

4-modul: Faza diagrammasi.

Reja

1. Faza diagrammasi.
2. Holat diagrammasini qurish usuli.
3. Temir –sementit holat diagrammasi, fazalari va strukturasi tashkil etuvchilari.

Metallar bilan metallarni, metallar bilan metalloidlarni, metalloidlar bilan metalloidlarni suyuqlantirish orqali hosil qilingan jism **qotishma** deb ataladi. Qotishmani komponentlar kukunini aralashtirib yuqori haroratda bosim bilan presslab – yopishtirib (“spekanie”) ham olish mumkin. Metall bilan metall qotishmasi **metall qotishma** deb ataladi. Agar qotishma massasining 50% dan ko‘pi metall bo‘lsa ham u metall qotishma hisoblanadi. Metall qotishmalarning puxtalik va boshqa mexanik xossalari boshqa metallarnikiga nisbatan ancha yuqori. Shuning uchun ham konstruksion material sifatida keng qo‘llaniladi.

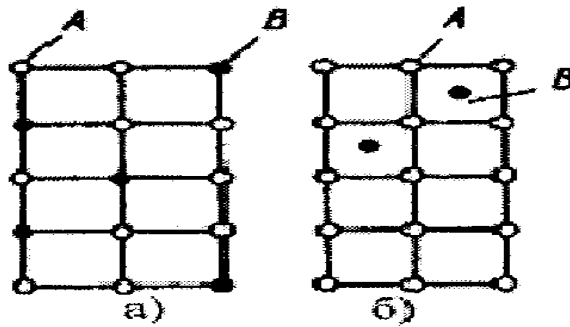
Holat diagrammalarini tuzish usullari

Qotishma holat diagrammasi bu qotishma tarkibi – harorat koordinata tizimidagi grafikdir. Diagrammada komponentlarni o‘zaro ta’siri natijasida termodinamik turg‘un sharoitda har xil haroratlardagi **mahsulotlari** ko‘rsatilgan bo‘ladi. Bu **mahsulotlar** harorat va tarkibga qarab (bog‘liq holda) ma’lum agregat holatdagi jismlardir. Bular o‘ziga xos qurilish xarakteriga to‘la aniq xossaga ega. Bunday bir xil agregat holatda turgan bir jinsli (“gomogen”) jism qismi **faza** deyiladi. Muvozanatda turgan fazalar majmui **sistema** (tizim) deb ataladi. Tizimni tashkil etuvchi moddalar **komponentlar** deyiladi.

Suyuq faza komponentlarning suyultirilgan eritmasi.

Qattiq faza zarrachali (donador) bo‘ladi. Zarrachalar ma’lum formaga, o‘lchamga, tarkibga, maxsus qurilish va xossaga ega bo‘ladi. Qattiq fazani mikroskopda ko‘rish mumkin. Bular qattiq eritma, kimyoviy birikma va mexanik aralashma bo‘lishi mumkin.

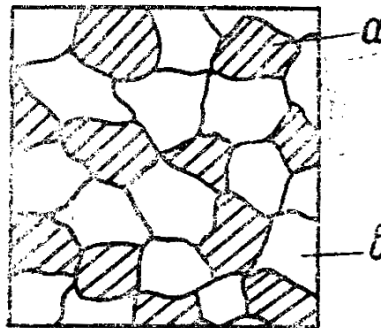
Metall qotishmalari suyuq holatda bir jinsli – komponentlar bir-birida erigan holatda bo‘ladi. Kristallanganda ham bir jinslilik saqlanadi. Komponentlar atomlari umumiy kristall panjaraning tarkibiga kiradi. Bu degani komponentlar bir-birida eriydi: bittasi erituvchi, ikkinchisi eruvchi. Bunday qotishmani kristallanishida hosil bo‘lgan qattiq faza **qattiq eritma** deb ataladi. U ikki xil bo‘ladi: **o‘rin olish** va **singish (suqilib kirish)** qattiq eritmalari.



Rasm 1 Qattiq eritmalar sxemasi. a-o‘rin olish, b-suqilib kirish

Birlamchi kristallanish jarayonida qotishma komponentlari bir-birlari bilan reaksiyaga kirishib, kimyoviy birikma hosil qilishi mumkin.

Qotishma komponentlari bir-birida erimaydigan, kimyoviy birikma hosil qilmaydigan qotishma **mexanik aralashma** deyiladi. A va V komponentlar bir-birida erimaydi, kimyoviy reaksiyaga kirishmaydi, alohida-alohida kristallik panjaraga ega. Shu tizim batamom parchalangandan so‘ng mexanik aralashma hosil bo‘ladi (rasm).



Rasm 2 Mexanik aralashmaning mikraskopik tuzilishi. (sxemasi)

a - A komponent kristallari, b - V komponent kristallari

Demak, mexanik aralashma A komponent kristallari bilan V komponent kristallaridan iborat qotishmadir.

Holat diagrammasi chiziqlar bilan oblastlarga bo‘lingan. Ba‘zi oblastlar faqat bitta fazadan iborat, ba‘zilari ikki fazadan, har xil qurilishli, tarkibli, xossali.

Turg‘un fazalarning mavjudligining umumiy qonuniyatini turg‘unlik shartiga javob beradigan holda matematik formada fazalar qoidasi (Gibbe qoidasi) bilan ifodalanadi. Holat diagrammasi doimiy (atmosfera) bosimida qurilgani uchun fazalar qoidasi quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi:

$$C=K+1- F$$

Bu yerda K- tizimdagi komponentlar soni, F-fazalar soni, C – erkinlik darajalar soni.

Erkinlik darajalar soni – bu bir-biriga bog‘liq bo‘lmagan ichki (faza tarkibi) va tashqi (harorat, bosim) faktorlar. Muvozanatda turgan bu faktorlarni

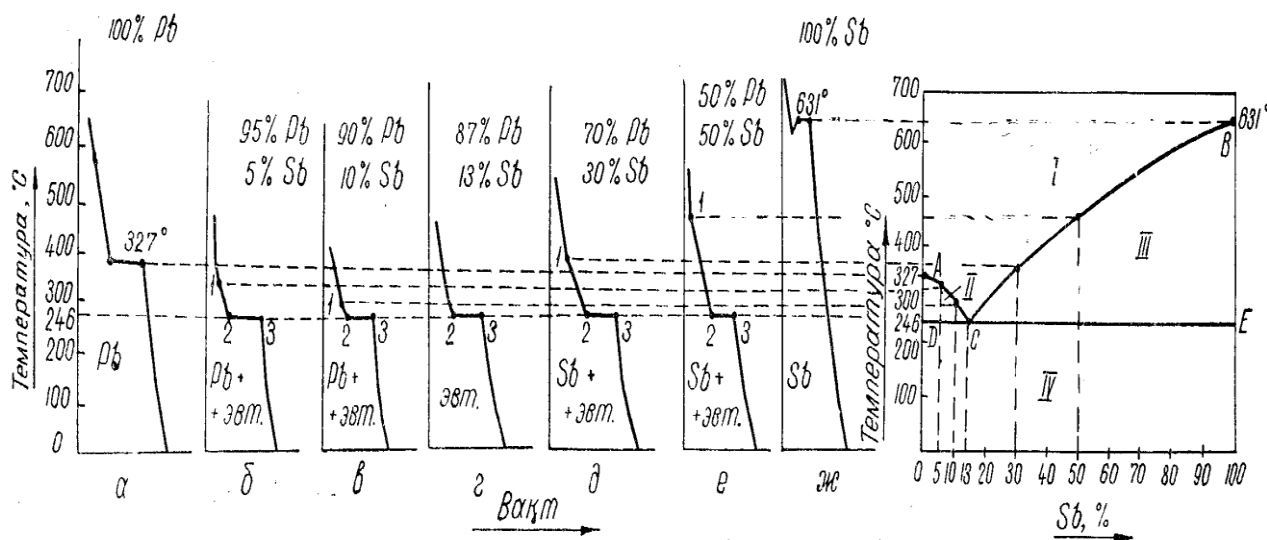
fazalarining sonini o'zgartirmasdan, ularni o'zgartirish mumkin. Endi tipovoy holat diagrammalarini ko'rib chiqamiz.

Holat diagrammalarini tuzish printsipi-usullari

Tizim holatining harorat va konsentratsiyasiga qarab o'zgarishini ko'rsatuvchi diagramma **holat diagrammasi** deb ataladi.

Holat diagrammalari qotishmalarining barqaror – turg'un holatini ifodalaydi. Shuning uchun uni **muvozanat diagrammasi** desa ham bo'ladi. Tizim bir tashkil etuvchidan iborat bo'lsa - bir komponentli bo'lsa, uning holat diagrammasi bir to'g'ri chiziq – harorat o'qi bilan ifodalanadi. O'qdagi nuqtalar tizimni muvozanat haroratini ko'rsatadi. Ikki Komponentli tizimda abstsissalar o'qining har bir nuqtasi har qaysi Komponentning ma'lum bir miqdoriga to'g'ri keladi.

Rasm da ko'rsatilgan qo'rg'oshin – surma tizimini holat diagrammasini tuzish printsipi ko'rsatilgan.



Rasm 3 Qo'rg'oshin – surma qotishmalarining sovish egri chiziqlari (chapda) va holat diagrammasi (o'ngda)

Rasm da toza qo'rg'oshinni sovish egri chizig'i tasvirlangan; qo'rg'oshin 327 °S dan yuqorida suyuq holatda bo'lib, shu yerni pastiga qattiq holda bo'ladi. rasm j da esa toza surmani sovish egri chizig'i ko'rsatilgan: u 631 °Sda eriydi va bundan pastda qotadi. Endi qo'rg'oshinga asta surmani qo'sha boramiz va aralashmaning – qotishmaning sovish egri chizig'i chizamiz. Rasm b, v, g, d, ye larda qotishmaning sovish egri chizig'i ko'rsatilgan. Bularni kritik nuqtalarini rasm ni o'ng tomoniga ko'chiramiz: nuqtalar birlashtirib kritik chiziqlarni hosil qilamiz. Oxiri natijada Rb-Sb qotishmasi holat diagrammasi hosil bo'ladi.

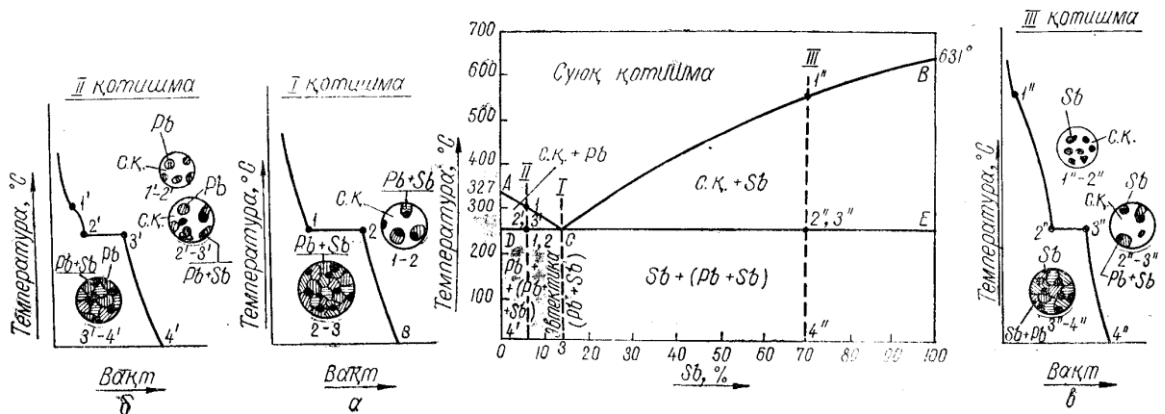
Diagrammadagi ACB chizig'i likvidus nuqtalarining geometrik o'rni bo'lib, **likvidus chizig'i** deyiladi. Bu chiziqni yuqorasida qotishma suyuq holda bo'ladi.

DSE chizig'i **solidus chizig'i** deb ataladi. Bu chiziqni tagida qotishma qattiq holatda bo'ladi.

Bir necha tur tip holat diagrammalari mavjud.

Birinchi tip holat diagrammasi

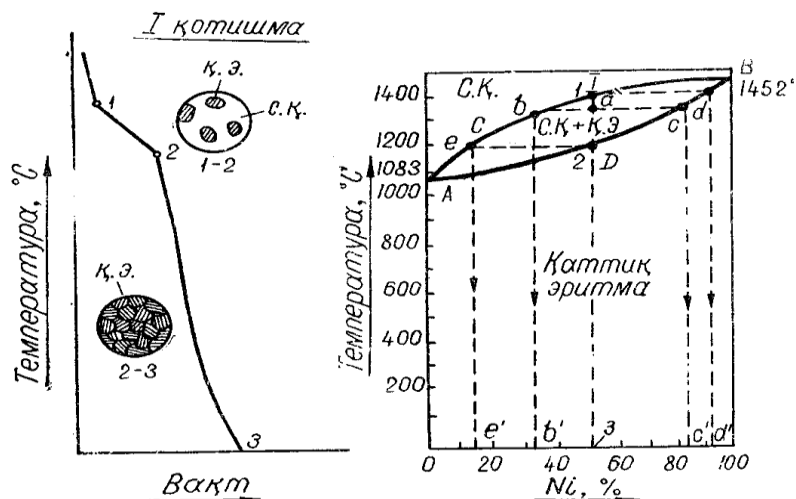
Tashkil etuvchilarning – komponentlarining ikkalasi suyuq holatda istalgancha erib, qattiq holatda bir–birida erimaydigan va bir–biri bilan kimyoviy birikmalar hosil qilmaydigan, ya'ni mexanik aralashma hosil qiladigan qotishmalarni holat diagrammasiga **birinchi tip diagrammasi** deyiladi. Bunga misol Rb-Sb tizimi.



Rasm 4. Pb – Sb qotishmalarining holat diagrammasi g', g'g' hamda g'g'g' qotishmalarining sovish egri chiziqlari

Ikkinchi tip holat diagrammasi

Suyuq holatda ham qattiq holatda ham bir – biriga istalgancha eriydigan va o'zaro kimyoviy birikma hosil qilmaydigan ikki komponentdan iborat tizimining holat diagrammasi **ikkinchi tip holat diagrammasi** deb ataladi. Bunga misol Cu-Ni tizimi bo'ladi:



Rasm 5 Cu – Ni qotishmalarining holat diagrammasi va g' qotishmaning sovish egri chizig'i

ASB-suyuq qotishmaning kristallana boshlash chizig'i (likvidus). ADB-batamom kristallanib bo'lishi (solidus) chizig'idir. Rasm3.6. ning chap tomonida 1-qotishmaning sovish egri chizig'i va kristallanish jarayonining sxemasi tasvirlangan. Bu egri chiziqda 1 nuqta kristallanishning boshlanishiga, 2 nuqta esa kristallanishning oxiriga to'g'ri keladi. 1 va 2 nuqtalar orasidagi qotishma ikki fazadan – suyuq faza bilan qattiq fazadan iborat.

Bu tip holat diagrammasiga quyidagi tizimlar kiradi: Cu-Ni; Au-Ag; Au-Pb; Fe-Ni; Fe-Cr; Fe-Co; Fe-V.

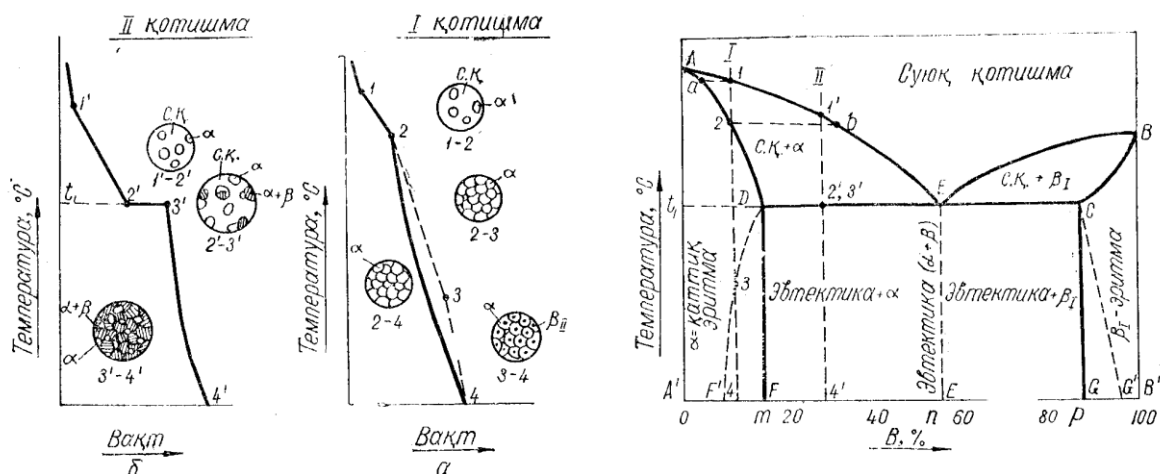
Uchinchi tip holat diagrammasi

Suyuq holatda bir-biriga istalgancha, qattiq holatda esa bir-birida ma'lum chegaragacha eriydigan va kimyoviy birikmalar hosil qilmaydigan ikki komponentdan iborat tizimning holat diagrammasi **uchinchi tip holat diagrammasi** deb ataladi.

Uchinchi tip holat diagrammalari ikki xil bo'ladi: evtektikali va peritektikali.

A bilan V qotishmalarning evtektikali holat diagrammasi

Bu holat diagrammasi rasm da ko'rsatilgan. g' va g'g'-qotishmalarning sovish egri chizig'i ham shu rasmda berilgan. AEV likvidus, ADECB solidus chiziqlaridir. Likvidus chizig'idan yuqorida qotishma suyuq holatda likvidus va solidus chiziqlari orasida suyuq va qattiq holatda solidus chizig'idan pastda faqat qattiq holatda.



Rasm 6 A bilan V qotishmalarini evtektikali holat diagrammasi g' va g'g' qotishmalarning sovish egri chiziqlari

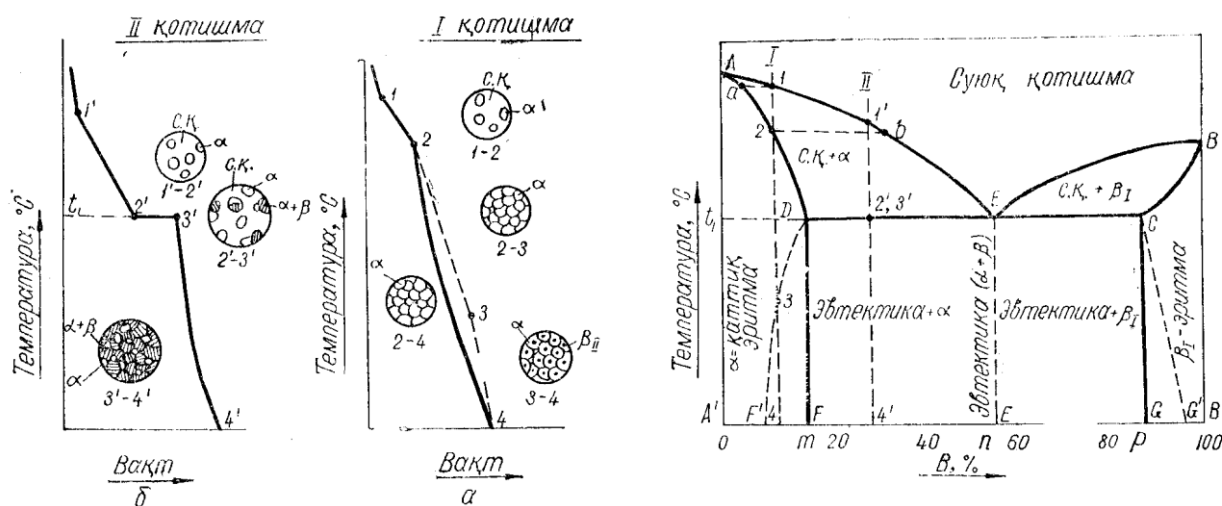
ADEA zonada suyuq qotishma bilan α - qattiq eritmadan, ECBE zona suyuq qotishma bilan β - qattiq eritmadan iborat. ADFA¹ A zonada faqat α -qattiq

eritma, BCGB¹B zonada faqat β -qattiq eritma mavjud. V Komponentni A Komponentda eriy oladigan eng ko'p miqdori F nuqtadan, A Komponentli V Komponentda eriy oladigan eng ko'p miqdori G nuqtadan topiladi. DFGCD zonada qotishmani Komponentlarini bir-birida erimaydi va qotishma $\alpha + \beta$ dan iborat ikki fazali bo'ladi.

A bilan V qotishmalarining peritektikali holat diagrammasi

Qattiq eritmani suyuq eritmada to'g'ridan-to'g'ri ajralib chiqishini ko'rdik. Qattiq eritma suyuq qotishma bilan qattiq fazaning o'zaro ta'sir etishi natijasida ham hosil bo'lishi mumkin. Suyuq qotishma bilan qattiq fazaning o'zaro ta'sir etishi natijasida yangi qattiq eritmani hosil bo'lish reaksiyasi **peritektik reaksiya** deyiladi. Peritektik jarayonda ham evtektik jarayondagi kabi, uch faza ishtirok etadi: suyuq, α , β fazalari.

A va V qotishmalarining peritektikali holat diagrammasi va 1 hamda 2 qotishmalarining sovish egri chiziqlari rasm da ko'rsatilgan.



Rasm 7 A bilan V qotishmalarining evtektikali holat diagrammasi va g' hamda g'g' qotishmalarining sovish egri chiziqlari

ASV- likvidur, AFEB- solidus chiziqlari. Qotishma ASV dan yuqorida suyuq holatda, AFEB dan pastda qattiq holatda. ASFA zonada suyuq eritma bilan α -qattiq eritma, SVEFS zonada suyuq eritma bilan β - qattiq eritma mavjud.

α -kristallar bilan oldingi reaksiyalardan ortib qolgan β -kristallarning mexanik aralashmasiga **peritektika** deyiladi. Cu-Zn; Cu-Sn; Fe-C; Cd-Hg tizimlari peritektikali holat diagrammasiga ega.

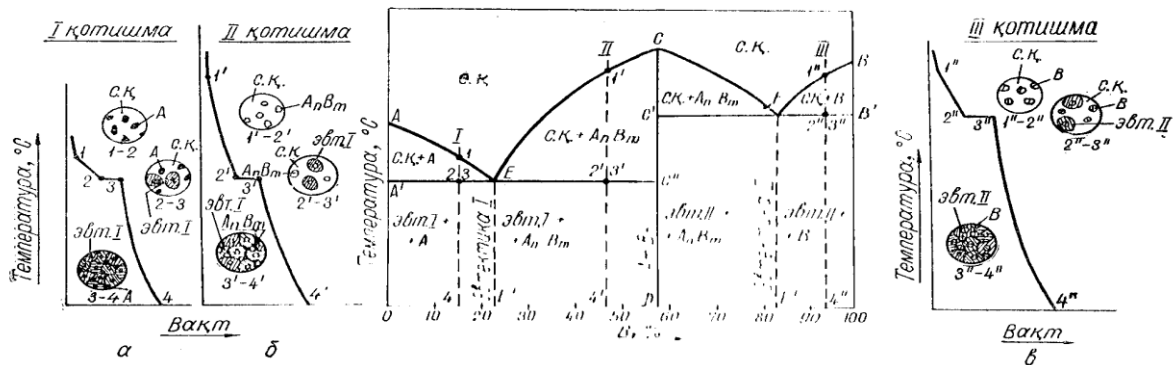
To'rtinchi tip holat diagrammasi

Suyuq holatda bir-birida istalgancha eriydigan va qattiq holatda kimyoviy birikmalar hosil qiladigan ikki komponentli tizim holat diagrammasi **to'rtinchi tip holat diagrammasi** deyiladi.

Ikki komponentli kimyoviy birikmalar barqaror yoki beqaror bo'lishi mumkin. Holat diagrammasi ham ikki xil bo'ladi.

Barqaror kimyoviy birikma hosil qiladigan ikki Komponentli tizimning holat diagrammasi.

Kimyoviy birikma suyuqlanguncha qizdirilganda tarkibiy qismlarga parchalanmasa, bu birikma barqaror bo'ladi. A va V Komponentlar barqaror kimyoviy birikma hosil qilgan: AnV_m (n, m -atomlar soni). Bu birikma xam, toza Komponentlar ham qattiq holatda eritmalar hosil qilmaydi. Bunday tizimning holat diagrammasi va 1, 2, 3-qotishmalarning sovish egri chiziqlari rasm da ko'rsatilgan.



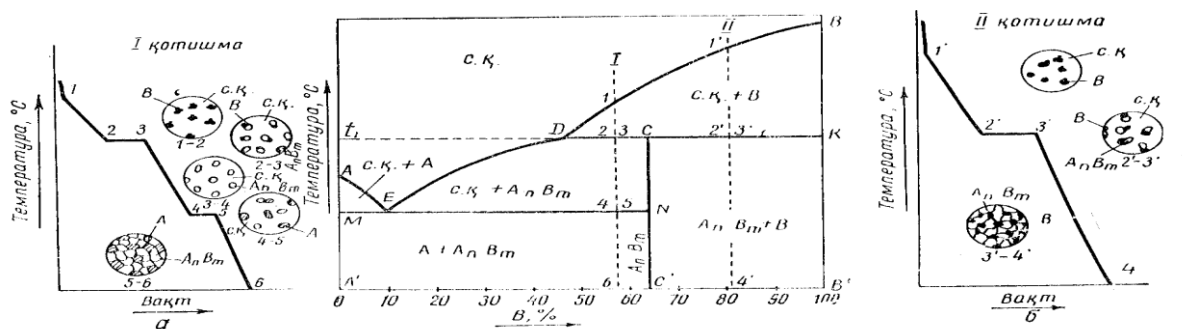
Rasm 8 Barqaror kimyoviy birikma hosil qiladigan ikki komponentdan iborat sistemaning holat diagrammasi va g', g'g' hamda g'g'g' qotishmalarning sovish egri chiziqlari

Diagrammadagi SD vertikal chiziq AnV_m birikmaning ordinatasi. S nuqta shu nuqtaning suyuqlanish harorati. AnV_m komponent bo'la olmaydi, chunki, o'zi A bilan V ning reaksiyasi natijasida hosil bo'lgan. AnV_m birikma bir haroratda "S" nuqtada suyuqlanadi. "S" nuqtaga **singular** nuqta deyiladi.

AES va SFV –likvidus, A'ES" va S'FV' –solidus chiziqlari. Suyuq qotishmadan AE chizig'ida A komponent kristallari, AE chizig'ida AnV_m birikma kristallari ajralib chiqa boshlaydi. AA'EF zonada suyuq qotishma bilan A komponent kristallari; EC"CE zonada suyuq qotishma bilan AnV_m birikma kristallari mavjud. SS'FC zona suyuq qotishma bilan V komponent kristallaridan iborat.

Beqaror kimyoviy birikma hosil qiladigan ikki komponentli tizimning holat diagrammasi.

Komponentlari o‘zaro ta’sir etib, beqaror kimyoviy birikma hosil qiladigan ikki komponentdan iborat tizimning holat diagrammasi va 1 va 2 – qotishmalarning sovish egri chiziqlari rasm da ko‘rsatilgan.



Rasm 9 Bekaror kimyoviy birikma hosil qiladigan ikki komponentdan iborat sistemaning holat diagrammasi va g‘ hamda g‘g‘ qotishmalarning sovish egri chiziqlari

A va V komponentlardan hosil bo‘lgan A_nV_m kimyoviy birikma faqat t_1 haroratgacha barqaror bo‘ladi. Bu haroratdan yuqorida kimyoviy birikma tarkib D nuqtadagi kabi suyuq qotishma bilan V kristallariga ajraladi. Suyuq qotishma sovitilganda esa teskari jarayon hosil bo‘ladi. Bu jarayon ham peritektik jarayondir, ammo bunda yangi qattiq eritma hosil bo‘lmay balki kimyoviy birikma hosil bo‘ladi.

MEN-gorizontall chiziq evtektika hosil bo‘lishiga, DCK- gorizontall chiziq esa beqaror kimyoviy birikma hosil bo‘lishiga oiddir (tegishli).

Beshinchi tip holat diagrammasi

Birlamchi kristallanish natijasida hosil bo‘lgan fazalarida qattiq holatda ikkilamchi o‘zgarishlar (ikkilamchi kristallanish) sodir bo‘ladigan qotishmalarning holat diagrammasi **beshinchi tip holat diagrammasi** deb ataladi.

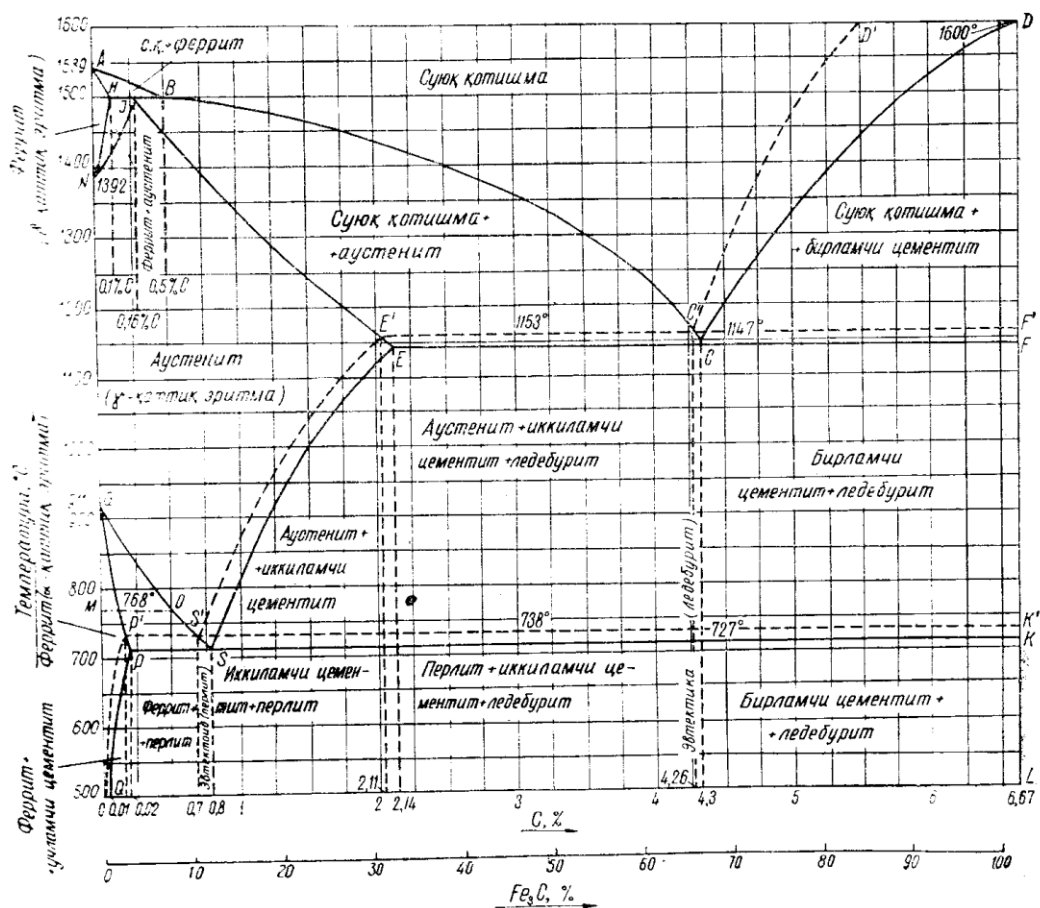
Qotishmada qattiq holatda sodir bo‘ladigan ikkilamchi kristallanish (qayta kristallanish - rekristallanish) toza komponentlarning va kimyoviy birikmalarning allotropik shakl o‘zgarishlar hosil qilishi, qattiq eritmalarning qisman yoki batamom parchalanishi yoxud qattiq eritmalarning tajriba tushuvi va boshqa o‘zgarishlar bilan bog‘liqdir.

Ikkilamchi kristallanish jarayonida ikkilamchi kristallar hosil bo‘ladi. Ikkilamchi kristallanish qo‘shimcha komponentlarining bo‘lmaganda bittasi allotropik o‘zgarish hosil qilganda bo‘ladi.

Holat diagrammalari orasida eng katta ahamiyatga egasi - bu temir-uglerod - Fe-C diagramma holatidir. Buning sababi shuki, texnikada temir-uglerodli qotishmalar juda keng ko‘llaniladi. Fe-C holat diagrammasi temir-uglerod

qotishmalarini qurilishi to'g'risida to'la ma'lumot beradi. Holat diagrammasi va po'latlarda kritik nuqtalarning mavjudligi hamda Bular po'lat tarkibidagi uglerod miqdoriga bog'liqligini rus olimi D.K. Chernov ixtiro qilgan (1868 yilda).

Temir-uglerod qotishmalari ikki komponentli qotishma jumlasiga kiradi. Uglerod temir bilan kimyoviy birikma hosil qilib, tsementit (Fe_3C) holda va erkin holda, ya'ni grafik holda bo'lishi mumkin. Tsementitni parchalanishi natijasida ham grafit hosil bo'ladi Temir-uglerod qotishmalari ikki tizimda: tsementitli ($Fe-Fe_3C$) va grafitli ($Fe-C$) bo'ladi. $Fe-C$ tizimi barqaror («Stabil'»), Fe_3-C tizimi metastabil. Stabil' tizimda jarayonlarning hammasi oxirigacha boradi. Lekin Fe_3C temir-uglerod qotishmadan foydalanish sharoitida parchalanmaydi. $Fe-Fe_3C$ diagrammasidan po'lat va oq (qayta ishlanuvchi) cho'yanlarni o'rganishda keng foydalaniladi. $Fe-C$ tizimidan tarkibidagi uglerod grafit tarzida bo'ladigan po'lat va cho'yanlarni (quyma) o'rganishdagina foydalanish mumkin.



Rasm 10 Fe -Fe₃C holat diagrammasi

Temir va uglerod polimorfli elementlar. (Polimarfizim- bu har xil haroratlarda turlicha kristall panjaralar hosil kila olishligi. Bu xususiyati allotropiya xususiyati deb ham nomlanadi). Temirni erish harorati - 1539⁰ S. Temir ikki xil modifikatsiyaga ega : α va γ – Fe_α va Fe_γ ; Fe_α modifikatsiyasi hajmi markazlashgan kub kristallik panjarasiga ega va harorat 911⁰ S gacha hamda

1392⁰-1539⁰ intervalida mavjud. Fe_α ning e'tiborli xususiyati uning ferromagnetizmligi (768⁰ S dan pastda). Bu nuqtani Kyuri nuqtasi deyiladi.

Temirni Fe γ modifikatsiyasi yuqori markazlashgan kub kristallik panjaraga ega va harorat 911⁰-1392⁰ oralig'ida mavjud. Feγ- paramagnit.

Uglerod ikki xil modifikatsiyada mavjud. Grafit va olmos. Normal sharoitda grafit turg'un.

Temir-uglerod qotishmalaridagi fazalarni ko'rib chiqamiz. Bular : Suyuq eritma, ferrit, austenit, tsementit, grafit ko'rinishidagi erkin uglerod.

Ferrit – (belgilanishi F yoki α) - bu uglerodni al'fa temirdagi - Fe_α (suqilib kirish) qattiq eritmasi (Fe_α(S)). Bunda uglerodning miqdori uy haroratida ~ 0,006 % ga, 727⁰ S da 0,025 % ga teng. Bunga **texnik temir** deyiladi. Cho'zilishga qarshiligi σ_v = 250-300 MPa, nisbiy uzayishi ν=40-50 %, qattiqligi NV=80-100, zarbiy qovushqoqligi KS=20-30 kg m/sm².

Austenit (belgilanishi A yoki γ) - bu uglerodni gamma temirdagi Fe γ (suqilib kirish) qattiq eritmasi. Uglerod miqdori 2, 14 % gacha : harorat pasayishi bilan uglerodni austetitda erish miqdori kamayadi : 1147⁰S da uglerod 2.14 % , 727⁰ S da 0,8 % ga teng. Austetitni ko'rsatkichlari : σ_v = 370-450 MPa, δ=40-50 %, NV=160-200.

Tsementit (belgilanishi Ts) - temir karbidi - kimyoviy birikma (Fe₃C), undagi uglerod miqdori – 6,69 % murakkab kristall panjaraga ega. Juda qattiq – NV= 800 va mo'rt.

Grafit (shartli belgisi G). Temir-uglerodli po'latlarda erkin holatda ajralib chiqadi. Geksogonal kristall panjaraga ega, tok o'tkazadi, yumshoq, mustahkamligi past.

Perlit (shartli belgisi P) ferrit va tsementit fazalarining mexanik aralashmasi. Tarkibida uglerod miqdori S=0,8 % , σ_v = 450-630 MPa, δ=8-10 % , NV=160-220.

Ledeburit (belgilanishi L) austenit va tsementit fazalarining mexanik aralashmasi. Uglerod miqdori s=4,3 % , NV=180-220.

Temir-uglerodli qotishmalar ikki guruhga bo'linadi : 1. Po'latlar, tarkibida uglerod miqdori S≤2,14 %. 2. Chuyanlar, uglerod miqdori S>2,14 %.

Toza temir 1539⁰ S da izotermik kristallanadi. "A" nuqtada; Tsementit D nuqtada kristallanadi. Fe -Fe₃ C tizimidagi qotishmalar suyuq fazada ham qattiq holatda ham o'zgarish xususiyatiga ega. Birlamchi kristallanish likvidus (AVSD) va solidus (ANJECF) chiziqlari intervalidagi - oralig'idagi haroratlarda o'tadi. Ikkilamchi kristallanish temirni bir modifikatsiyadan ikkinchi modifikatsiyaga o'tishiga bog'liq.

Ko'pchilik texnologik operatsiyalar: termik ishlash, bosim bilan ishlash va h.k. lar qotishmani qattiq holatida olib boriladi. Shuning uchun po'latda bo'ladigan o'zgarishlarni kristallanish haroratidan pastda (NJE chizig'idan pastda) ko'riladi.

Tarkibida uglerod miqdori 0,02% gacha bo'lgan temirni uglerod bilan qotishmasi **texnik temir** deb ataladi.

To'g'ri strukturali kristall panjarani parallel joylashgan atom tekisliklaridan iborat paket tarzida tasavvur qilish mumkin (a). Agar kristall ichidagi bir yoki bir nechta tekisliklar uzilib qolsa, «ortiqcha» tekisliklar qirrali dislokatsiyani hosil qiladi (b). Nuqsonning boshqacha bir sodda ko'rinishi - vintsimon dislokatsiya. Bunda atom tekisliklaridan hech biri kristall ichida tugamaydi, lekin dislokatsiya chizig'i yaqinidagi tekisliklarning o'zi ham endilikda parallel bo'lmay, o'zaro shunday joylashadiki, xuddi butun kristall yagona vintsimon atom tekisligidan tashkil topgandek holat yuzaga keladi (c). Dislokatsiya chizig'i bo'ylab aylanishda bu tekislik, tekisloklararo masofaga teng bo'lgan vintning bir qadami o'lchamida ko'tariladi (yoki pastga tushadi).

Birinchi holatda dislokatsiya chizig'i sirpanish yo'nalishiga perpendikulyar, ikkinchisida esa - parallel. Ko'plab dislokatsiyalar ushbu ikki turning g o'zaro kombinatsiyasi bo'lib, shakliga ko'ra, prujinani eslatadi.

Kristallning o'sish jarayoni hamda chegarasi amalda dislokatsiyalarning o'zaro uchrashgan joyi bo'lgan donachalarning mavjudligi tufayli ham kristalllardagi dislokatsiyadan qutilish deyarli imkonsiz. Kristallga berilgan siljituvchi kuchlanish, dislokatsiyalarni sirpanish tekisliklari bo'ylab ko'chishga majbur qiladi. Agar kristallida faqat bir dona dislokatsiya mavjud bo'lsa, siljiganida u kristalldan chiqib ketadi

Amalda esa, strukturaning boshqacha buzilishlarini hamda, aralashmalarni e'tiborga olmaganimizda ham, kristallda o'zaro bog'langan dislokatsiyalarning murakkab tarmog'i mavjud bo'ladi. Dislokatsiyalarning qirralari yoki boshqa bir dislokatsiyalar bilan, yoki, aralashmalar bilan tutashganligi tufayli, siljish ro'y berganida kristall o'z strukturasiining buzilishlaridan holi bo'la olmaydi. Amalda, siljish yuz bergan paytda dislokatsiyalar miqdori ortadi.

Namunani siqishda burashda yoki, cho'zishda paydo bo'ladigan «siljituvchi kuchlanish» tufayli, dislokatsiyalar sirpanish tekisliklari bo'ylab ko'chishi mumkin bo'ladi. Dislokatsiyaning ko'chishi uchun zarur bo'lgan kuchlanishning kattaligi qanday? Bu savolda yana ikkita tarkibiy savol mavjud: 1) ideal kristalldagi dislokatsiyaning harakatlanishidagi tabiiy qarshilikning qandayligi haqida; 2) amalda tekshirilayotgan kristalldagi xalaqitlarning (aralashmalar va boshqa qarshiliklar) ta'siri haqida.

Ideal panjaradagi dislokatsiyaning harakat qarshiligini ko'rib chiqamiz. Dislokatsiyadan bevosita qarama-qarshi joylashgan atomlar uni itara boshlaydi,

chunki, u ham ularning mustahkam muvozanat holatida chiqarishga harakat qiladi. Dislokatsiya orqasida joylashgan atomlar esa, uni oldinga itaradi, chunki ular yangi va mustahkam vaziyatni egallashga intiladi. Dislokatsiyada teng va qarama-qarshi yoʻnalgan kuchlar ishtirok etadi, shu tufayli uning kristalllar boʻylab harakati - nolga teng! Kristall holatining bunday gʻayrioddiy xususiyati agar dislokatsiya hududi yetarlicha katta koʻlamda boʻlsa yuzaga keladi. Bunday holatda dislokatsiyaning har ikkala tarafida uni turli tomonlarga itarayotgan atomlar shunchalik koʻpki, ularning harakati bir birini toʻliq muvozanatlaydi. Aksincha holatda esa, dislokatsiyaning harakatlanishi uchun maʼlum kuch sarflash kerak boʻladi. Agar dislokatsiyaning qalinligi atomning oʻlchamlaridan katta boʻlmasa, bu kuch metallining mustahkamligiga teng boʻladi.

Tor dislokatsiyalar olmosdagi kabi kristalllarda yuzaga kelishi mumkin, shu tufayli bunday materiallar hattoki dislokatsiyalari bilan ham juda mustahkam boʻladi. Keng dislokatsiyalar esa, oltin, mis, Alyuminiykabi metallarning yumshoqligini izohlab beradi. Bunday metallarga nisbatan amaliy talablar ularni yumshoqroq qilishda emas, balki, aksincha - mustahkamroq qilishda namoyon boʻladi. Metallurglar bunga, dislokatsiyalarning yoʻliga turli xil qarshilik qiluvchi usullarni qoʻllash orqali.

Aralashma atomlarini kiritish, kristall strukturasiida lokal buzilishlarni keltirib chiqaradi. Bu buzilishlar, dislokatsiyalarning harakatiga toʻsqinlik qiladi. Aralashmalarining atomlarining harakati ular guruhlariga birlashganida ayniqsa kuchayadi. Bunga termik ishlov berish orqali erishish mumkin. Dislokatsiyalar donachalar chegaralarida markazlashganligi tufayli, mustahkamlikni, donachalarning oʻlchamlarini kichraytirish orqali orttirish mumkin.

Agar dislokatsiyalar koʻp boʻlsa, ular sirpanish tekisliklari boʻylab harakati jarayonida bir biriga xalaqit beradi - bu effektni tiqin koʻchalardagi yoʻl chetlarida turib qolishni boshdan kechirgan har bir odam oson tasavvur qilishi mumkin.

Soʻngi savolni koʻrib chiqamiz. Metallni boʻlaklar kesishga harakat qilayotganimizda nima yuz beradi? Odatda metallar har xil moʻrt moddalarning aralashmalaridan tashkil topgan boʻladi. Agar bunday moddaning zarrachasi parchalansa, unda tirqish tezkorlik bilan tashqariga intiladi. Tajribalar shuni koʻrsatib turibdiki, chegaraviy-markazlashgan panjarali metallar, masalan, mis parchalanishga juda yaxshi qarshilik qiladi. U metall boʻlagi boʻylab toʻla tarqalib ketmay, balki, uning egiluvchanligi hisobiga «soʻnib» qoladi. Hajmiy markazlashgan panjarali metallar masalan, temir qizdirilgan holatda oʻzini xuddi misdek tutadi, lekin, sovuq holatda oson boʻlaklanadi.

Agar pona sekin harakatlansa, metalldagi dislokatsiyalar, yoriqning kattalashishi tufayli yuzaga keladigan kuchlanishlar sababidan harakatga keladi va

uning energiyasi egilish deformatsiyasiga sarflanadi. Agar yoriq tezkor harakatlanmishi?

Kelli Tayson yaqinda ushbu savolni o'rganib chiqdi. U siljishni keltirib chiqarishdan kuchdan 5-6 marta katta bo'lgan va atom bog'lanishlarini uzishga harakat qiluvchi kuchlarni hisoblab chiqardi. Har ikkala kuch ham ponaning yaqinlashib kelishi bilan ortadi. Lekin ularning o'zaro nisbati faqat atom bog'lanishlarining mustahkamligi chegarasiga yetib kelgunigacha saqlanadi.

Agar siljishga nisbatan mustahkamlik ko'rsatkichining, yorilishga nisbatan mustahkamlik ko'rsatkichiga nisbati, atomlarni siljishga majbur qiluvchi kuchlardan katta bo'lsa, buzilish sirpanish deformatsiyasi ko'rinishida bo'ladi. Agar aksincha bo'lsa, material darz ketadi.

Turli materiallarning mustahkamligi aloqalarini uzilish yoki siljishga nisbatan baholash mumkin. Agar shunday qilinsa, olmos singari materiallar mo'rt bo'lishi zarur bo'lib chiqadi. Hajmiy-markazlashgan panjarali metallar ham mo'rt ham qovushqoq bo'lishi mumkin. Chegaraviy-markazlashgan panjarali metallarda siljishga nisbatan mustahkamlik uzilishga nisbatan mustahkamlikdan shunchalik kichikki, unga ko'ra ular doimo qovushqoq bo'lishi zarur va bu amalda ham shunday. Metall bo'ylab tezkor harakatlanayotgan pona undagi atom bog'lanishlarini uzib yuborishi yoki ularni bir biriga nisbatan sirpanishga majbur qilishi mumkin. Mo'rt materialda (yuqoridagi) bog'lanishlar ertaroq uziladi va yoriq tezroq tarqalib, metall bo'laklarga darz ketadi. Qovushqoq materialda (pastda) ponaning harakati tufayli siljish yuzaga keladi. Uzilgan bog'lanishlar ponaning harakatidan keyin, atomlarning siljishi ro'y bergach qayta tiklanadi. Pona o'rnashib botib qoladi.

Ma'lumki, uglerodli po'latlar tarkibida uglerodtsan tashkiri Si, Mn, S va P, shuningdeq oz bo'lsada nometall qo'shimchalar bo'ladi va ular po'latning hossalari turlicha ta'sir ko'rsatadi. Shu boisdan bu elementlarning uglerodli po'latlarga ta'siri bilan tanishaylik:

Uglerod. Po'latlar tarkibida uglerod ortgan sari puhtalik kursat kichlari oshadi va plastik deformatsiyaga beriluvchanlik kamayadi. Bunga strukturada temirnin uglerodli kimyoviy birikmasi bo'lmish temir karbidi (Fe_3C) ning ortishi sabab bo'ladi. Agar uning tarkibida uglerodning miqdori 0,8—0,9% dan ortsa, u deyarli mo'rtlashishi tufayli plastikligi keskin yomonlashadi. Buning sababi, strukturadagi perlit donalarni tsementit turi chulg'ashidadir. (Kremniy va marganets. Odatda po'latlarda kremniy miqdori 0,2—0,5% bo'lsa, marganets miqdori 0,3—0,7% bo'ladi. Bunda po'latning mexanik hossalari deyarli o'zgarmaydi. Shuni qayd etish ham joizki, Si va Mn po'latdagi FeO dan Fe ni yahshi qaytaruvchidir. Agar po'latda Si ning miqdori 0,8% dan, Mn ning

miqdori 1% dan ortsa, po'latning mustaxkamligi va qattiqligi ortadi. Odatda, bu po'latlar legirlangan po'latlar qatoriga kiritiladi.

Fosfor. Po'latlarda fosforning miqdori 0,03—0,05% bo'ladi. U temir bilan temir fosfid (Fe_3P , Fe_2P) beradi va Fe temir bilan qattiq eritma ham beradi. Lekin Fe da juda oz eriydi, shu sababli fosfor po'latni mo'rtlashtiradi. Bu xol ayniqsa, po'lat sovuk xaro ratda bo'lganda namoyon bo'ladi.

Oltinugurt. Po'latlarda oltinugurt miqdori 0,01—0,05% bo'ladi. Oltinugurt po'latlarda temir bilan, masalan FeC kimyoviy birikmaberadi va bu birikma temirda deyarli erimaydi. Agar qotishmada 3,16% FeS (85%5) bo'lganda, u evtektika ($\text{Fe} + \text{FeC}$) beradi. Bu evtektikaning suyuqdanish temperaturasi 985°C bo'ladi. Bu po'latlarni kristallanish jarayonida donalarni chulgaydi. Bu po'latlarni $1100—1200^\circ\text{C}$ temperaturada qizdirib bosim bilan ishlashda erishi sababli donalararo bog'lanish uzilib, yorilishi va parchalanishiga sabab bo'ladi.

Ma'lumki, po'latlarni olishda ularda oz bo'lsada FeO , Al_2O_3 , SiO_2 va boshqa birikmalar bilan O_2 , N_2 , H_2 , lar ham bo'ladi. Bo'lar ham po'latlarning puhtaligiga putur etkazadi. Masalan, nometall kushimchalarkatti q va mo'rtligi sababli po'lat kuymalarni prokatlashda maydalashib, mahsulotning zarbiy qovushoqdigini pasaytirib, toliquvchan qilsa, vodorod po'latdagi mikrog'ovaklarga o'tib, ko'zga ko'rinmas darzlar xosil qiladi.