајан бирләшмәләрдән ибарәт олараг онларын арасында мүбадилә реаксијасы кедә билсин

$$Ax + By \Leftrightarrow Ay + Bx$$

$$Ax + B \Leftrightarrow Bx + A$$

Ах, Ву вә Ау, Вх дүз хәтләри гаршылыглы дуз чүтләри адланыр. Гыса олараг гаршылыглы дөнәр системләри А,В||ху кими ишарәләјирләр. Сол тәрәфдә катион сағ тәрәфдә исә мүбадилә реаксијасында иштирак едән анионлар јерләшир.

Илк бахышдан елә көрүнүр ки, јухарыда көстәрилән систем дөрд компонентли системдир. Белә ки, систем дөрд Ах, Ву, Ау вә Вх дузларындан ибарәтдир. Компонентләрин арасында кедән реаксија ајдын көрүндүјүндән бу систем икинчи синиф системләрә аиддир. Бу чүр системләрдә компонентләрин сајы, системин тәркиб һиссәләри минус онларын арасында кедән асылы олмајан реаксијаларын сајына бәрабәрдир. Бу нөв системләрдә компонентләрин сајы (4-1) үчә бәрабәрдир вә үч компонентли гаршылыглы системләр адланыр. Конденсә олунмуш үчлү гаршылыглы системләринин диаграмыны гурдугда тәркиби елә ифадә едирләр ки, катионларын гатылығы чәми анионларын гатылығы чәминә бәрабәр олсун, белә ки, башланғыч маддәләр еквивалентли мигдарда көтүрүлүр. Әкәр системдә мүхтәлиф валентли ионлар иштирак едәрсә, системи еквивалент гатылыгда алмаг үчүн реаксија тәнлијинә ујғун әмсаллар јазмаг лазымдыр. Мисал үчүн, күмүш-хлоридлә гурғушун-сулфиддән әмәлә кәлән систем белә көстәрилир.

$$Ag_2Cl_2 + PbS \Leftrightarrow PbCl_2 + Ag_2S$$

Бу чүр јазылыш реаксијада катионларын ики дәфә артырылмасына хүсуси физики мә'на вермәк лазым дејилдир.

Гаршылыглы системләрин диаграмлары тәркиб квадратында көстәрилир. Тутаг ки, (1) тәнлији илә ифадә олунмуш

реаксија кедән системин тәркибини ифадә етмәк лазымдыр. Бунун үчүн 105-чи шәкилдә көстәрилдији кими квадрат көтүрүлүр вә бу квадратын тәпәләриндә тәмиз Ах,Ау, Вх вә Ву компонентләри јерләшдирилир вә өзү дә системин тәркиби елә һесабланыр ки, үч асылы олмајан компонентин гатылыглары 100-ә бәрабәр олсун.

$$[Ax] + [Ay] + [Bx] = 100 \qquad (1)$$

$$[Ay] + [By] + [Bx] = 100 \qquad (2)$$

Квадрат мөтәризәләр ујғун компонентләрин гатылығыны көстәрир. Тутаг ки, а%Ах, в%Вх вә с% Ау тәркиби гарышыг вардыр вә шәртимизә көрә а+в+с=100%.

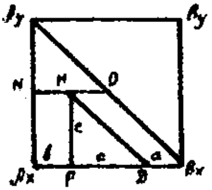
Бу нөв гарышыг тәркибини диаграмда әкс етдирмәк үчүн ашағыдакы ардычыллыға әмәл етмәк лазымдәр. Вх(в) компонентинин гатылығыны квадратын Ах-Вх тәрәфиндә, Вх истигамәтиндә гејд едирләр вә F нөгтәсини алырлар. Алынмыш нөгтәдән перпендикулјар галдырыб онун үзәринә Ау (с) гатылығыны гејд едирләр. Перпендикулјарын сону (М нөгтәси) верилмиш гатылығын тәркибини ифадә едәчәкдир. Ах (а) гатылығыны (1) тәнлијиндән вә јахуд графики јолла да алмаг олар.

Ах-F=N М=в, Д-Вх=МО=а, FД=FM=C

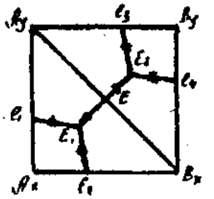
Алынмыш квадратын бә'зән тәркиб квадраты адландырырлар. Бу квадрат үчлү системләрә аид олан Киббс-Розебом үчбучағыны әвәз едир. Үчлү гарышыглы системләрин диаграмынын гурулмасы ади үчлү системләрин диаграмынын гурулмасына ујғундур. Мүстәви үзәринә ендирилмиш перпендикулјар үзәриндә ујғун әринтиләрин илкин бәркимә температурлары јерләшдирилир. Алынмыш нөгтәләрдән сәтһ әјриләри кечирирләр вә бу да системин ликвидусуну әмәлә кәтирир.

Сәчијјәви нөгтәләрин пројексијасыны квадрат тәркиб мүстәвиси үзәринә алмагла ади мүстәви диаграм һалына кәтирилир. Бу нөв мүстәви диаграмлар 106 вә 108-чи шәкилләрдә көстәрилмишдир (изотермсиз). 106-чы шәкилдә гаршылыглы системин ики гаршылыглы олмајан системә Ах-Ау-Вх вә Ау-Ву-Вх ајрылмасы көстәрилмишдир. Һәр бир систем

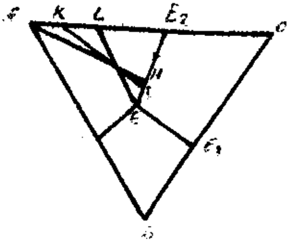
өзүнүн үчлү (E_1,E_2) вә икили (e_1, e_2E), (e_3,e_4E) евтектикалары илә сәчиjjәләнир. Верилмиш һалда Ау (Ау-e_1, -E_1-Е-E_2-E_3) вә Rx (Вх-E_2-E_1-E_2-e_4) компонентләринин саһәси E_1E_2 сәрһәд әjриси үзрә тохунанлар вә она көрә дә еjни заманда Ах вә Ву компонентләри илә доjмуш әринтиләрин мөвчудлуғу мүмкүндүр. Ау-Вх кәсиjи Е евтектикасына малик икили системә уjғундур. Ау-Вх системи бахылан һалда квазибинар системдир. Үчлү вә даһа чох компонентли ситемләрин тәркибинә дахил олан икили системләрә квазибинар системләр деjилир. Ау-Вх кәсиjи стабил диагонал адланыр. Елә системләр ола биләр ки, орада стабил диагонал Ау-Вх jох Ах-Ву ола биләр.



Шәкил 105. Квадрат һал диаграмы үзәриндә фигуратив нөгтәнин тәсвири.

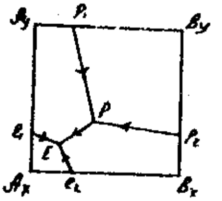


Шәкил 106. Стабил диагоналы олан үчлү гарышыглы системин һал диаграмы.



Шәкил 107. Садә евтектиканын үчлү системин мүстәви һал диаграмы.

Диаграма әсасән (шәкил 106) истәнилән әринтинин бәркимәсини изләмәк олар. Бурада да бәркимә үчлү системдә олдуғу кими (шәкил 107) баш верәчәкдир. Сәрһәд әјриләри үзрә температурун азалмасы охлара көстәрилмишдир. Шәкил 108-дә үчлү гарышылыглы системин даһа бир садә диаграмы верилмишдир. Бу системдә квазибинар хассәли систем јохдур, она көрә дә стабил диагонал олмајачагдыр. Нонвариант нөгтәләрдән бири (Р) кечид нөгтәсидир. Р-нөгтәси нонвариант инконгруент просесә ујғун кәлир, белә ки, Ву дузу һәлл олур, Ау вә Вх дузлары биркә ајрылыр. Ву компоненти биркә һәлл олдугдан сонра нонвариант просес баш верир, вә Ау вә Вх дузлары ајрылачагдыр, ејни заманда әринтинин фигуратив нөгтәси РЕ әјриси үзрә Е евтектика нөгтәсинә доғру һәрәкәт едәчәкдир. Просес евтектик кристаллашма илә баша чатачагдыр. Әкәр нонвариант просес заманы маје аз оларса, онда кристаллашма Р-нөгтәсиндә гуртара биләр. Бу о һалда баш верә биләр ки, илкин гарышығын фигуратив нөгтәси Ах-Вх-Ву үчбучағына дүшсүн. Бу һалда бәркимиш әринти бу үч компонентдән ибарәт олачагдыр.



Шәкил 108. Инконгруент нонвариант Р нөгтәси олан үчлү гаршылыглы системин һал диграмы.

Изотермики үфүги кәсикләр дедикдә елә кәсикләр баша дүшүлүр ки, бу кәсикләр ејни температурда тәркиб үчбучағына паралел мүстәвидән кечсин.

109-чу шәкилдә 700^0, 650^0 вә 550^{0}С-дә изотермики кәсикләрин проjексиjасы верилмишдир. 700^{0}С-дә **ав** вә **с** изотермләри үчбучагда Аав вә Ccd саһәләрини кәсир. Бу саһәләр маје илә таразлыгда олан А вә С бәрк компонентинин саһәсидир. Онларын фигуратив нөгтәләриндә **ав** вә jахуд **cd** изотермләри үзәриндә олачагдыр.

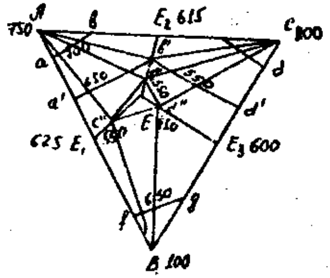
650^{0}С-дә fg изотермики үчбучағын Bfg һиссәсини кәсир, бу саһә В (бәрк) компонентинин саһәсинә уjғун кәлир вә фигуратив нөгтәси fg изотерми үзәриндә јерләшир. Бу температурда **а^{I}в^I** вә **вd^I** изотермләри вардыр бу изотермләр EE_2 сәрһәд әјрисиндә кәсиширләр. Бу изотермләр тәркиб үчбучағынын тәрәфләри үчбучағын тәпәсиндән ендирилмиш вә в^I кәсишән АВ^I, Св^I дүзхәтләри илә Аа^{I}в^I вә Cd^{I}в^I үчбучағлыны кәсир. Бу үчбучағлар маје илә таразлыгда олан А вә С компонентләринә уjғун кәлир, фигуратив нөгтә исә уjғун изотермләр үзәриндә олур.

Бундан башга Ав^I вә Св^I АС тәрәфилә А илә С-нин маје илә таразлығына уjғун кәлән Ав^{I}С үчбучағыны кәсир, фигуратив нөгтә исә Ев үзәриндә олур.

550^{0}С олан изотерм а^{II}в^{II}d^{II} үчбучағыны әмәлә кәтирир бу исә маје һала уjғун кәлир. АВС үчбучағынын тәпәсини 550^{0}С

температура олан изотерм $a^{II}в^{II}d^{II}$ сәрһәд әјриси илә бирләшдирсәк үч үчбучаг аларыг: $Aa^{II}в^{II}$, $св^{II}d^{II}$ вә $Ba^{II}d^{II}$. Бу үчбучаглар бәрк фазаларын A, C вә јахуд B-ин маје илә таразлығыны әкс етдирир, фигуратив нөгтәләр исә ујғун изотермләр үзәриндә јерләшир

109-чу шәкилдә верилмиш диаграмда $Aв^{II}C$, $Cd^{II}B$ вә $Aa^{II}B$ үчбучаглары ики бәрк A, C вә јахуд B-ин маје илә таразлығыны әкс етдирир, фигуратив нөгтәләр исә сәрһәд әјриси үзәриндә јерләшир. 450°C-дә үчлү евтектикадан кечән изотерм јалныз бир нөгтәјә евтектиканын өзүнә аиддир. 109-чу шәкилдә верилмиш диаграмын изотермләриндә ујғун температурларын гијмәтләри јазылмышдыр. Бу изотермләр рәгәмли пројексијалар адланыр.



Шәкил 109. Садә евтектикалы үчлү системин изотермики кәсикләринин пројексијаларынын көстәрилмәсилә мүстәви һал диаграмы.

ACB үчбучағы (шәкил 107) үчлү системин ликвидусунун мүстәви үзәриндә пројексијасыдыр. Температур дүшмәси диаграмда охларла көстәрилмишдир. Даһа мараглы бир нәтичә, 107-чи шәкилдә көстәрилмиш F фигуратив нөгтәси олан үчбучагда әринтидән фазаларын ајрылмасынын ашкарланмасындан алыныр.

Фигуратив нөгтә $A\text{-}E_2\text{-}E\text{-}E_1$ саһәсинә дүшдүјүндән А компоненти ајрылмаға башлајыр. Бәркимә просеси заманы маје А компоненти илә касыблашыр. Линк гајдасына көрә онун фигуратив нөгтәси А вә F нөгтәләрини бирләшдирән дүз хәтт үзрә А-дан узаглашараг һәрәкәт едәчәкдир.

Фигуратив нөгтә Н-а чатдыгда А вә С-нин биркә ајрылмасы баш верәчәкдир. Бу анда мајенин мигдары илә ајрылмыш бәрк фазанын мигдары ашағыдакы нисбәтдә олачагдыр:

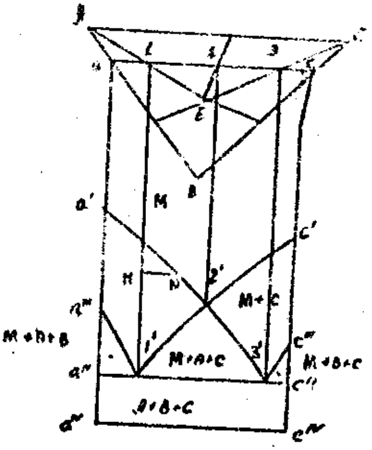
$$\frac{\text{А бәркин мигдары}}{\text{мајенин мигдары}} = \frac{FH}{AF}$$

Сонрадан А вә С-нин биркә кристаллашмасы баш верир. Бу просесин башланғычы Н-нөгтәсинә ујғун кәлир. Бу просес заманы фигуратив нөгтә Н-дан Е доғру истигамәтләнәчәкдир. Бу мајенин фигуратив нөгтәси J нөгтәсинә чатан заман, бәрк фазалар комплексинин тәркиби FJ илә үчбучағын АС-К тәрәфинин кәсишмәси олан К илә ифадә олуначагдыр. Фигуратив нөгтә Е нөгтәсинә (үчлү евтектикаја) чатан кими бәрк фазаларын комлексинин тәркиби L нөгтәсинә ујғун кәләчәкдир. Икинчи кристаллашманын ахырында бәркимиш фазаларын мигдары Линк гајдасына көрә ашағыдакы нисбәтлә мүәјјән едиләчәкдир:

$$\frac{\text{бәркимиш фазанын мигдары}}{\text{мајенин мигдары}} = \frac{FE}{FL}$$

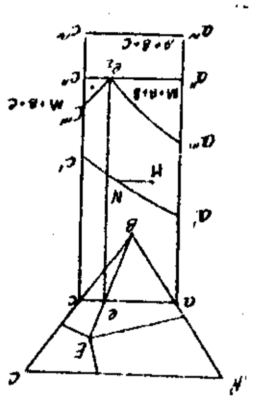
3.10. ПОЛИТЕРМИК-ВЕРТИКАЛ КӘСИКЛӘР.

Политермик кәсикләр үчлү системин фаза диаграмыны тәркиб үчбучағына перпендикулјар мүстәвиләрлә кәсдикдә алыныр. Политермик кәсикләр гызма вә јахуд да сојума әјриләринин гијмәтләринә көрә гурулур. Бу нөв кәсикләр изотермики кәсикләрдән фәргли олараг үчлү гарышыглардан фаза таразлығыны сәчијјәләндирмир. Политермик кәсикләр үчлү гарышыгларын фаза тәркибинин температурдан асылы олараг дәјишмәсини өјрәнмәјә имкан верир.

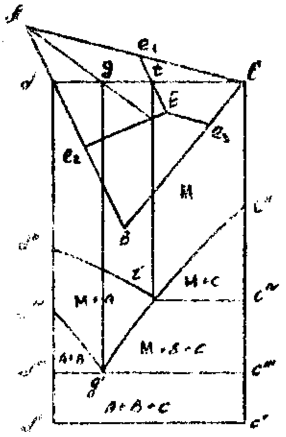


Шәкил 110. Үчбучағын тәрәфинә паралел олан вә ики компонентин саһәсиндән кечән политермик кәсик.

Шәкил 110-да верилдији кими ас $c^{IV}a^{IV}$ вертикал кәсијин гурулмасыны нәзәрдән кечирәк, бу кәсик А-С тәрәфинә паралел вә АВС үчбучағынын мүстәвисинә перпендикулјар кечир. Әввәлчә кәсијин $a^{I}2^{I}$ вә $c^{I}2^{I}$ әјриләри илә сәчијјәләнән ликвидусуну гураг. Һәмин ликвидуслар 2^{I} нөгтәсиндә кәсиширләр вә 2^{I} нөгтәсинә ујғун кәлир. 2-нөгтәси исә А вә С-нин икинчи тәртиб кристаллашма әјриси үзәриндә јерләшир. Солидус сәтһинин кәсишмәси үчлү евтектика температурунда $a^{II}c^{II}$ хәтти илә кәсишир.



Шәкил 111. Үчбучағын тәрәфинә паралел олан вә бир компонентин саһәсиндән кечән политермик кәсик.



Шәкил 112. Үчбучағын тәпәсиндән кечән политермик кәсик.

Инди исә ики вә үч фазалы таразлыг саһәләрини ајыран сәрһәд әјриләрини гурмаг лазымдыр. Бунун үчүн һал диаграмында евтектик нөгтәни тәмиз А вә С компонентләринин нөгтәләри илә бирләшдирмәк лазымдыр. 1, 3 нөгтәләри бу дүз хәттләрин а-с кәсији илә кәсишмәси илә $a^{II}c^{II}$ хәттинә проjексиjасыны алырлар, һәмин проjексиjа 1^{I}, 3^{I} илә ишарәләнмишдир. А-Е вә С-Е кәсикләринин нөгтәләринә уjғун кәлән әринтиләрин кристаллашмасында икинҹи тәртиб ајрылма баш вермир, јә'ни А вә С - нин кристаллашмасындан сонра бирбаша евтектик кристаллашма баш верир (А,В вә С биркә кристаллашыр). Она көрә дә 1 вә 3 нөгтәләринин проjексиjасы олан 1^{I}, 3^{I} нөгтәләри $a^{II}c^{II}$ үзәриндә олур. Вертикал үзүн јан тәрәфиндә а вә с нөгтәләрини геjд едирләр, бу нөгтәләр икили А-В вә С-В системләриндә евтектикаларын кристаллашма температуруна уjғун кәлир. Сонрадан a^{III} вә 1^{I}, 1^{I} вә 2^{I}, 2^{I} вә 3^{I}, 3^{I} вә C^{III} әјриләрлә бирләшдиририк вә бу әјриләр кәсикдә ики фазалы таразлыға уjғун кәлән (М+А+В, М+А+С вә М+В+С) саһәләрини ајырыр.

Әкәр әринтинин фигуратив нөгтәси М нөгтәсинә чатарса, онда бу о демәкдир ки, А компоненти N нөгтәсинин маје фазасы илә таразлыгда олаҹагдыр. Бәрк А илә таразлыгда олан маjенин фигуратив нөгтәси, мүстәвидә олмаjаҹагдыр, она көрә дә јухарыда көтәрилән политермики кәсикләр үчлү системләрдә фаза таразлығыны характеризә етмир.

Инди исә А-С тәрәфинә паралел вә тәркиб үчбуҹағынын мүстәвисинә перпендикулjар олан, анҹаг В компонентинин саһәсиндән кечән а-с кәсиjини арашдыраг (шәк.111).

Әввәлҹә кәсиjин $a^{I}c^{I}$ әјриси илә характеризә олунан ликвидус гурулур. Сонра үчлү евтектиканын кристаллашма температуруна уjғун кәлән $a^{II}c^{II}$ хәтти чәкилир (солидус). В нөгтәси үчлү евтектик Е илә бирләшдирилир: алынмыш дүз хәтлә ас-нин кәсишмәсиндән алынан е нөгтәсинин $a^{II}c^{II}$ хәтти үзәриндә проjексиjасы алыныр. E_2 нөгтәси елә әринтиләрә аиддир ки, онларын икинҹи тәртиб кристаллашмасы олмасын, она көрә дә e_2 нөгтәси $a^{II}c^{II}$ хәтти үзәриндә олур. Кәсиjин јан тәрәфиндә олан a^{II} вә c^{II} нөгтәләри А-В вә С-В евтектикаларынын кристаллашма температуруна уjғун кәлир. Сонрадан a^{III} вә c^{III} нөгтәсини e_2-лә бирләшдиририк. Алынмыш $a^{III}e_2$ вә $c^{III}e_2$ әјриләри кәсикдә икифазалы саһәләри үчбуҹағ фазалары М+А+В вә М+В+С саһәләриндән ајырыр.

Әввәлки һалда олдуғу кими фигуратив нөгтәнин M нөгтәсинә чатмасы о демәк дејилдир ки, о N мајесилә таразлыгда олачагдыр.

Һәгигәтән дә бу мајенин фигуратив нөгтәси шәкилдә мүстәви үзәриндә олмајачагдыр. Һәгигәтән дә әввәл дејиләнләри тәсдиг едир. Белә ки, вертикал кәсикләр үчлү системләрдә фаза таразлығыны характеризә етмир. Бунлар M+A+B вә M+B+C саһәләринә дә аиддир. C тәпәсиндән вә d нөгтәсиндән кечән политермик кәсијини C-d кәсији кими ишарә едәк (шәк.112). A вә E-ни дүз хәтлә бирләшдирәк, онун dc илә кәсишмәсини исә g илә ишарә едәк. d вә c нөгтәсиндән кәсијә перпендикулјар dd^{I} вәCc^{I} хәтләри чәкилир. dd^{I} хәтти үзәриндә d нөгтәсиндән кифајәт гәдәр аралыда d^{I} нөгтәси көтүрүлүр вә ондан $d^{I}c^{I}$ хәтти кечирилир вә бу хәтт үзрә $d^{I}d$ температуру гејд олунур. Һәмин хәтт үзәриндә $d^{I}d^{III}$, $d^{I}d^{II}$ вә $d^{I}d^{IV}$ гејд едилир: биринчи үчлү евтектиканын кристаллашма температуруна ујғун кәлир. d^{III}-нөгтәсиндән $d^{I}c^{I}$-ә паралел $d^{III}c^{III}$ хәтти чәкилир; $d^{I}c^{I}c^{III}d^{III}$ дүзбучаглысында там бәркимиш һалын саһәси јерләшир. Dc хәтти илә eE сәрһәд әјрисинин кәсишмәсини f илә ишарә едиб, ондан dd^{I} паралел хәтти кечириб үзәриндә нөгтәси гејд олунур вә нөгтә f нөгтәсинә ујғун кәлән әринтинин температуруна ујғун кәлир. $C^{I}C$ хәтти үзәриндә C компонентинин әримәсинә ујғун кәлән c^{II} нөгтәси көтүрәк. Инди исә f^{I} нөгтәсини d^{II} вә c^{II} нөгтәләрилә, $d^{II}f^{II}$ вә $f^{I}c^{I}$ әјриләрилә јә'ни df вә f c хәтти үзәриндә олан фигуратив нөгтәнин илкин кристаллашма нөгтәсинә ујғун кәлән нөгтә илә брләшдирилир.

G нөгтәсинин $d^{III}c^{III}$ үзәринә појексијасы алынарса (g^{I}). dg кәсији үзәриндә олан фигуратив нөгтәли бүтүн әринтиләриндән A компонентин илкин кристаллашмасындан сонра A вә B-нин икинчи дәрәчә кристаллашма баш верир.

Сонрадан d^{IV} нөгтәсини g^{I} нөгтәсилә бирләшдириб A+B-нин икинчи тәртиб кристаллашма әјрисини алырыг. Фигуратив нөгтәләри g вә f арасында олан бүтүн әринтиләрдән A компонентин илкин кристаллашмасындан сонра B вә C компонентләринин икинчи тәртиб ајрылмасы баш верир. Она көрә дә g^{I} вә f^{I} нөгтәләрини бирләшдириб икинчи тәртиб ајрылмаја ујғун әјри алырыг. Фигуратив нөгтәси fc кәсији үзәриндә јерләшән бүтүн әринтиләрин икинчи тәртиб кристаллашмасы ејни температурда баш вердијиндән f^{I} нөгтәсин-

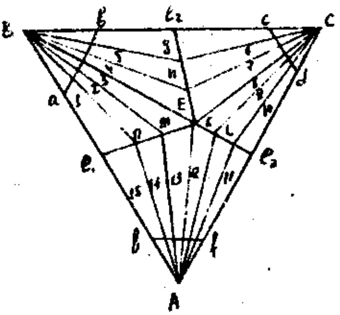
дән d^1c^1 паралел хәттчәкирик вә ики M+C вә M+B+C саһәси алыныр.

3.11. ҮЧЛҮ ЕВТЕКТИКА ВӘ БИРКӘ КРИСТАЛЛАШМА ӘЈРИЛӘРИНИН ҮЧ ПОЛИТЕРМИК КӘСИЈӘ ӘСАСӘН ГУРУЛМАСЫ (Д.А.ПЕТРОВ ҮСУЛУ).

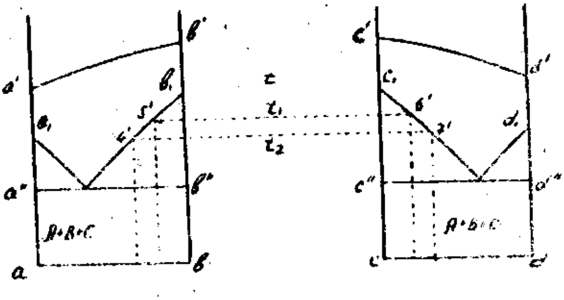
Үч политермик кәсијә көрә биркә кристаллашма әјрисини вә үчлү евтектиканы гурулмасы 113-чү шәкилдә верилмишдир. Кәсикләр ав, cd вә ef илә көстәрилмишдир. Кәсикләрдән һәр бири јалныз бир компонентин саһәсиндән кечир. Әкәр тәчрү-би јолла ики cd вә ав вертикал кәсикләри гурулмушса онлар-да һәмишә елә әринтиләр тапмаг мүмкүндүр ки, B вә C-нин икинчи дәрәчәли ајрылмасы ејни температурда баш версин, мәсәлән: ав кәсијиндә олан 5-әринтисинә cd кәсијиндә 6-әјриси ујғун кәлир. Бу кәсикләрдә B вә C-нин биркә крис-таллашмасы, t_1 температурунда баш верир (шәк.114). ав кәси-јиндә 4 әринтисинә cd кәсијилә 7 әринтиси ујғун кәлир вә онлара кристаллашмасы t_2 температурунда баш верир вә и.а. (шәк.114). Ујғун кәсикләрдә фигуратив нөгтәләрин јерини биләрәк e_2E (шәк.115) әјриси үзәриндә олан g, h вә c нөгтәләри тапмаг олар ки, онлар B вә C компонентләринин бир вахта кристаллашмасына ујғун кәлир. Бу нөгтәләри кәсән B5 вә C6 кәсишмәсиндән алыныр (Д нөгтәси) B4 вә C7 кәсишмәсиндән исә (h-нөгтәси) алыныр вә и.а. 5. 6 вә c нөгтәләри исә шәкил 114-дә көстәрилдији кими тапырлар. 9 вә 12, 10 вә 11 башга нөгтәләри cd вә ef вертикал кәсикләри үзәриндә олан әринтиләрин фигуратив нөгтәләринә әсасән к, *l* вә и.а. нөгтәләрин јерини јә'ни A вә C-нин биркә кристаллашма әјриси олан e_3E әјрисинин нөгтәләрини јухарыда дејилән гајда үзрә тапарыг.

Ики компонентин биркә кристаллашма әјриси (икили) икинчи дәрәчәли кристаллашма үчлү E евтектика нөгтәсиндә кәсиширләр. ав, cd вә ef кәсикләриндә 3, 8, 13-нөгтәләри илә әкс едилмиш әринтиләрин икили кристаллашмасы јохдур. Ef кәсијиндә ав вә cd кәсикләринә охшадығындан онун гурулмасы верилмир.

Беләликлә ән азы үч политермик кәсиклә үчлү системин диаграмында евтектика вә сәрһәд әјриләри гурмаг олар.



Шәкил 113. Биркә кристаллашма әјриләрин вә үчлү евтектик нөгтәсинин гурулмасы үчүн лазым олан кәсикләрин схеми.



Шәкил 114. Ав вә cd шагули кәсикләри.

3.12. ТӘЧРҮБИ ИШЛӘР.

1 иш. Үчлү системин ликвидусунун изотерми вә биркә кристаллашма әјрисинин гурулмасы.

Иш үчүн лазым олан ләвазиматлар:

1. Дәрәчәләнмиш тәркиб үчбучағы.
2. Миллиметрлә бөлүнмүш кағыз.

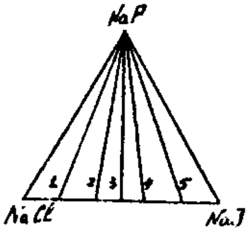
ИШИН ЈЕРИНӘ ЈЕТИРИЛМӘСИ.

NaF-NaCl-NaJ системини биркә кристаллашма әјрисинин вә ликвидус хәттинин проjексиjасыны ашағыдакы вериләнләрә көрә гурун.

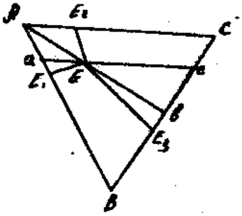
Тәркиб үчбучағыны тәшкил едән тәмиз компонентләрин әримә температурлары ашағыдакы кимидир: NaF-990^0, NaCl-800^0 вә NaJ-667^{0}C. икили системләрин хассәләри беләдир: NaF-NaCl системи садә евтектикдир, евтектиканын координатлары: 34,5 мол% NaF әримә температуру 675^{0}C-дир.

NaF-NaJ системи садә евтектикдир, евтектиканын координатлары: 18 мол% NaF әримә температуру 603^{0}C-дир.

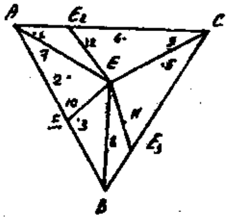
NaCl-NaJ системи евтектикдир вә компонентләр әсасында мәһлул һәллолма вардыр, евтектиканын координатлары: 63 мол% NaJ әримә температуру 570^{0}C-дир.



Шәкил 115. NaF-NaCl-NaJ системин шагули кәсикләринин схеми.



Шәкил 116. Гурулмаг үчүн кәсикләри көстәрилән үчлү системин мүстәви һал диаграмы.



Шәкил 117. Фигуратив нөгтәләри көстәрилән садә евтектик үчлү системин мүстәви һал диаграмы

Вертикал кәсикләрин (1, 2, 3, 4 вә 5) (шәк.115) характеристикасы 9-чу чәдвәлдә верилмишдир.

3.13. ИШ №2

Политермик кәсикләрин гурулмасы.

1. Үчлү евтектикадан кечән АВС гатылығ үчбучағынын АС тәрәфинә паралел ас вертикал политермик кәсијинин гурулмасы (шәк.116).

2. Үчбучағын тәпәсиндән вә үчлү евтектикадан кечән Ав вертикал кәсијин гурулмасы (шәк.116)

Шәкил 117-дә верилмиш диаграмдан истифадә едиб, шәкилдә көстәрилән фигуратив нөгтәли әринтиләрин бәркимә јолуну мүшаһидә етмәли.

3.14. ИШ №3.

Үчлү евтектика нөгтәсинин биркә кристаллашма әјрисинин үч политермик кәсијә көрә гурулмасы (Д.А.Петров үсулу).

Иш үчүн лазым олан ләвазиматлар:

1. Термографик анализ үчүн лазым олан чиһаз (НТР-70, 73,75), ПДС- 021 өзү јазан чиһаз
2. Хромел-алјумел термочүтү.
3. Лазыми температуру алмаг үчүн гыздырычы.
4. Әринти тәркибләрини дәјишдирмәк үчүн кварс термочүт үчбучағын јувачығы олан ампула.
5. Калка кағызы, миллиметрләнмиш кағыз, өлчүлү тәркиб үчбучағы
6. $LiNO_3$, $NaNO_3$, KNO_3 вә Al_2O_3 реактивләри (тәмиз).

ИШИН ЈЕРИНӘ ЈЕТИРИЛМӘСИ.

1. Тәдгиг олунан тәркиб үчбучағын тәшкил едә билән бинар (икили) системләрин хассәләрини вә тәмиз компонентләрин әримә температурларыны сорғу әдәбијјатындан тапмалы.

2. Фигуратив нөгтәләри ав, cd вә ef вертикал кәсикләри үзәриндә олан әринти гарышыгларыны һазырламалы (шәк. 113).
3. Гарышыгларын дибиндә термочүт үчүн јувачығы олан кварс ампулларда јерләшдирмәли вә онлары собада әритмәли.
4. Алынмыш әринтиләр үчүн дифференсиал термики анализ апармалы, алынмыш нәтичәләри ишләмәли вә изаһ етмәли.
5. Миллиметирләнмиш кағызда үчлү кәсијин ликвидус вә солидус әјрисини тәчрүби нәтичәләрә әсасән гурмалы (114-чү шәкилдә көстәрилдији кими).
6. Вертикал кәсикләрин верилмиш мә'луматларына көрә үчлү евтектика вә биркә кристаллашма әјрисини Петров үсулуна көрә гурмалы.

Ҹәдвәл 9

№ шәкил 115	тәркиб, мол%			температур, C^0			илкин ајрылан фаза
	NaCl	NaJ	NaF	крис. баш	2-ли әри. кр.	3-лү евтек. кр.	
1	10	2,5	87,5	945	650	532	NaF
	20	5	75	895	--	--	--
	30	7,5	62,5	832	--	--	--
	40	10	50	770	--	--	--
	50	12,5	37,5	710	--	--	--
	60	15	25	660	635	--	NaCl
	75	19	6	700	570	--	--
2	10	6,5	83,5	938	615	532	NaF
	20	13	67	867	--		
	30	20	50	745	--		
	40	26,5	33,5	690	--		
	50	33	17	620	596		NaCl
3	10	10	80	925	570	532	NaF
	20	20	60	850	--	--	
	30	30	40	750	--	--	
	40	40	20	583	--	--	
	45	45	10	605	535	--	NaCl
4	6,5	10	83,5	930	545	532	NaF
	13	20	67,0	875	--	--	
	20	30	50	800	--	--	
	26,6	40	33,5	703	--	--	
	33	50	17	570	--	--	
	46	54	10	562	540	--	NaCl
5	2,5	10	87,5	950	540	532	NaF
	5	20	75	912	--	--	
	7,5	30	62,5	867	--	--	
	10	40	50	810	--	---	
	12,5	50	37,5	740	--	--	
	15	60	25	643	--	--	
	19	75	6	572	534	532	NaJ

ТЕРМИКИ АНАЛИЗӘ ДАИР МӘСӘЛӘЛӘР.

МӘСӘЛӘ 1.

Гургушун-стибиум икили системиндән ашағыда тәркибләри көстәрилән үч әринтинин хассәләри:

а) 13 ат% Sb вә 87 ат% Pb

б) 20 ат% Sb вә 80 ат% Pb

в) 5 ат% Sb вә 95 ат% Pb

Соjума температур әjриләрини гурун. Алынмыш әjриләрин кедишини изаһ етмәклә, әринтидә һансы просесләрин баш вермәсини вә соjума әjрисинин һансы саһәсинә аид олдуғуну көстәрин. Гурғушун-стибиум икили системинин тәхмини диаграмыны гурмалы:

1. Тәчрүбәдән алынмыш соjума әjриләринә көрә.
2. Тәмиз гурғушу вә стибиум әримә температурларына әсасән.

МӘСӘЛӘ 2.

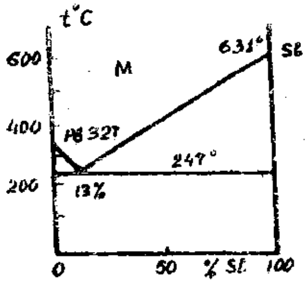
Соjума әjрисини гурмалы вә бу әринтиләрдә кедән **просесләр әjринин аjры-аjры һиссәләрини** характеризә етдиjини **көстәрмәли. Гурғушун-стибиум** диаграмыны бөлкүлү кағыза **чәкмәли, чәкилән диаграма вә тәчрүби** алынмыш әjриjә әсасланараг тәдгиг олунан әринтинин тәхмини кимjәви тәркибини **көстәрин.**

МӘСӘЛӘ 3

Гурғушун-стибиум икили системиндән ашағыдакы үч әринтинин соjума әjриләрини гурмалы:

1. 20 ат% Sb вә 87 ат% Pb
2. 35 ат% Sb вә 65 ат% Pb
3. 10 ат% Sb вә 90 ат% Pb

Гурғушун-стибиум диаграмында (шәк. 118) әсасән критик температурларда баш верән чеврилмәләри изаһ етмәли вә бәрк һалда тәдгиг олунан әринтиләрин фазаларыны вә микрогурулушуну көстәрин.



Шәкил 118. Pb-Sb системинин һал диаграмы.

ҺАЛ ДИАГРАМЛАРЫНА АИД МӘСӘЛӘЛӘРИН ҺӘЛЛИ НҮМУНӘСИ.

Мәсәлә: Fe-P системинин диаграмыны Fe-Fe_2P саһәсиндә I - 0,05%P, II - 2%P вә III - 17%P олан әринтиләрдә баш верән чеврилмә просесләрини араштырын.

I әринтинин 20^0C-дә, II әринтинин 100 вә 1350^0C вә III әринтинин 20 вә 1200^0C-дә фаза тәркибини вә фазаларын мигдари нисбәтини мүәjјәнләшдирин. Сүр'әтли соjутмада илкин кристаллашма заманы системин нүмунәләрин-дә һансы гурулуш кәнара чыхмалары олачағыны көстәрин.

Мәсәләнин һәлли.

Биринчи суалын һәлли шәкил 119-дә верилиб.

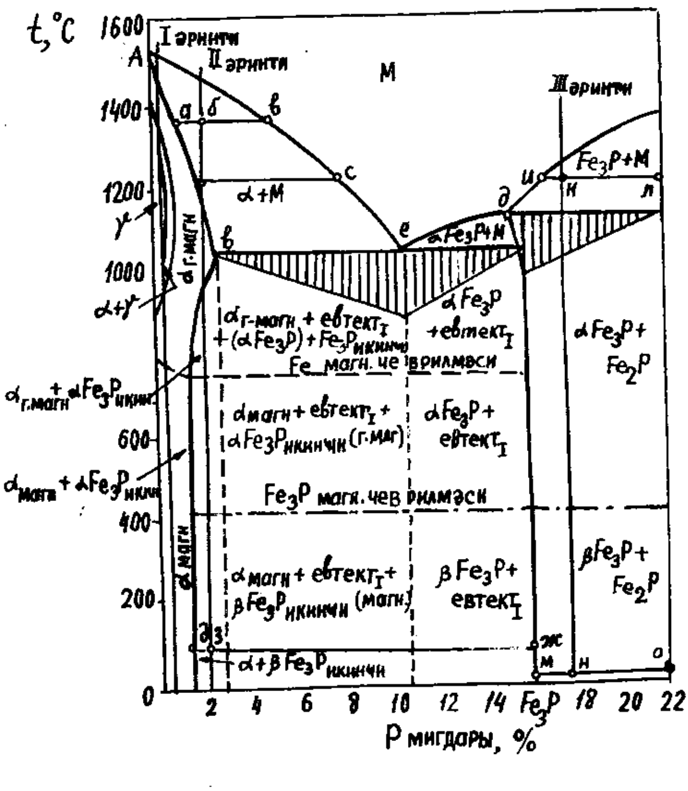
Сонунчу суалын чавабы ашағыдакы кимидир. Араштырылан һал диаграмы таразлыгдадыр. Бунунла белә бә'зи чеврилмәләр о гәдәр јаваш кедир ки, узун мүддәт соjутма заманы белә практики олараг там гуртармыр. Белә чеврилмәләрә хүсусилә перитектик реаксија илә әмәлә кәлән бәрк мәһлуллар вә ја давамсыз кимјәви бирләшмәләр аиддир.

Соjутма сүр'әтинин дәjишмәси диаграмда чеврилмә нөгтәләрин вә аjры-аjры хәтләринин јеринин сүрүшмәсилә нәтичәләнир. Нөгтәләрин јеринин сүрүшмәси дәрәчәси ашағыдакы әринтинин таразлыг һалындан асылыдыр.

Верилән системи там характеризә етмәк үчүн таразлыгда олан T-X диаграмы кифајәт етмир. Бунун үчүн гејри-таразлыг һалындан тарзлыг һалына кечиди көстәрә билән температур - таразлыг - заман координатында фаза диаграмынын олмасы даһа вачибдир. Анчаг белә диаграмлар чох мүрәккәб олур. Таразлыгда олан системин әринтиләриндә баш верән просесләрин вә ганунаујғунлугларын даһа әтрафлы тәһлили имкан верир ки, сүр'әтли соjума заманы чеврилмәнин характери һаггында фикир јүрүдүлсүн (әсасән илкин кристаллашма заманы). Бу нөгтәји нәзәрән верилән әринтиләрин кристаллашмасы просесләринә бахаг.

Диаграма ујғун олараг I әринти бирчинсли гурулушлу α - бәрк мәһлулу әмәлә кәтирмәклә кристаллашыр. Онун бәркимәси $1520\text{-}1500^0$-дә мајенин вә аjрылан бәрк фазанын 0,01÷

1,8% Р гатылыг интервалында баш верир. Бу әринти һәмчинин тәбәгәләшмәјә мә'руз галыр. Сүр'әтли сојума заманы бәрк мәһлул кристалларынын тәркиби һәмчинс олмур. Бунунла белә Р-ун гатылығы Fe-лә әмәлә кәтирдији бәрк мәһлулдакылардан - α (δ) артыг олмур. Буна көрә дә белә нүмунә бәркидикдән сонра фаза тәркибинә көрә таразлыгда олан нүмунәдән фәргләнмәјәчәк. Анчаг нүмунәнин ајры-ајры кристаллары кимјәви тәркибинә көрә ејничинсли олмајачаг.



Шәкил 119. Fe - P системинин һал диаграмы

Бәрк мәһлул кристалларынын кимјәви тәркибчә бирчинс олмамасы дахили кристаллик вә ја дахили дендрит тәбәгәләшмә адланыр.

II нүмунә (2%P олан) таразлыг һалында бәркидикдән сонра I нүмунәдә олдуғу кими бирчинсли мәһлул гурулушунда олмалыдыр. Бу нүмунәдә дә ликвидус вә солидус хәтләрин ара-сында температур вә гатылыгдан асылы олараг бөјүк фәргләр әмәлә кәлир. Бу нүмунә дә I нүмунәдә (0,05% P) олдуғу кими тәбәгәләшмәјә мејли олмалыдыр. II нүмунәнин бәркимәси 1500^{0}C-дә башлајыб 1200^{0}C-дә сона чатыр. Диаграмдан (шәкил 119) көрүндүјү кими 1350^{0}C-дә маје фаза (в нөгтәси) тәхминән 4,6% P-а маликдир, јә'ни евтектик темпетатурда бәрк һалда дәмирдә һәлл ола билән күтләдән 1,5 дәфә чохдур. Фосфорун дәмирдә һәлл олма сәрһәдди (B нөгтәси) диаграмдан көрүндүјү кими 2,6% P-дир. Бәркимәнин сонунда маје фазанын тәркиби тәхминән 7,5%-ә ујғун C нөгтәси илә көстәрилир. Сүр'этли сојума заманы там диффузија кедә билмәдији үчүн нүмунәнин тәркиби тәнзимләнмир. Она көрә дә C тәркибли маје фазасынын сонунчу "һиссә"си евтектикаја гәдәр олан әринти кими кристаллашыр. Башга сөзлә *a* кристалындан вә Fe_3P бирләшмәсиндән ибарәт олан α-бәрк мәһлул вә евтектик гарышығынын мүәјјән мигдар кристалы әмәлә кәлир. Беләликлә сүр'этли сојума заманы II нүмунәдә α-бәрк мәһлул кристалы илә јанашы евтектиканын дәјишән гатылыгларда мүәјјән мигдары да ола билир. Ашағы әримә температурлу евтектиканын олмасы маје ахычылығы артырыр. Ејни заманда евтектика јүксәк көврәклијә малик олдуғу үчүн механики хассәләри писләшдирир.

III нүмунәнин бәркимә просеси заманы Fe_2P бирләшмәси илә јанашы јүксәк температурда давамсыз олан Fe_3P бирләшмәси дә әмәлә кәлир. Буна көрә дә III нүмунә нормал температурда диаграмдан көрүндүјү кими Fe_3P+Fe_2P бирләшмәләрин кристалларынын гарышығындан ибарәт олмалыдыр. III нүмунәдә һәр бир бирләшмәнин мигдары линк гајдасы илә мүәјјәнләшдирилир вә шәкил 119-дан көрүндүјү кими 73%Fe_3P вә 27%Fe_2P тәшкил едир.

Fe_3P бирләшмәси перитектик реаксија илә С тәркибли маје фазадан вә Fe_2P тәркибли бәрк фазадан фаза сәрһәддиндә әмәлә кәлир.

Сүр'әтли сојума заманы белә реаксијалар ахыра гәдәр кетмир вә нүмунәдә диаграмда көстәрилдијиндән Fe_3P аз мигдар олур.

Бә'зи һалларда исә маје фазанын ахырынчы пајлары Fe_3P (мәс., Д нөгтәси) тәркибинә ујғун оландан чох дәмирә малик олур ки, бәркимә заманы Fe_3P (Fe_2P) вә α-бәрк мәһлулуна ујғун мүәјјән мигдар кичик дисперслијә малик евтектика әмәлә кәлир.

Беләликлә III нүмунә дә бә'зи һалларда (сүр'әтли сојума заманы) һал диаграмында фәргли гурулуша малик ола биләр.

Диаграмда гырыг хәтлә көстәрилмиш Fe_3P вә α-бәрк мәһлулда олан магнит чеврилмәләри гурулушда дәјишиклијә сәбәб олмур.

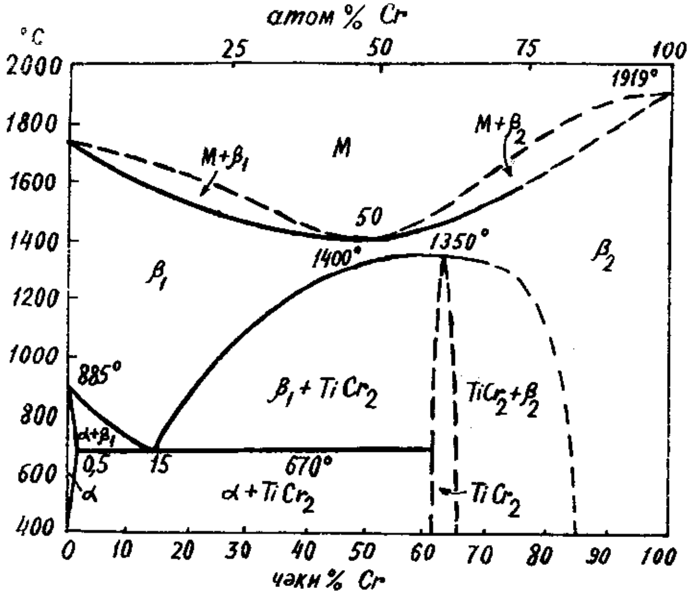
Тапшырыг №4. Верилмиш Ti-Cr һал диаграмына көрә (шәкил 120) I-4%Cr, II-10%Cr вә III-20%Cr нүмунәләриндә баш верән чеврилмә просесләрини араштырмалы.

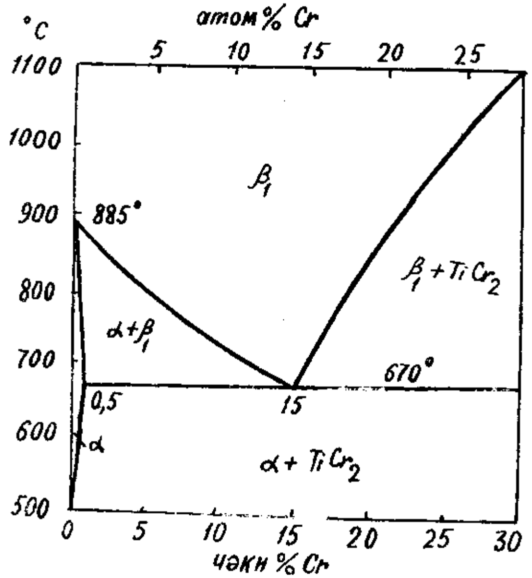
I вә II нүмунәдә 700°C-дә фаза тәркибини вә фазаларын мигдари нисбәтини, 400°C-дә исә гурулуш ваһидләринин нисбәтини мүәјјәнләшдирин.

Тапшырыг №5. Ti-Mn системинин һал диаграмына әсасән (шәкил 121) I-4%Mn, II-22%Mn, III-40% Mn олан нүмунәләриндә баш верән чеврилмә просесләринин араштырын.

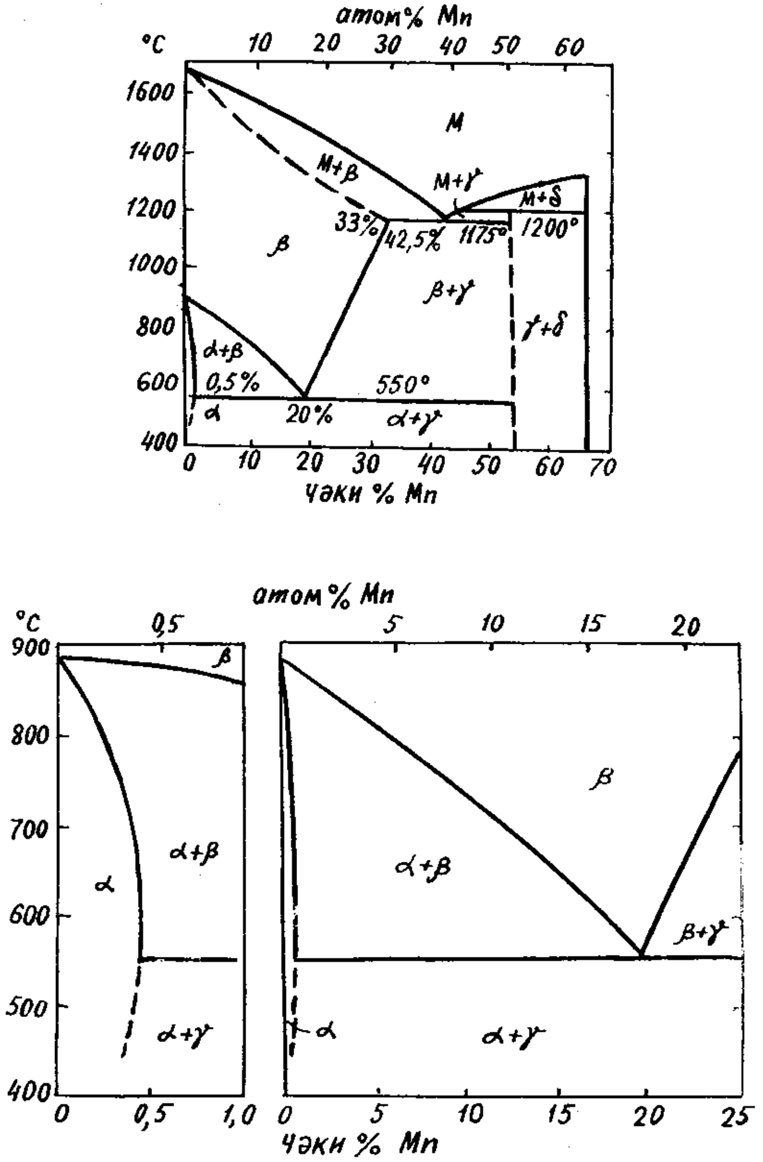
600°C-дә I, II, III нүмунәнин фаза тәркибини вә фазаларын мигдари нисбәтини, 400°C-дә исә нүмунәни тәшкил едән структур ваһидләринин нисбәтини мүәјјәнләшдирин.

Верилән нүмунәләри һансы гурулуш синифләринә аид етмәк олар?





Шәкил 120. Ti-Cr системинин һал диаграмы.



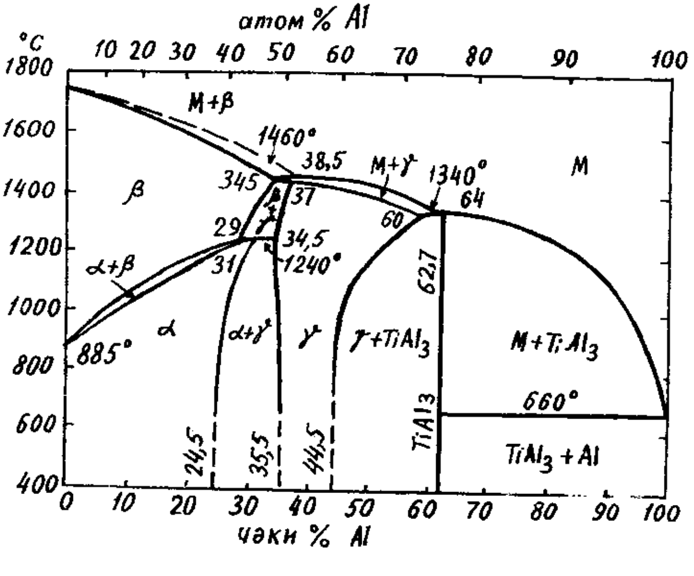
Шәкил 121. Ti-Mn системинин һал диаграмы.

Тапшырыг №6. Ti-Al системинин диаграмына әсасән (шәкил 122) I-5%Al, II-26%Al, III-34%Al нүмунәләрдә чеврилмә просесләрини арашдырын.

950°С-дә I нүмунәдә, 600°С-дә II нүмунәдә вә 1350°С-дә III нүмунәдә фаза тәркибини вә фазаларын мигдари нисбәтини мүәјјәнләшдирин.

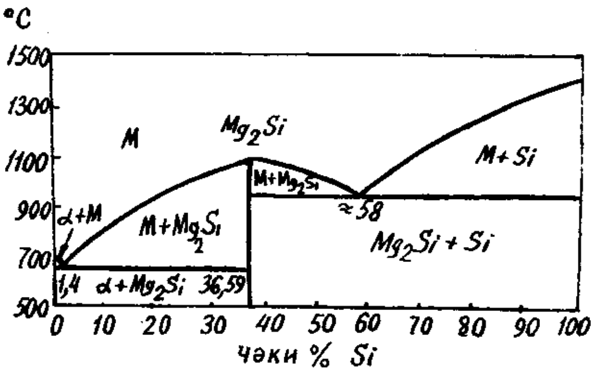
Ti-ын α вә β модификасијанын гурулуш вә хассәләрини, һәмчинин Al, Cr, Mn-ын (шәкил 120-122) титанда α⇔β чеврилмәси температуруна тә'сирини көстәрин.

Тапшырыг №7. Mg-Si системинин диаграмына әсасән (шәкил 123) I-1%Si, II-20%Si, III-90%Si олан нүмунәләрдә олан чеврилмә просесләрини арашдырмалы.



Шәкил 122. Ti-Al системинин һал диаграмы.

Верилән нүмунәләрдә 500⁰С-дә гурулушу вә гурулуш ваһидләринин нисбәтинин мүәјјәнләшдирин Mg_2Si вә Mg нүмунәләриндә бәрклијин фәргли олдуғуну көстәрмәли.



Шәкил 123. Mg-Si системинин һал диаграмы.

Әдәбиjјат

1. О.П.Цурик. Введение в теорию термического анализа. М., "Наука", 1964.

2. В.Я.Аносов, М.И.Озерова, Я.Г.Фиалков. Основные начала физико-химического анализа, М., "Наука", 1976.

3. Л.Г.Берг. Введение в термографию. М.- Л., 1969.

4. Л.Г.Берг и др. Практическое руководство по термографии. Изд-во Казанского ун-та, 1967.

5. В.Я.Аносов, Н.П.Бурмистрова, М.И.Озерова, Г.Г.Цуриков. Практикум по физико-химическому анализу. Изд-во Каз. Университета, 1971.

6. В.М.Глазов, В.Н.Вигдорович. Микротвердость металлов и полупроводников. Металлургия, 1969.

7. Б.И.Кример и др. Лабораторный практикум по металлографии и физическим свойствам металлов и сплавов. Металлургия, 1966.

8. Я.А.Угай. Введение в химию полупроводников. Высшая школа, 1975.

9. С.М.Файнштейн. Обработка поверхности полупроводников. М.-Л. Энергия, 1966.

10. В.П.Древинг, Я.А.Калашников. Правило фаз с изложением основ термодинамики. Изд-во МГУ, 1964.

11. Г.Б.Бокий, Г.Г.Цуриков, В.И.Сокол, В.С.Колодяжный. Журнал неорганической химии, т.6, вып.3, 1961.

12. Г.И.Погодин-Алексеев, Ю.А.Геллер, А.Г.Рахштадт. Металловедение, Гос. Изд. Оборонной Промышленности, М., 1956.

13. Практикум по химии и технологии полупроводников. Под. ред. проф. Я.А.Угая, М., Высшая школа, 1978.

14. С.А.Медведев. Введение в технологию полупроводниковых материалов. М., Высшая школа, 1970.

15. Н.Н.Сирота. Физико-химическая природа фаз переменного состава. "Наука и техника", 1970.

Мүндәричат

Кириш 3

I Бөлмә

1.1. Су-дуз системләринин таразлығынын тәдгиги үсуллары 4

1.1.1. Һәллолманын тә'јини үсуллары 4

1.1.2. Мүшаһидә-политермик үсул 6

1.1.3. Сојудучу гарышыглар үчүн 1-2 литр һәчмли Дүар габдан истифадә олунур 9

1.1.4. Дузларын вә онларын гарышыгларында баш верән чеврилмәләрин микроскопла мүшаһидәси 10

1.1.5. Фазалар чеврилмәсинин температурунун дилатометр васитәсилә тә'јини 11

1.2. Су-дуз бинар системләри 15

1.2.1. KBr-H_2O системи. 15

1.2.2. Изотермики бухарланма заманы мәһлулун гатылығынын дәјишилмәси 16

1.2.3. Мәһлулу сојутдугда онун гатылығынын дәјишмәси. 16

1.2.4. KF-H_2O системи 17

1.3. Үч компонентли системләрин графики тәсвири үсуллары 19

1.3.1. Кибс үсулу. 19

1.3.2. Розебомун II үсулу 22

1.3.3. Розебомун I үсулу 26

1.3.4. Скрејнемакерс үсулу 27

1.4. Үмуми иону олан ики дуз вә судан ибарәт үчлү системин һәллолма изотермасы. 29

1.5. Үмуми иону олан ики дуз вә судан ибарәт олуб, дузлардан бири кристалһидрат әмәлә кәтирән һалда үчлү системин һал диаграмлары 36

1.5.1. Үмуми иону олан ики дуз вә судан ибарәт олуб икигат дуз әмәлә кәлән һалда үчлү системин изотерми 38

1.5.2. Икигат дузлар конгруент һәлл олан икигат дузун һидратыны әмәлә кәтирән һалда үчлү системин һәлл олма изотерми 42
1.6. Үчлү су-дуз системләрдә бәрк фазанын тәркибинин Скрејнемакерс үсулу илә тә'јини 44
1.7. Бәрк мәһлул әмәлә кәтирән үчлү су дуз системләринин һәллолма диаграмларынын тәсвири 49
1.8. Бәрк мәһлуллар әмәлә кәтирән үчлү су дуз системләринин тәдгиги 52

Тәчрүби ишләр

Иш №1 54
Иш №2 56
Иш №3 58
Иш №4 62

II Бөлмә

2.1. Гејри-металлик системләрин һал диаграмларынын тәдгиги үсуллары 64
2.2. Визуал - политермик үсул 65
2.3. Заман-температур (τ-Т) әјрисини гурмаг үсулу . . 67
2.4. Диференсиал термики анализ (ДТА) 69
2.5. Диференсиал термики анализдә ишләдилән чиһазлар. 71
2.6. Термочүтүн һазырланмасы. 75
2.7. Садә термочүтүн һазырланмасы. 76
2.8. Диференсиал вә комбинә едилмиш термочүтләр 79
2.9. Комбинә едилмиш термочүтләрин һазырланмасы 82
2.10. Күзкүлү галванометрләр. Күзкүлү галванометрләрин гурулушу. 87
2.11. Курнаков пирометри НТР-75. 87
2.12. Јүксәк температурлу термоанализатор (ЈТА-987) 92
2.13. Термографијада ишләдилән бута вә башга габлар 94
2.14. Гыздырычы гурғулар. 96
2.15. Термографија чиһазынын дәрәчәләнмәси үсуллары. 98
2.16. Сыфыр хәттинин чәкилмәси. 101
2.17. Мүгавимәтин сечилмәси 102

2.18. Дәрәчәләнмиш јазы (гејд) 102
2.19. Стандарт маддәјә көрә дәрәчәләнмә 103
2.20. Дәрәчәләнмә хәткешинин дүзәлдилмәси. 105
2.21 Термограмларын тәртиб едилмәси вә ишләнмәси 106
2.22. Фаза кечидләрин термографик хүсусијјәтләри . . 108
2.23. Әримә (Бәркимә) 109
2.24. Полиморф чеврилмәләр 112
2.25. Кимјәви бирләшмә вә бәрк мәһлулларын әмәлә кәлмәси вә парчаланмасы. 117
2.26. Микрогурулуш анализи (МГА) 120
2.27. Микроскопик препаратларын отаг темпетарунда бахылмасы. 120
2.28. Гыздырылдыгда вә сојутдугда микроскопик препаратларын тәдгиги. 121
2.29. Ән чох ишләнилән препарат масасынын гурулушу 121
2.30. Маддәләрин һазырланмасы вә онларын тәдгиги 123

III Бөлмә

3.1. Конденсә олунмуш икили системләрин һал диаграмлары вә онларын тәсвири үсуллары. 124
3.2. Кимјәви бирләшмә, бәрк мәһлул, полиморф чеврилмәсиз вә маје һалында там һәлл олан икили конденсә олунмуш системләрин һал диаграмлары. 126
3.3. Полиморф чеврилмәсиз бәрк мәһлулсуз кимјәви бирләшмә әмәлә кәтирән конденсә олунмуш системләрин һал диаграмлары 134
3.4. Полиморф чеврилмәсиз бәрк мәһлул әмәлә кәтирән конденсә олунмуш системләрин һал диаграмлары 140
3.5. Розебом үсулу 147
3.6. Үчлү конденсә олунмуш системләринин һал диаграмларынын нөвләри. 149
3.7. Бәрк мәһлулсуз кимјәви бирләшмә әмәлә кәтирән үчлү системләринин диаграмлары. 159
3.8. Үчлү системдә баш верән мүмкүн кристаллашма просесләри. 160

3.9.	Үчлү гаршылыглы системләр.	176
3.10.	Политермик-вертикал кәсикләр.	182
3.11.	Үчлү евтектика вә бирҝә кристаллашма әјриләринин үч политермик кәсијә әсасән гурулмасы (Д. А. Петров үсулу)	187
	Тәҹрүби ишләр	
312.	Иш №1.	189
3.13.	Иш №2.	190
3.14	Иш №3.	191
	Һал диаграмларына аид мәсәләләрин һәлли нүмүнәси	195
	Әдәбијјат	203

ТЕЈМУР МӘММӘД ОҒЛУ ИЛЈАСОВ
ФУАД МИКАЈЫЛ ОҒЛУ САДЫГОВ
АРИФ ВАҺАБ ОҒЛУ ЕЈНУЛЛАЈЕВ
ЈУСИФ ӘМИРАЛЫ ОҒЛУ ЈУСИБОВ

ФИЗИКИ-КИМЈӘВИ АНАЛИЗ ПРАКТИКУМУ

ДӘРС ВӘСАИТИ

Јығылмаға верилиб **30. 01. 99.** Чапа имзаланыб **18. 03. 99.**
Форматы **60x90 1/16.** Ш.ч.в. **13.** Кағызы ә'ла нөв.
Сифариш **№153** . Сајы **500** нүсхә. Гијмәти мүгавилә илә.

« ***Чашыоғлу*** » мәтбәәси.