



Crystallization & Riser



ساختارهای جامدات

ساختار کریستالی (بلورین)

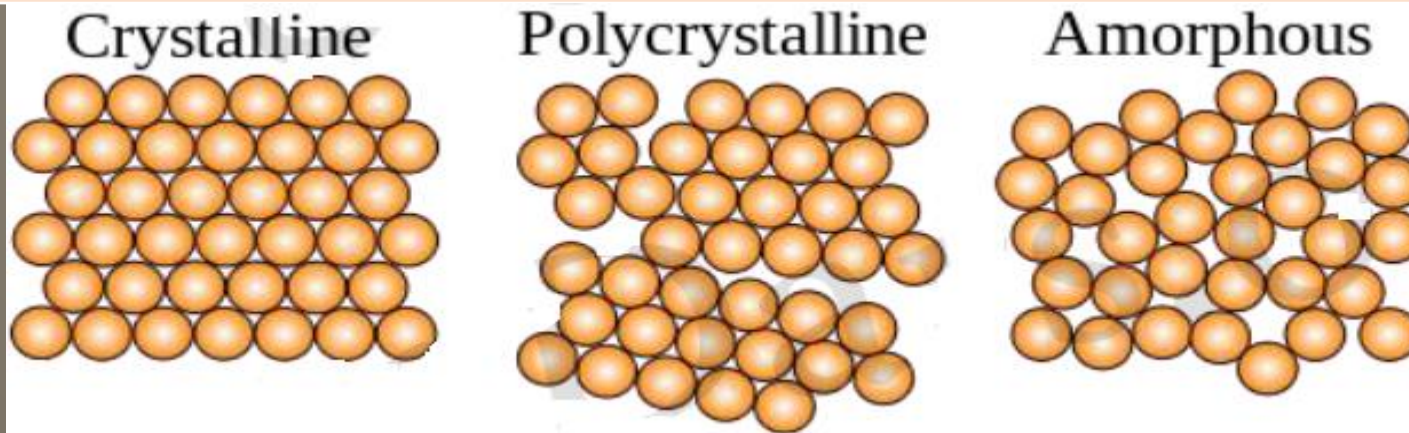
1

ساختار بی شکل (آمرف)

2

ساختار پلی کریستال

3





کریستال

یک جامد همگن و انیزوتروپ است که در سه جهت فضایی از نظر ساختمان داخلی منظم باشد.

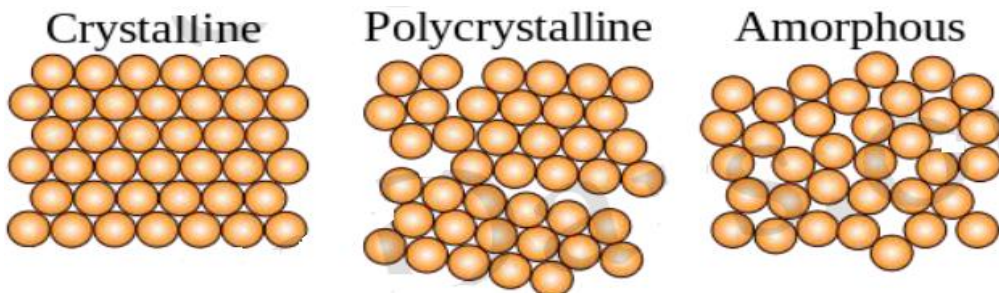
جامد همگن

خواص فیزیکی و شیمیایی در تمامی نقاط جامد یکسان است.

جامد ایزوتروپ و انیزوتروپ

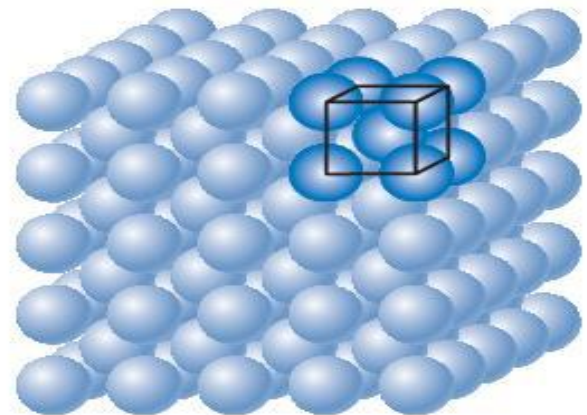
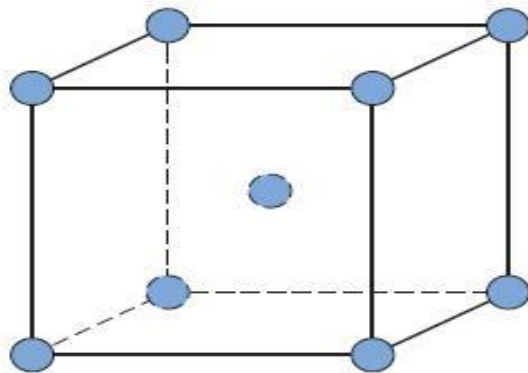
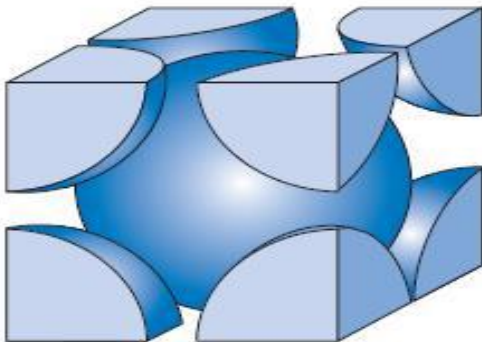
اگر خواص فیزیکی و مکانیکی ماده در تمام جهات یکسان باشد، جامد ایزوتروپ یا همسانگرد نامیده می شود و در غیر این صورت به آن جامد انیزوتروپ یا غیرهمسانگرد می گوییم.

- در ساختار کریستالی اتم ها دارای نظم و ترتیب خاصی می باشند به این ترتیب که در هنگام انجماد با نظم و ترتیب خاصی در کنار هم قرار می گیرند . فلزات و بسیاری از سرامیک ها در حالت انجماد دارای ساختار کریستالی یا بلورین هستند.
- در مواد بی شکل (آمرف) قرار گرفتن اتم ها در هنگام انجماد تقریباً بدون نظم و ترتیب می باشد. این نوع ساختار در موادی مانند شیشه ، بسیاری از پلاستیک ها و لاستیک ها وجود داشته و به نام ساختار شیشه ای معروف است .
- ساختار پلی کریستال که در واقع ترکیبی مابین این دو ساختار است. یعنی در این ساختار در بعضی قسمت ها اتم ها بصورت منظم در کنار هم قرار گرفته اند و در بعضی نقاط دارای بی نظمی هستند.





- در مواد جامد کریستالی اتم ها به هنگام انجماد تقریباً دارای نظم و ترتیب خاصی هستند به طوری که یک شبکه فضایی را به وجود می آورند.
- این شبکه فضایی به صورت متناوب در تمام جهات تا سطح خارجی کریستالی تکرار می شود.
- به کوچکترین واحد از این شبکه فضایی سلول واحد یا شبکه واحد گفته می شود.
- سلول واحد چگونگی قرار گرفتن اتم ها یا یونها را نسبت به یکدیگر نشان می دهد و می تواند از یک یا چندین اتم تشکیل شده باشد.
- با تکرار متناوب سلول های واحد در یک شبکه فضایی با مختصات معینی به صورت متراکم در کنار یک دیگر یک کریستال به وجود می آید . برای سلول واحد، می توان شکل هندسی در نظر گرفت.
- بلور یا همان کریستال؛ شبکه ای سه بعدی در فضا است که اتمها در فواصل مشخص و در مکان هایی معین از این بلور قرار دارند.

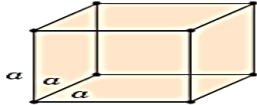
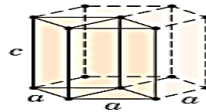
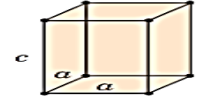
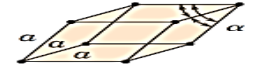
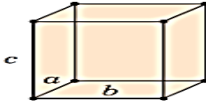
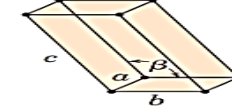
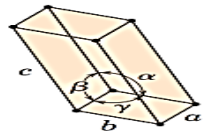




برای تعیین شبکه های کریستالی تعیین کرد:

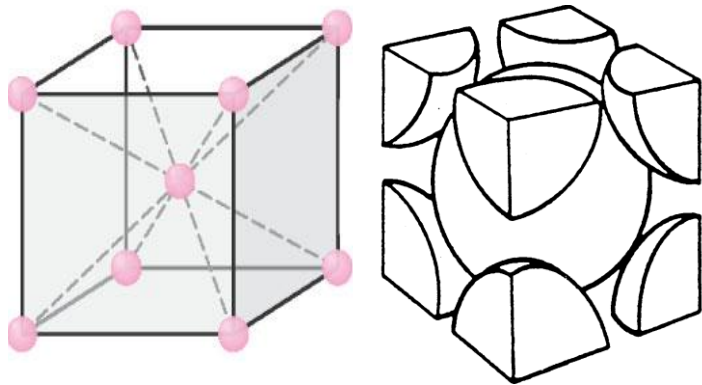
• اشکال یک شکل به طور منظم در کنار هم قرار بگیرند، مثلا 2 تا مکعب در کنار هم نه یک مکعب و یک مستطیل

• فضای خالی بین اشکال باقی نماند. برای همین است شبکه ای با قاعده 5 ضلعی نداریم.

<i>Crystal System</i>	<i>Axial Relationships</i>	<i>Interaxial Angles</i>	<i>Unit Cell Geometry</i>
	$a = b = c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	
	$a = b \neq c$	$\alpha = \beta = 90^\circ, \gamma = 120^\circ$	
	$a = b \neq c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	
	$a = b = c$	$\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$	
	$a \neq b \neq c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	
	$a \neq b \neq c$	$\alpha = \gamma = 90^\circ \neq \beta$	
	$a \neq b \neq c$	$\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$	

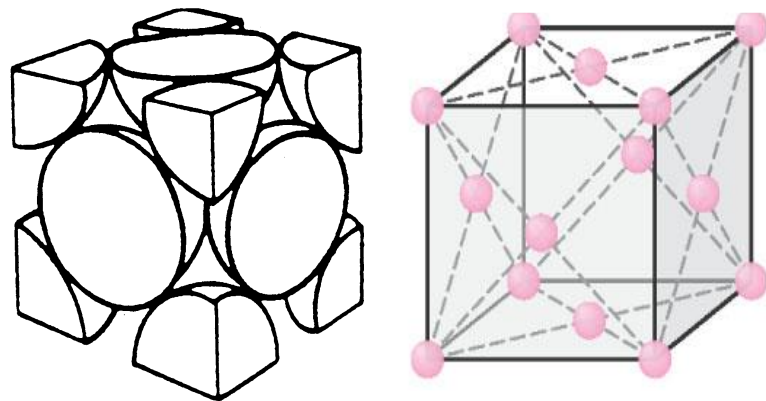


ردیف	سیستم کریستال	نوع
1	مکعب	مکعب ساده
		b.c.c مکعب مرکزدار
		f.c.c مکعب با وجوه مرکزدار
2	تتراگونال	تتراگونال ساده
		تتراگونال مرکزدار
3	اورتورومبیک	مکعب مستطیل ساده
		مکعب مستطیل مرکز دار
		مکعب مستطیل در دو وجه مرکزدار
		مکعب مستطیل با وجوه مرکزدار
4	منوکلینیک	منوکلینیک ساده
		منوکلینیک با قاعده مرکزدار
5	هگزاگونال	هگزاگونال ساده
6	رومبوهدرال	رومبوهدرال ساده
7	تری کلینیک	تری کلینیک



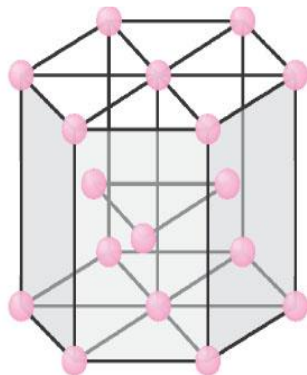
شبکه کریستالی مکعب مرکز پر (BCC)

این ساختار در فلزاتی همچون کرم، آهن آلفا(فریت)، تیتانیوم، مولیبدن، نیوبیوم، وانادیوم و تنگستن وجود دارد.



شبکه کریستالی مکعب وجوه مرکز پر (FCC)

این ساختار در فلزاتی همچون آلومینیوم، آهن گاما آستنیتی، مس، نیکل، سرب، طلا و نقره دیده می شود.



شبکه کریستالی هگزاگونال فشرده (HCP)

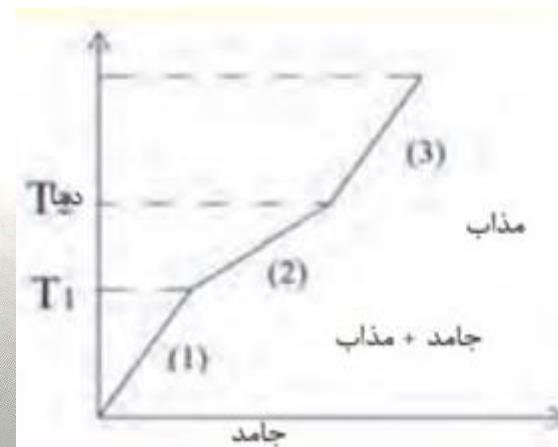
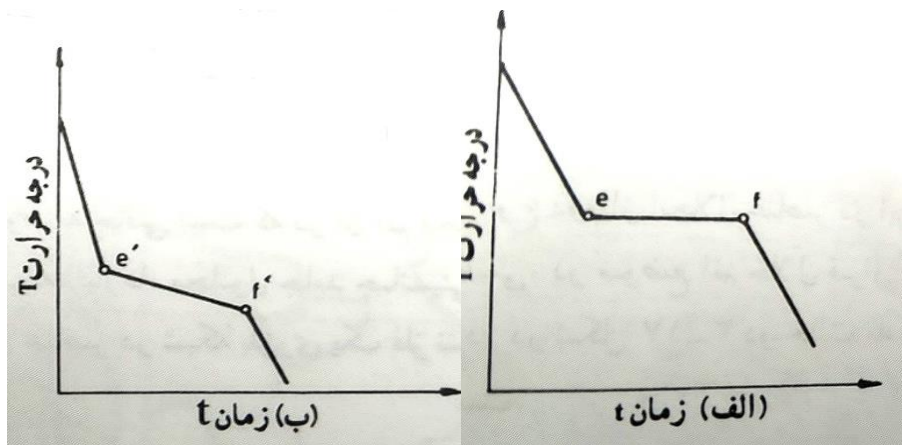
این ساختار در فلزاتی همچون روی، منیزیم، تیتانیوم آلفا، کبالت، برلیوم، گرافیت، زیرکنیم و کادمیم دیده می شود.



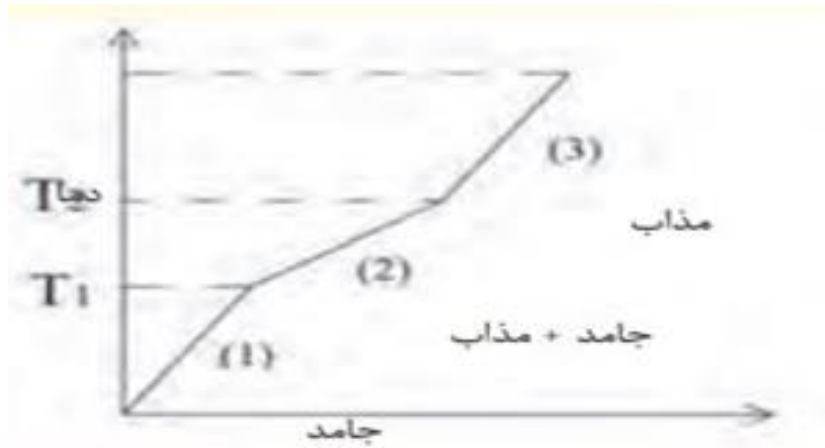
انجماد (Crystallization)

پس از آماده شدن فلز مذاب و ریختن آن درون محفظه قالب برای اینکه قطعه ریختگی شکل گیرد مذاب درون قالب باید در اثر تبادل حرارت (از دست دادن حرارت) به حالت جامد درآید. بنابراین تغییر حالت یا تغییر فاز فلز از حالت مایع به جامد را انجماد می گویند.

در اثر انجماد، سیستم فلز به حالت پایدارتر با انرژی آزاد کمتر تغییر فاز خواهد داد. عامل ایجاد بسیاری از ویژگیهای ساختمانی که در نهایت کنترل کننده خواص محصول هستند، انجماد است. همچنین بسیاری از نقایص ریخته گری از قبیل تخلخل و انقباض جزئی از این فرآیند هستند و در صورتی که در این فرآیند دقت کافی وجود داشته باشد، این عیوب قابل کاهش و یا حتی حذف می باشند.



در ابتدا بهتر است با دیاگرام های تعادلی گرم و سرد شدن فلزات و آلیاژها آشنا شویم.

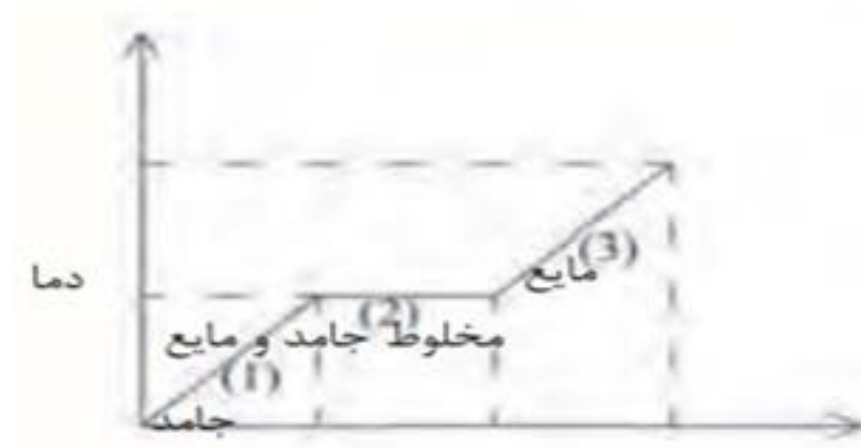


آلیاژ

ناحیه ۱: ناحیه جامد، در این ناحیه، با افزایش میزان گرما، دمای جامد افزایش می یابد.

ناحیه ۲: جامد + مذاب: در این ناحیه، با افزایش میزان گرما علاوه بر ذوب شدن جامد، دما نیز با شیب کم تری نسبت به ناحیه اول افزایش می یابد. (منطقه خمیری)

ناحیه ۳: ناحیه مذاب: در این ناحیه، با افزایش میزان گرما، دمای مذاب با شیب بیشتری نسبت به ناحیه ۲ افزایش می یابد. (منطقه ذوب)



فلز خالص

ناحیه ۱: در این ناحیه افزایش گرما و زمان سبب بالا رفتن دمای جسم تا نقطه ذوب میشود.

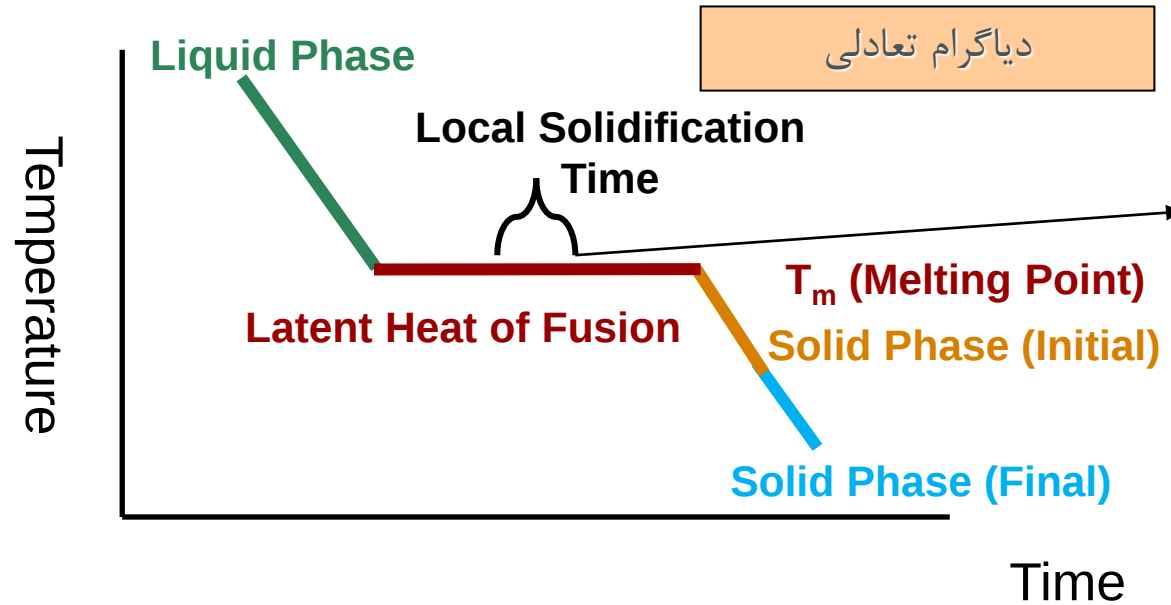
ناحیه ۲: همانطوری که در نمودار مشاهده میشود، با افزایش زمان، دما ثابت باقی میماند و گرما صرف ذوب شدن جسم جامد میشود.

ناحیه ۳: ناحیه مذاب: در ابتدای این ناحیه جسم جامد کاملاً به مایع تبدیل شده است که با گذشت زمان و افزایش گرما دمای جسم مایع افزایش می یابد.

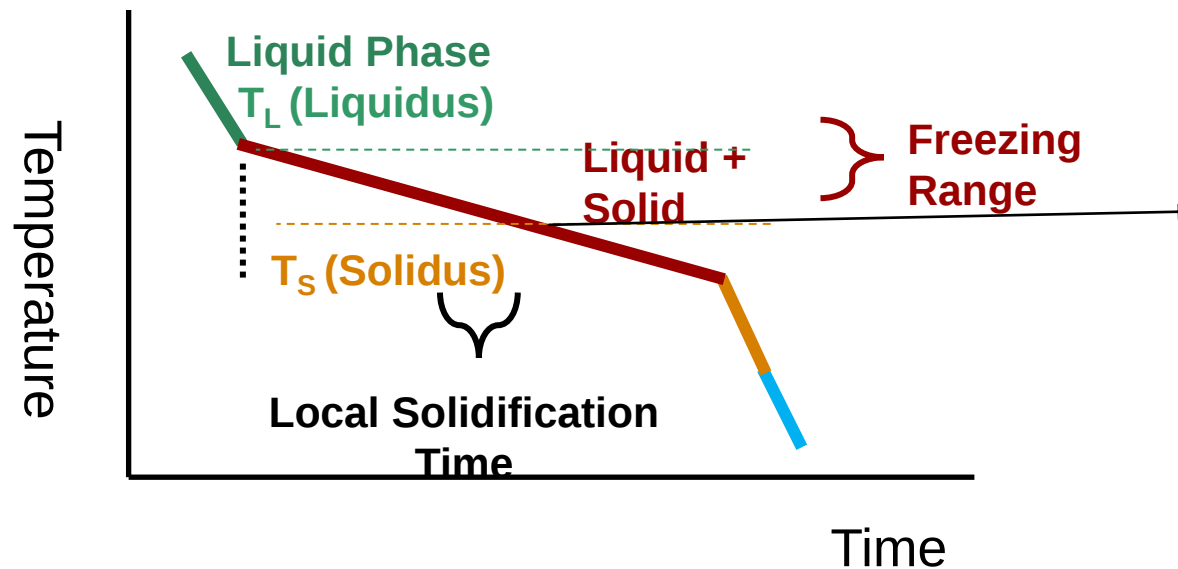
نکته: تفاوت منحنی سرد و گرم شدن فلزات خالص و آلیاژها در ناحیه دوم یعنی منطقه خمیری می باشد. که منطقه مهمی از نظر انقباض است.



منحنیهای سرد شدن



نکته: در دمای انجماد، برای مدت زمانی درجه حرارت فاز مایع ثابت مانده و پروسه انجماد فلز خالص اتفاق می افتد و در پایان این زمان، کل سیستم از فاز جامد تشکیل یافته و به محض خاتمه پروسه انجماد، درجه حرارت فاز جامد هم مطابق نمودار کاهش می یابد.



نکته: در دمای انجماد، برای مدت زمانی درجه حرارت فاز مایع- جامد با شیب کمی کاهش یافته و پروسه انجماد آلیاژ اتفاق می افتد و در پایان این زمان، کل سیستم از فاز جامد تشکیل یافته و به محض خاتمه پروسه انجماد، درجه حرارت فاز جامد هم مطابق نمودار کاهش می یابد.



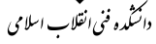
هنگامی که مذاب یک فلز یا آلیاژ درون محفظه قالبی که دارای درجه حرارت محیط است ریخته می شود ،انتقال حرارت از مذاب به مواد قالب و سپس جداره آغاز می گردد.براساس قوانین انتقال حرارت با خروج حرارت مذاب از قالب و کاهش درجه حرارت مذاب، از جنب و جوش و تحرکات اتمی فاز مایع کاسته شده و این امر تازمانی ادامه می یابد که مذاب دیگر نمی تواند به حالت مایع وجود داشته باشد. دراین زمان در قسمت هایی از مذاب که تمام انرژی و تحرک خود را از دست داده اند آرایشی از اتمها براساس سیستم بلوری آن فلز یا آلیاژ تشکیل می گردد.این مراکز در واقع مراکز اصلی تشکیل ساختار جامد می باشند.

به این مراکز اصطلاحاً **هسته** یا **جوانه** می گویند. حال با ادامه کاهش درجه حرارت اتمهایی که انرژی خود را از دست داده اند به این مراکز ملحق می شوند و باگذر زمان این مراکز بزرگ شده تا محدوده ای به نام **دانه** را به وجود آورند. این دانه ها در واقع همان ساختار منجمد شده فلز یا آلیاژ می باشند.

پس با توجه به آنچه گفتیم پدیده انجماد بر دو مرحله **جوانه زنی** و **رشد** استوار است.

جوانه زنی و رشد

هنگامی که یک ذره جامد و پایدار در مایع مذاب تشکیل شود به این عمل **جوانه زنی** (هسته سازی) می گوئیم .



- این عمل نیازمند انرژی است ، به همین علت جوانه زنی در دمایی که قدری کمتر از نقطه ذوب تعادلی فلز است ، شروع می شود.

1. جوانه زنی یکنواخت (همگن)

در این نوع جوانه زنی اتم های فلز مذاب هنگام فراهم شدن شرایط انجماد به طور مستقل و بدون دخالت عوامل خارجی ، مراکز انجماد را تشکیل می دهند.

12



جوانه زنی غیر یکنواخت

در این نوع جوانه زنی تشکیل هسته های جامد به کمک عوامل خارجی مانند مواد جامدشناور در مذاب ، جداره قالب و یا مواد جوانه زا صورت می گیرد.

- به عمل اضافه کردن مواد جوانه زا به مذاب تلقیح می گویند.

در واقع این عوامل خارجی به عنوان هسته های انجماد در مذاب عمل می کنند. هرچه سطح تماس این عوامل با مذاب بیشتر باشد این مواد بهتر عمل کرده و می توانند دانه های لازم جهت رشد را ایجاد کنند.

- جوانه زنی یکنواخت در فلزات کاملاً خالص رخ می دهد و جوانه زنی غیر یکنواخت در آلیاژ ها.

پس از تشکیل جوانه های انجماد به یکی از دو روش گفته شده حالا نوبت به رشد آنها می رسد. در این حالت با کاهش بیشتر دما و افزایش شیب سرد شدن اتم های موجود در مذاب به جوانه های انجمادی که در مذاب تشکیل شده اند می پیوندند. این کار تاجایی ادامه پیدا می کند تا فصول مشترک دانه های انجمادی که در جاهای مختلف مذاب رشد کرده اند به یکدیگر برخورد کنند.

هرچه سرعت سرد کردن یا کاهش دما افزایش یابد سرعت تشکیل هسته ها و رشد آنها نیز افزایش می یابد. بطور کلی پدیده رشد به دو صورت انجام می گردد:

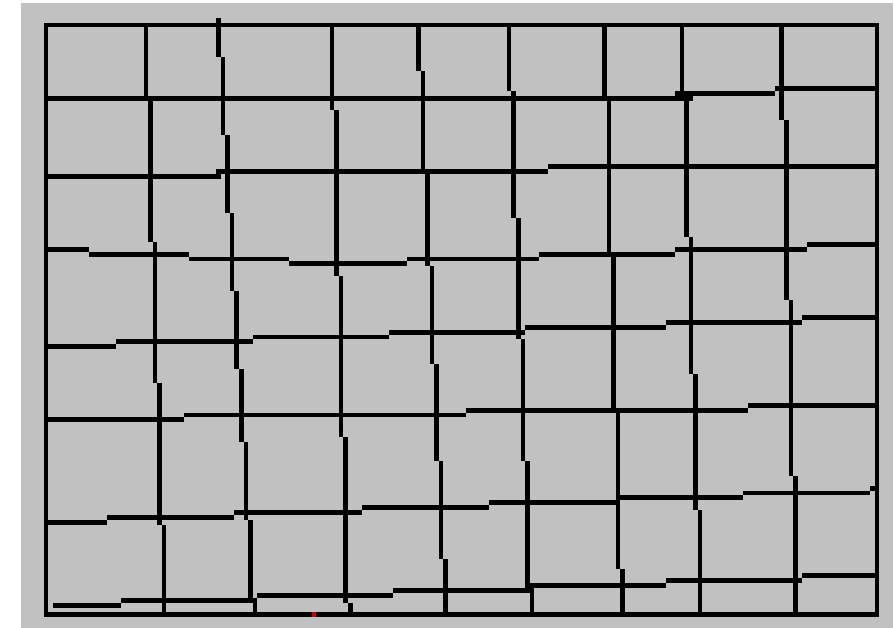
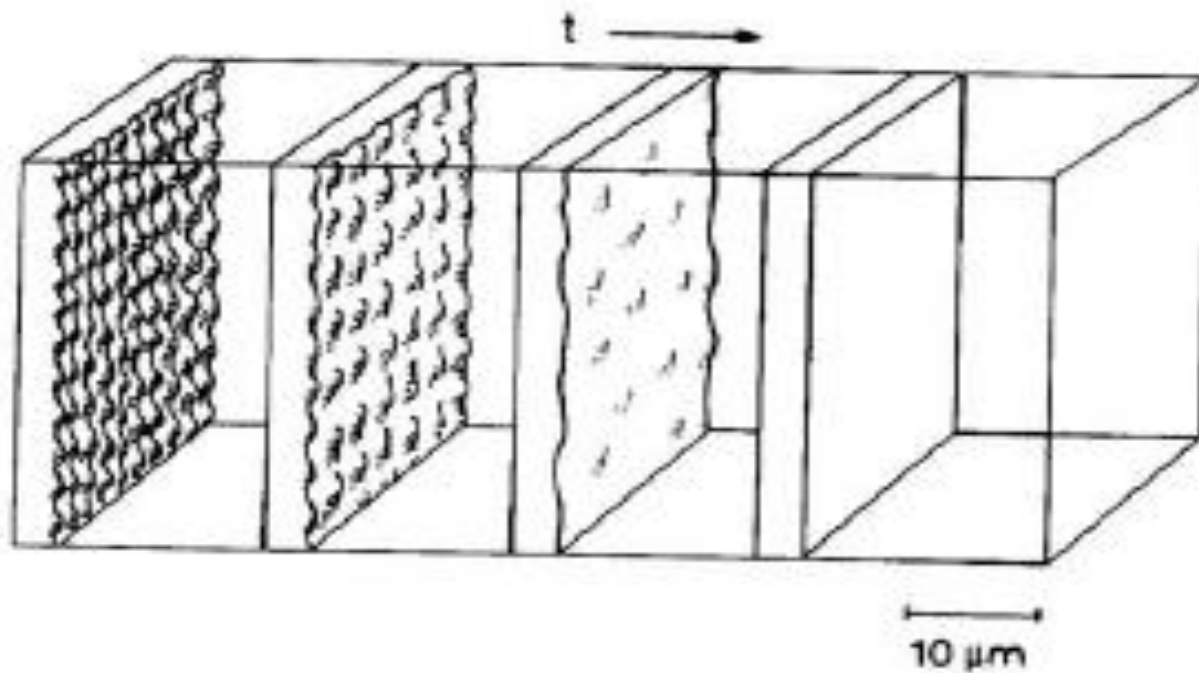
2- رشد شاخه ای (دندریتی)

1- رشد صفحه ای (موزائیکی)



رشد صفحه ای

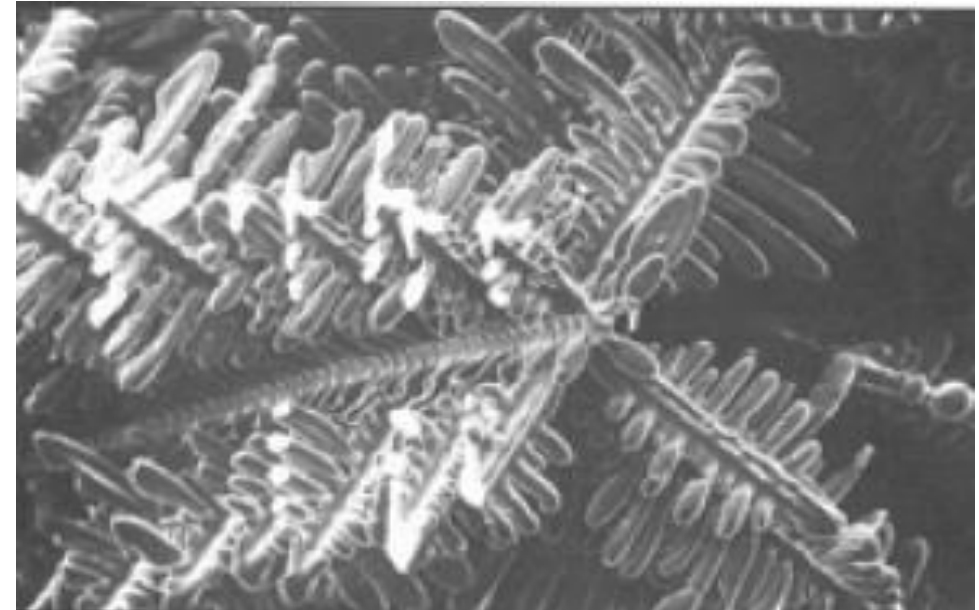
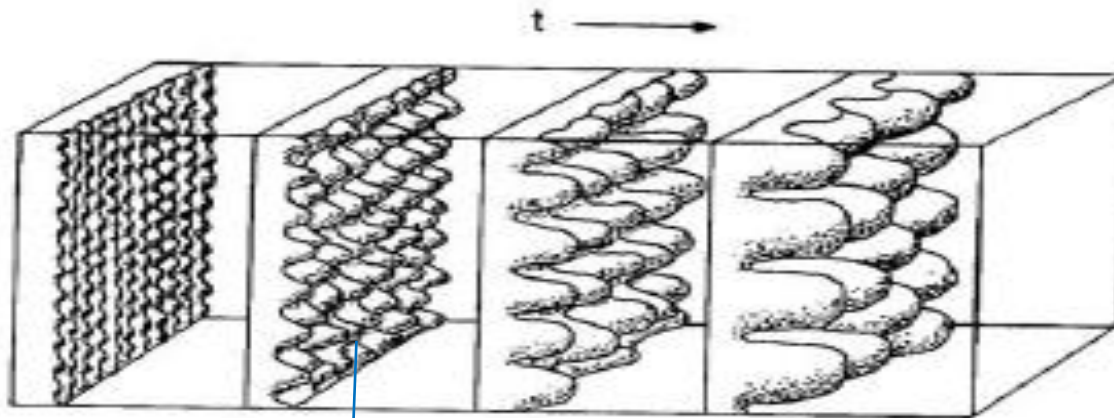
این رشد زمانی رخ می دهد که شیب کاهش دما در مایع مذاب و اطراف هسته های انجماد در یک جهت انجام شود. به عبارت ساده تر سرعت سرد شدن در تمامی جهات یکسان باشد، که در عمل چنین شرایطی امکان پذیر نیست (عواملی مانند سرعت انتقال حرارت، هدایت حرارتی ماده و... تاثیر گذار هستند) و یا باید در شرایط آزمایشگاهی این نوع جوانه زنی و رشد را ایجاد کرد. فلزات خالص این نوع رشد را دارند.



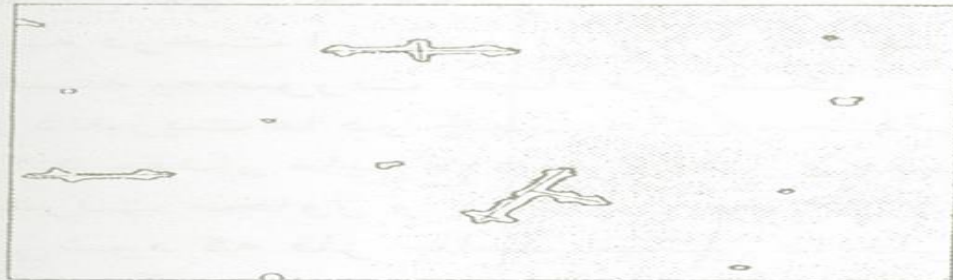
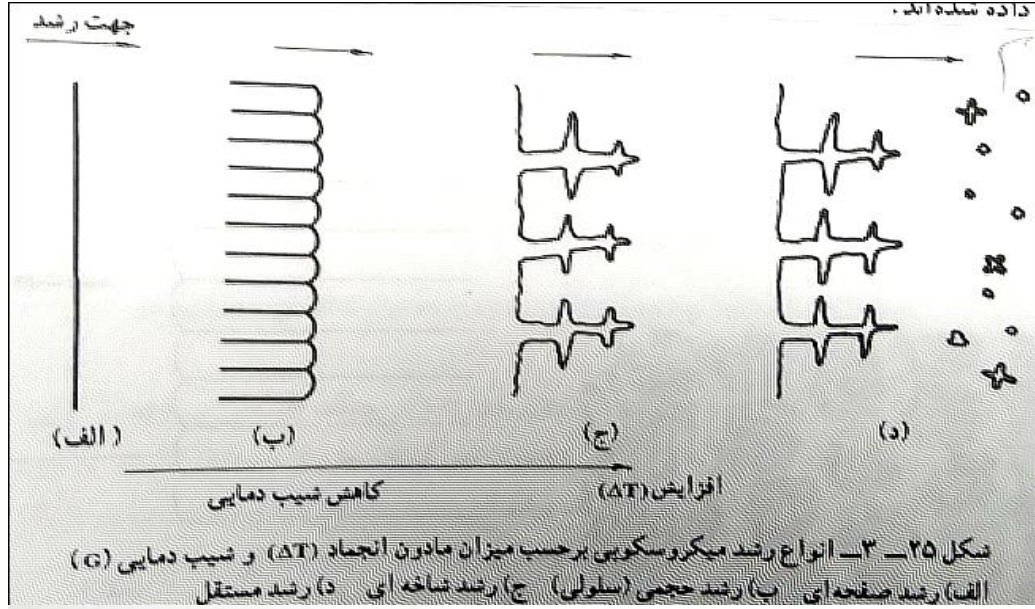


رشد دندریتی

این نوع رشد با سرعت سرد شدن رابطه مستقیم دارد. از آنجا که سرعت شدن مذاب در تمامی جهات یکسان نیست، لذا دانه انجماد تشکیل شده در فصل مشترک مذاب – جامد در یک جهت خاص (مانند حالت صفحه ای) رشد نمی کنند و این امر موجب می گردد که رشد این دانه در جهات مختلف که از نظر شرایط شیب دمایی شرایط مناسب را دارند انجام گیرد. به عبارتی هرچه سرعت سرد شدن در جهت مورد نظر بیشتر شود رشد دانه در آن جهت نیز بیشتر شده و در نتیجه میزان شاخه های دندریتی در آن جهت افزایش می یابد. اکثر آلیاژها دارای رشد دندریتی می باشند.



میخچه بلوری



(الف)



(ب)



(ج)



(د)



انجماد در قطعات ریختگی

در نتیجه با توجه به آنچه گفته شد پدیده انجماد درون قالب به دو صورت انجام می گیرد:

1. انجماد همه جانبه

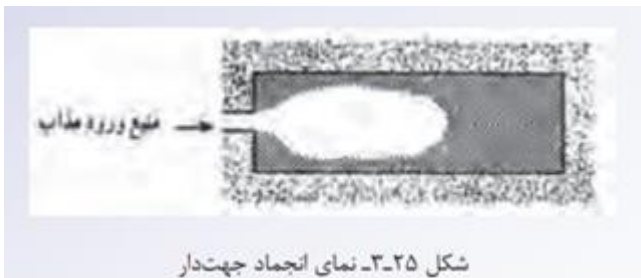
2. انجماد جهت دار

انجماد همه جانبه : در این نوع انجماد پوسته جامد تشکیل شده در جداره قالب به سمت مرکز قالب (قطعه) ریختگی پیشروی می کند تا اینکه تمام مذاب جامد شود.

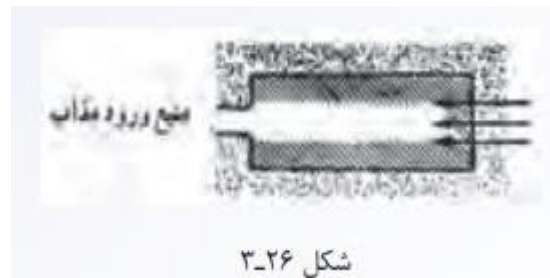


شکل ۳-۲۴- انجماد همه جانبه

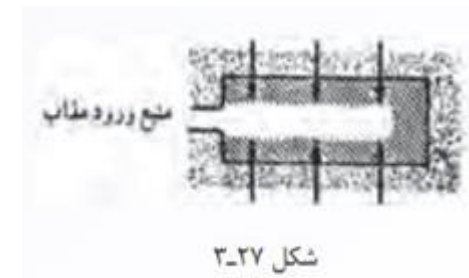
انجماد جهت دار: در این نوع انجماد پوسته جامد تشکیل شده بصورت جهت دار است یعنی از جداره قالب به سمت مجرای ورودی مذاب می رود.



شکل ۳-۲۵- نمای انجماد جهت دار



شکل ۳-۲۶

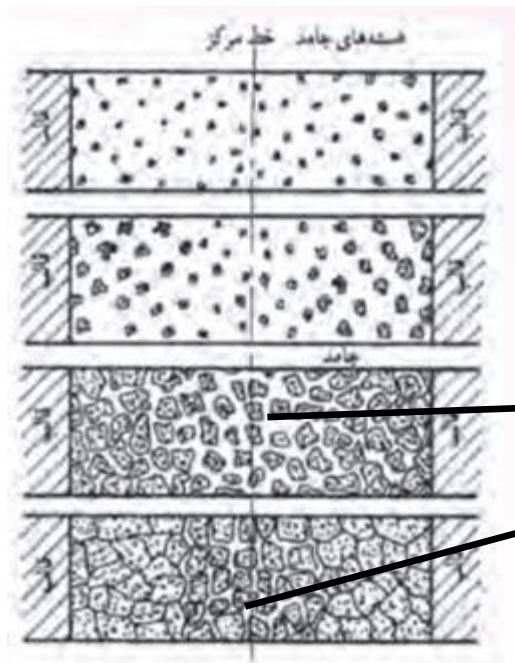


شکل ۳-۲۷



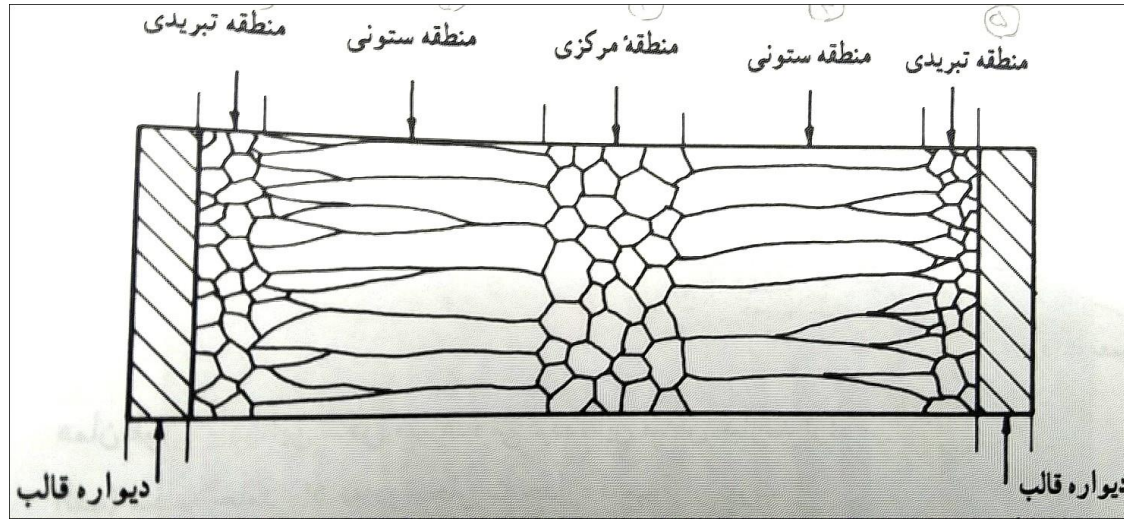
نکته : در ریخته گری انجماد جهت دار مدنظر است. زیرا در این نوع انجماد مک های گازی به سمت محل ورود مذاب می روند. در این حالت سعی می شود انجماد از دیواره قالبی که دورترین نقطه به مجرای ورودی مذاب است شروع و در نهایت به مجرای ورود مذاب ختم شود.

نکته : در آلیاژها انجماد در محدوده ای به نام دامنه انجماد صورت می گیرد و با سرعت سرد کردن (تحت تبرید) رابطه مستقیم دارد در حالی که در فلزات خالص چنین نیست.



دامنه انجماد

محل مناسبی برای تجمع
گاز های محلول در مذاب
بصورت مک گازی



ساختار دانه بندی قطعات ریختگی

1. منطقه تبریدی

2. منطقه ستونی

3. منطقه مرکزی

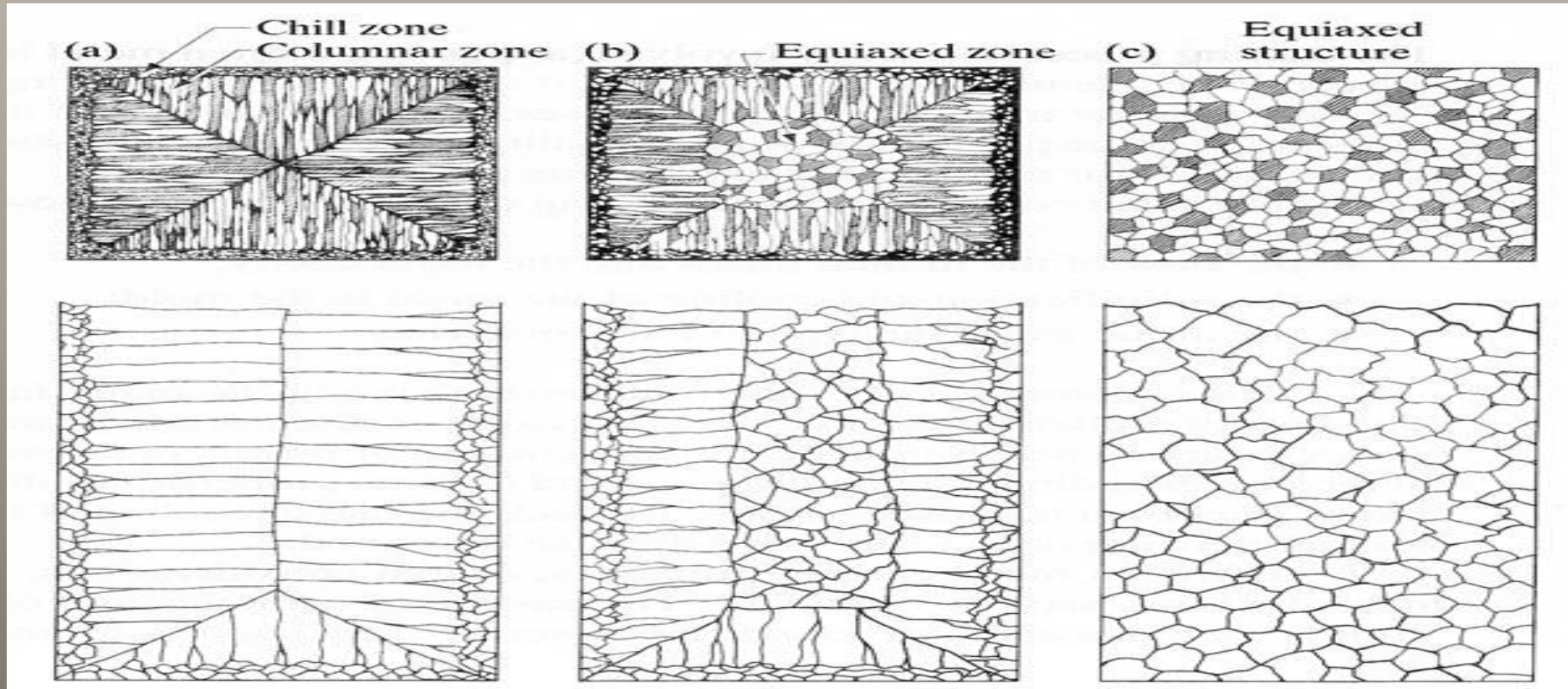
منطقه تبریدی: این منطقه چسبیده به دیواره قالب می باشد و از دانه های ریز هم محور تشکیل شده است. دلیل ریز بودن دانه ها نزدیکی به دیواره قالب می باشد. نزدیکی به دیواره قالب باعث افزایش سرعت سرد شدن و در نتیجه رشد کم دانه می گردد.

منطقه ستونی: این منطقه دارای دانه های ستونی کشیده می باشد. دلیل وجود این دانه فاصله این منطقه از دیواره قالب و در نتیجه کاهش سرعت انتقال حرارت است. این امر موجب می گردد دانه های تشکیل شده فرصت رشد یافته و بصورت ستونی تبدیل شوند. در این منطقه جهت رشد دانه ها خلاف جهت انتقال حرارت به بیرون قالب می باشد.

منطقه مرکزی: این قسمت هم دارای دانه های هم محور است و آخرین منطقه ای است که پدیده انجماد در آن رخ می دهد. فرق دانه های این منطقه با منطقه تبریدی در این است که چون آهنگ سرد شدن این منطقه کمتر از منطقه تبریدی است در نتیجه دانه های هم محور فرصت رشد پیدا کرده و بزرگتر می شوند. از آنجا که این منطقه در مرکز قطعه واقع شده لذا محدوده کمی را به خود اختصاص می دهد این امر موجب می شود رشد دانه های منطقه کمتر از منطقه ستونی و بیشتر از منطقه تبریدی باشد.



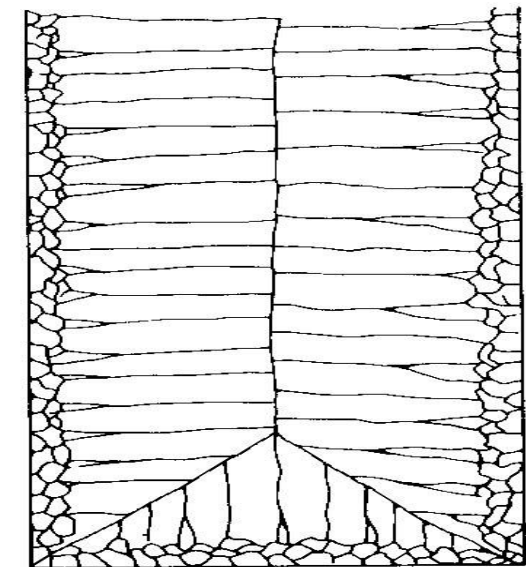
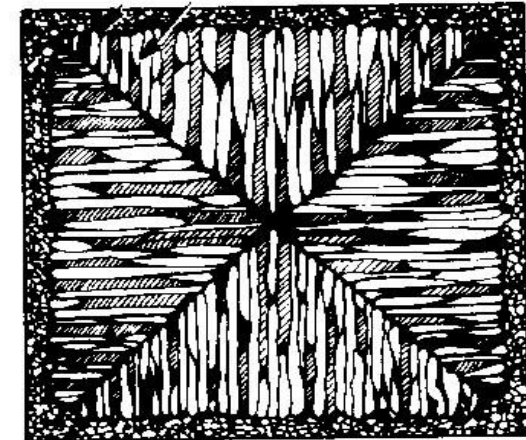
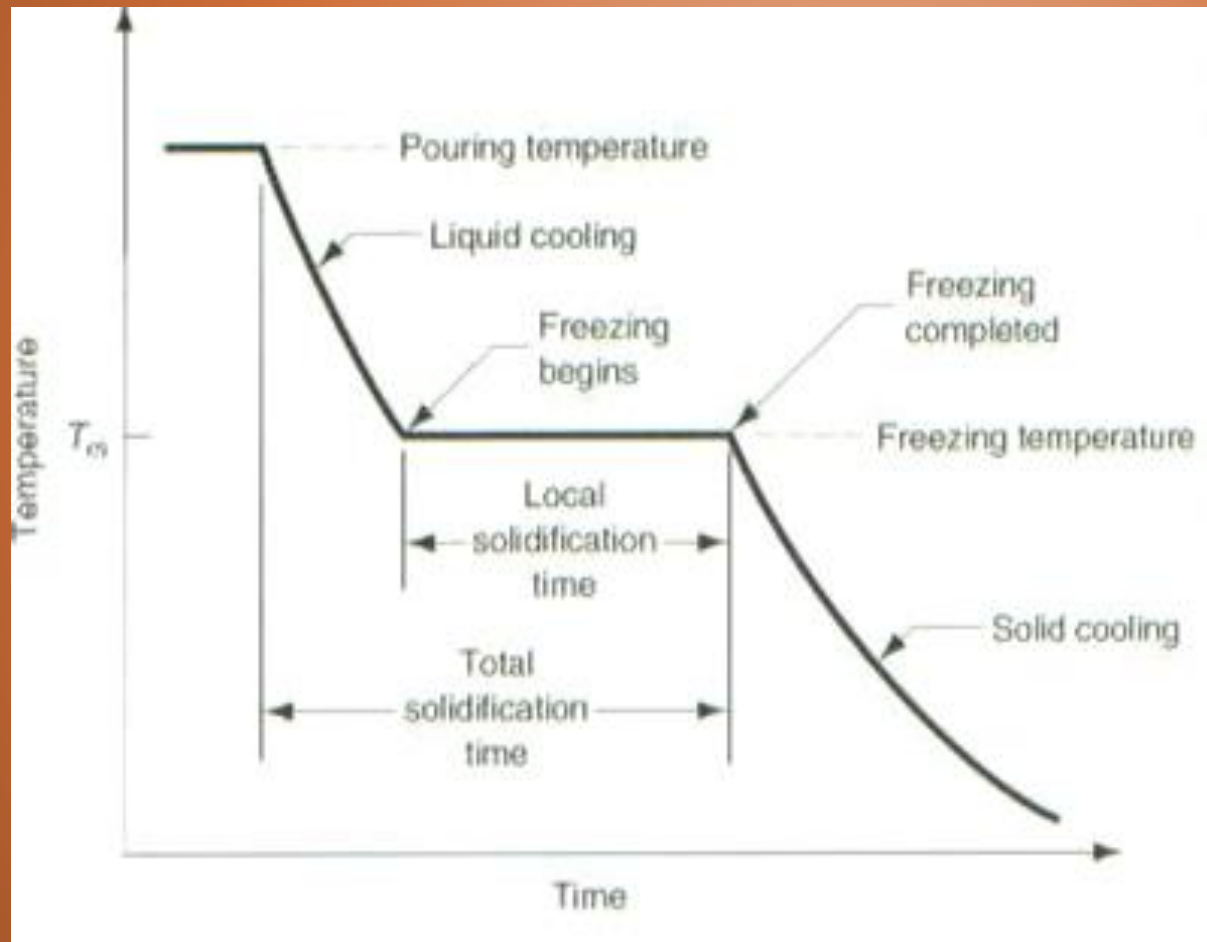
نکته: در فلزات خالص و شمش های ریختگی ما فقط مناطق تبریدی و ستونی داریم.
نکته: چنانچه انجماد با مواد جوانه ز ا صورت گیرد، ساختار قطعه معمولاً به صورت دانه های هم محور و در اندازه های متفاوت ایجاد می شود.



- a: ساختار عمدتاً ستونی به همراه منطقه تبریدی (فلزات خالص)
b: ساختاری مختلط از دانه های هم محور مرکزی، ستونی و تبریدی (آلیاژهای محلول جامد)
c: دانه های کاملاً هم محور بدلیل عدم وجود شیب دمایی و یا استفاده از مواد جوانه ز

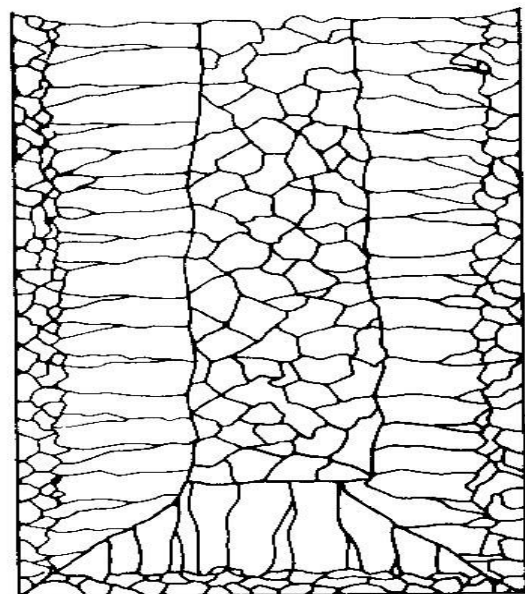
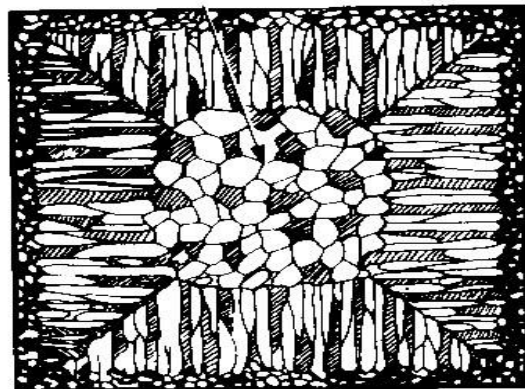
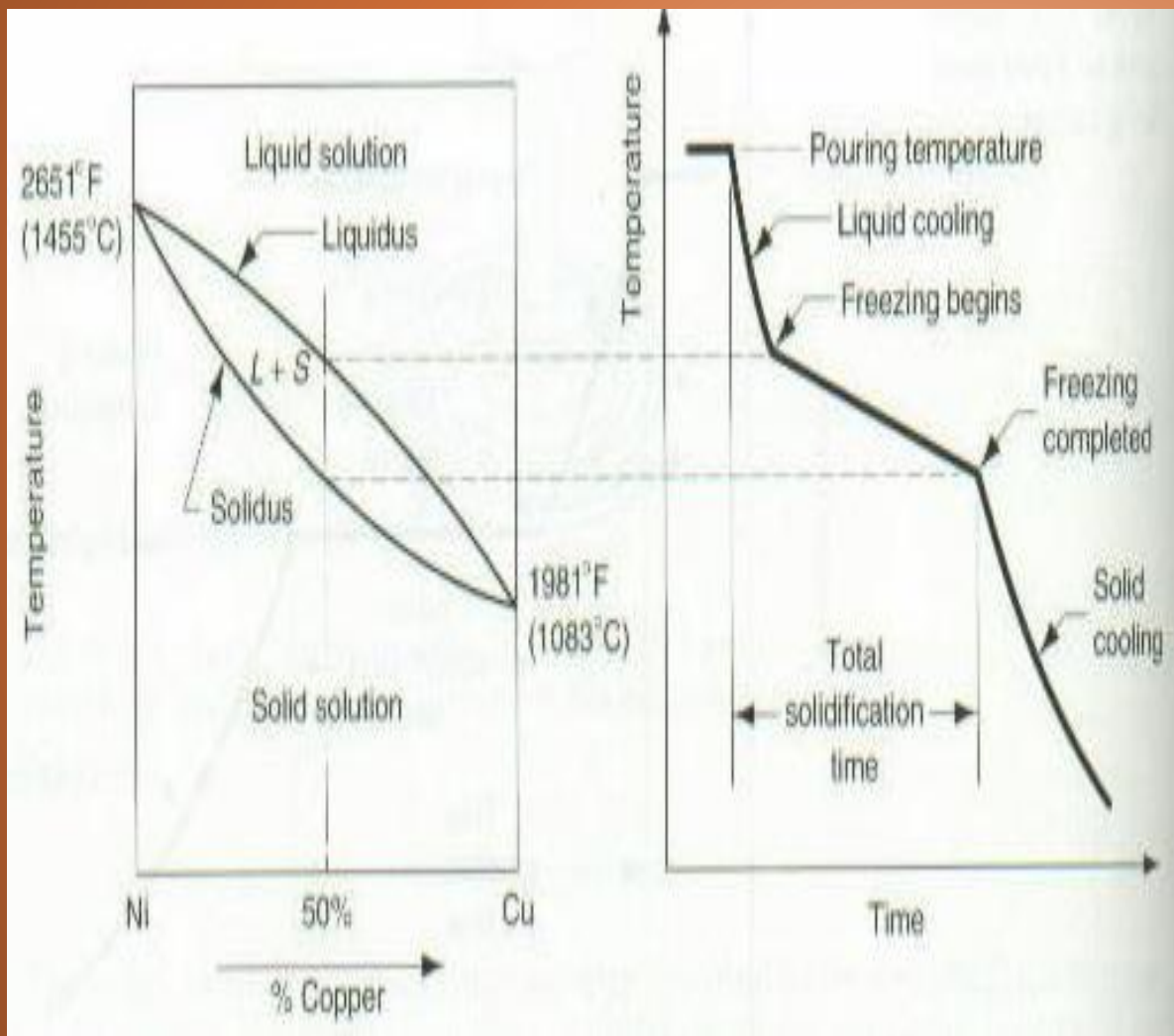


منحنیهای سرد شدن





منحنیهای سرد شدن

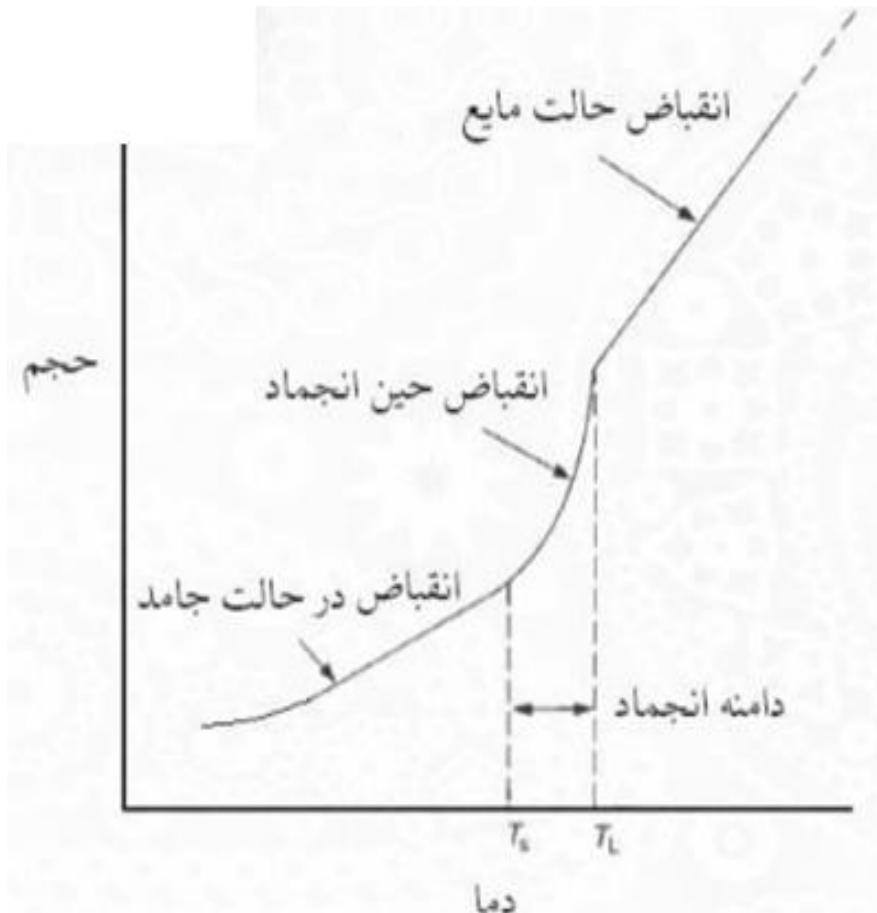




با شروع انجماد پدیده ای به نام انقباض صورت می گیرد. تمامی فلزات و آلیاژها هنگام ذوب منبسط و در اثر سرد شدن منقبض می شوند. مقدار کاهش حجم قطعه قبل، بعد و در حین انجماد به جنس قطعه، دمای مذاب، طراحی قطعه و ریخته گری و محیط قالب بستگی دارد.

انقباض فلزات و آلیاژها در سه مرحله صورت می گیرد:

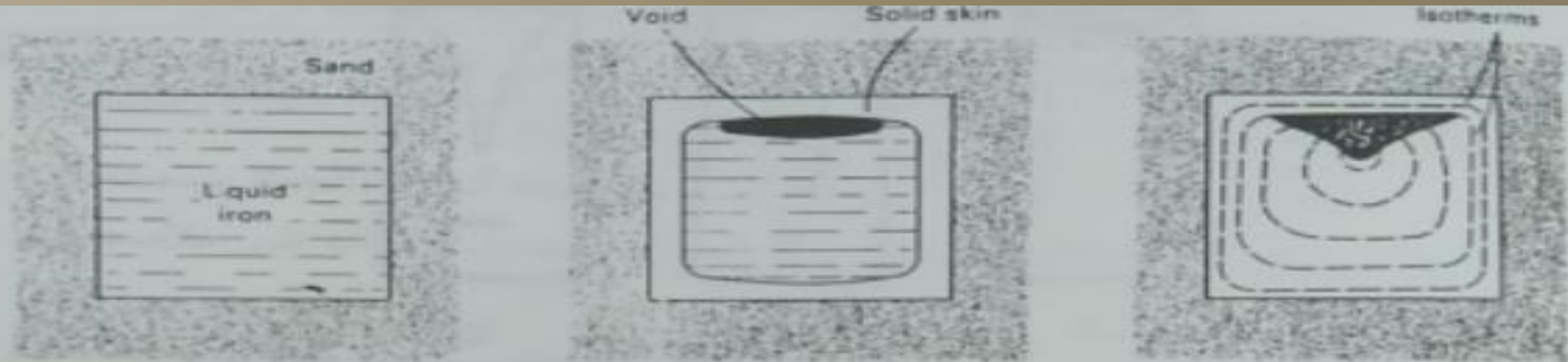
- انقباض مایع: در اثر کاهش دمای مذاب از حداکثر نقطه ذوب (فوق ذوب) تا نزدیک نقطه ذوب (ابتدای منطقه انجماد)
- انقباض انجماد (جامد-مایع): در هنگام تبدیل مایع به جامد (منطقه خمیری)
- انقباض در حالت جامد – در اثر سرد شدن قطعه تا دمای اتاق



✓ مقدار انقباض مایع به ضریب انقباض حرارتی و مقدار فوق گرم بستگی دارد. چون در طول سرد شدن فلز درون قالب، جریان فلز درون سیستم راهگاهی برقرار است، انقباض حالت مایع مشکل چندان مهمی در فرآیند ایجاد نخواهد کرد.

✓ بیشترین میزان انقباض در حین تغییر حالت از مایع به جامد اتفاق می افتد. با طراحی مناسب سیستم راهگاهی و تغذیه کننده می توان مقدار زیادی از این انقباض را جبران کرد.

✓ پس از انجماد، قطعه تا سرد شدن تا دمای اتاق باز هم منقبض می شود. این انقباض با بزرگتر گرفتن ابعاد مدل قابل برطرف کردن است.



الف

ب

ج



د



هـ

شکل ۲-۴- شماتیک مراحل انقباض یک نمونه مکعبی (الف): فلز مذاب اولیه پس از بارریزی
(ب): پوسته جامد شده و شکل گیری حفره انقباضی (ج): انقباض داخلی (د): انقباض داخلی همراه با مقعر
شدن (تغییر ابعادی) (هـ): سطح سوراخ شده و ارتباط حفره با محیط اطراف



حال که با مطالب فوق آشنا شدید برای جبران کمبود مذاب ناشی از انقباض در ریخته گری از تغذیه استفاده می کنند .

پس طبق تعریف تغذیه گذاری عبارت است از:

عملی برای جبران تغییرات حجمی فلز در حالت مایع و ضمن انجماد به منظور تولید قطعات ریختگی عاری از عیبه‌های انقباضی.

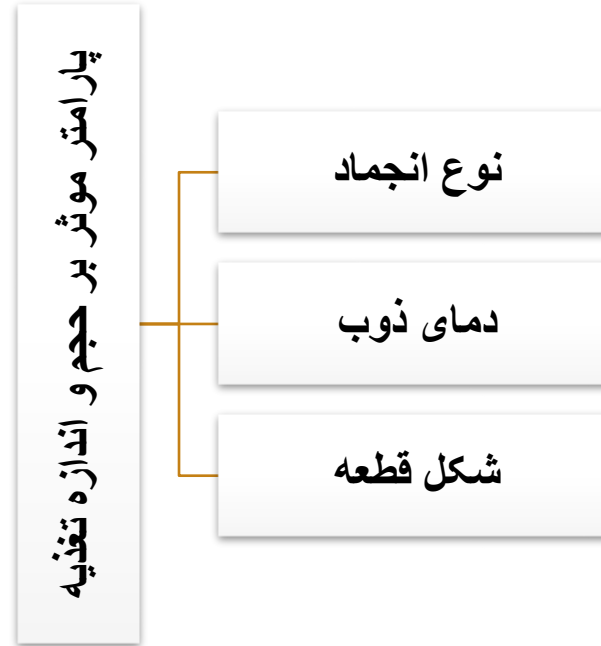
در واقع وظیفه اصلی تغذیه :

- متمرکز کردن انقباض مذاب
- فراهم کردن امکان مذاب رسانی به قسمت های درحال انجماد می باشدو انجماد باید از دورترین قسمت قطعه نسبت به تغذیه آغاز و به صورت جهت دار به طرف قطعه ادامه یابد تا به تغذیه ختم گردد.

زمانی تغذیه میتواند به وظیفه خود به خوبی عمل کند که قطعه دارای انجماد پوسته ای باشد . درغیراین صورت باید برای متمرکز کردن ازمبرد استفاده کرد.

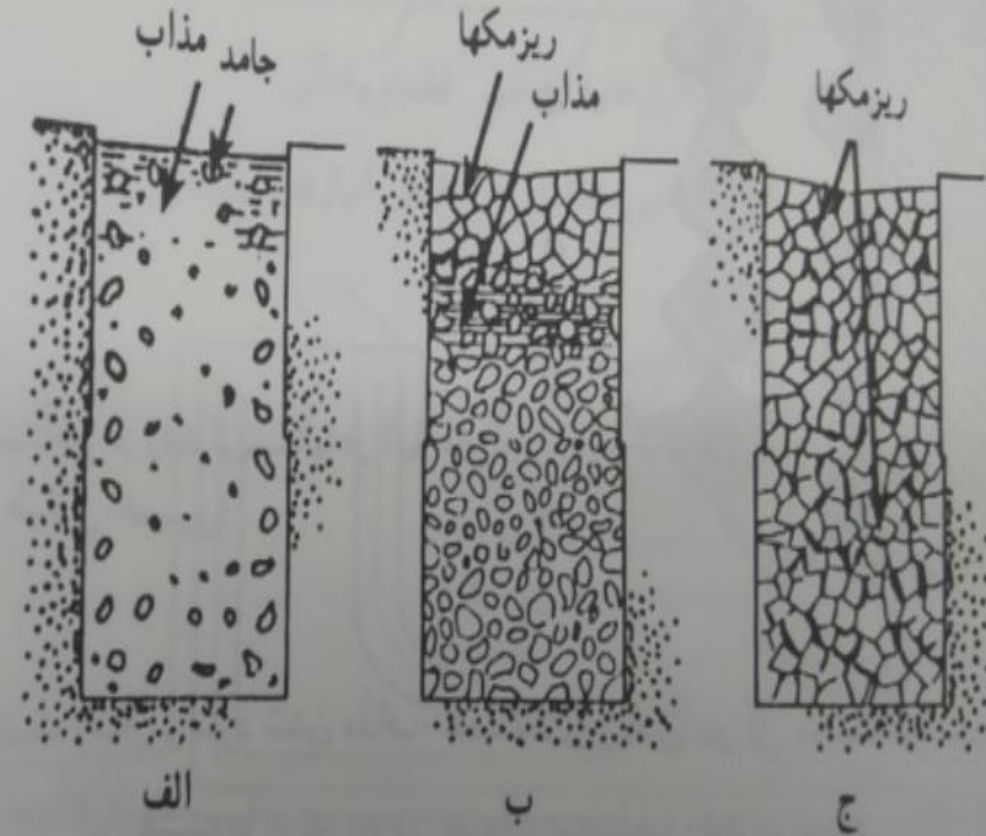
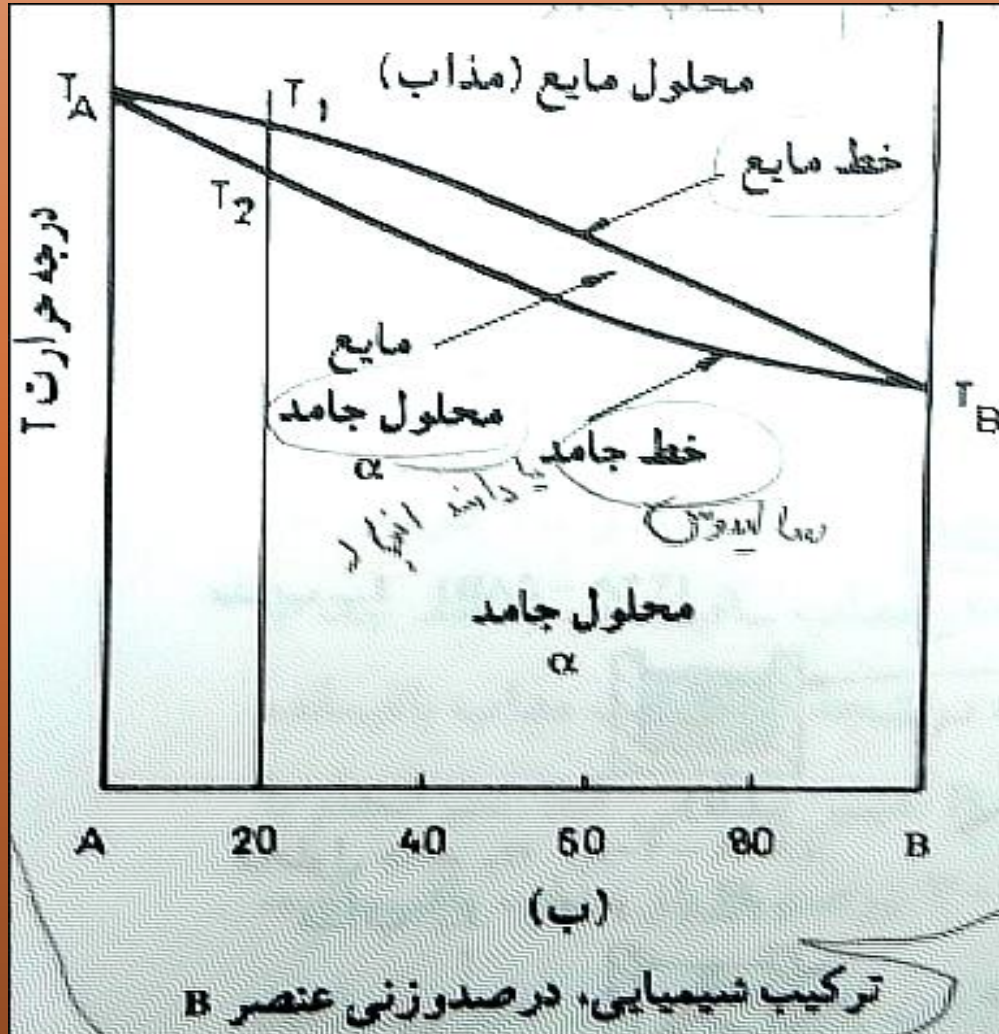
هرچه دمای ذوب بالا برود راندمان تغذیه کم می شود. دمای بالاتر باعث می شود سرعت از دست دادن حرارت نیز افزایش یابد و همین امر به تغذیه اجازه متمرکز کردن انقباض را نمی دهد. دراین حالت باید از مبرد استفاده کرد.

عوامل موثر بر عمل کرد تغذیه:



فلزات و آلیاژها دارای مکانیزم های مختلف انجماد هستند. اما از نظر تغذیه که بیشتر روی منطقه حین انجماد متمرکز شده می توان آنها را به سه گروه تقسیم کرد:

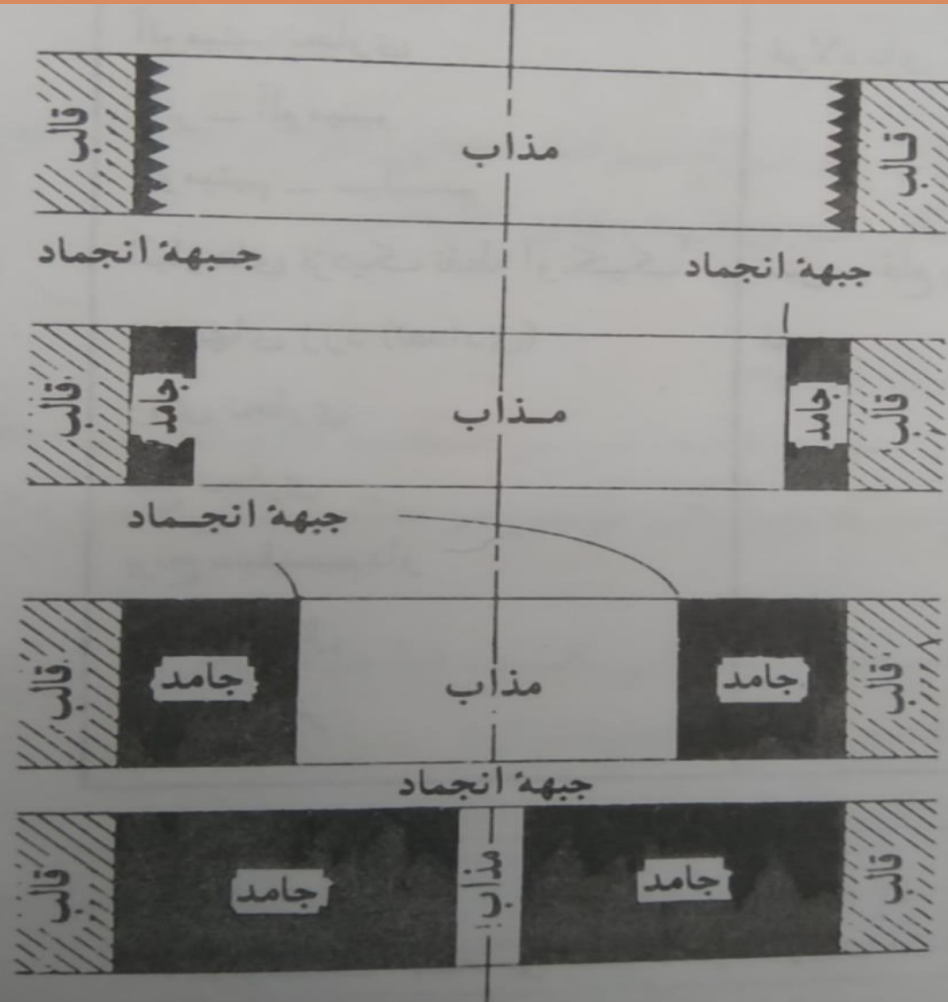
- آلیاژ با دامنه انجماد کوتاه (کمتر از 50 درجه سانتیگراد) یا انجماد پوسته ای. مانند: فلز خالص ، برنز- آلومینیم ، روی تجاری ، فولاد کم کربن و ...
- آلیاژ با دامنه انجماد متوسط (50 تا 110 درجه سانتیگراد) یا انجماد پوسته ای - خمیری یا میانی. مانند: برنز- سیلیسیم ، فولاد کم آلیاژ و
- آلیاژ با دامنه انجماد خمیری (بیشتر از 110 درجه سانتیگراد) یا انجماد خمیری. مانند: آلیاژ آلومینیم ، فولاد پر کربن .



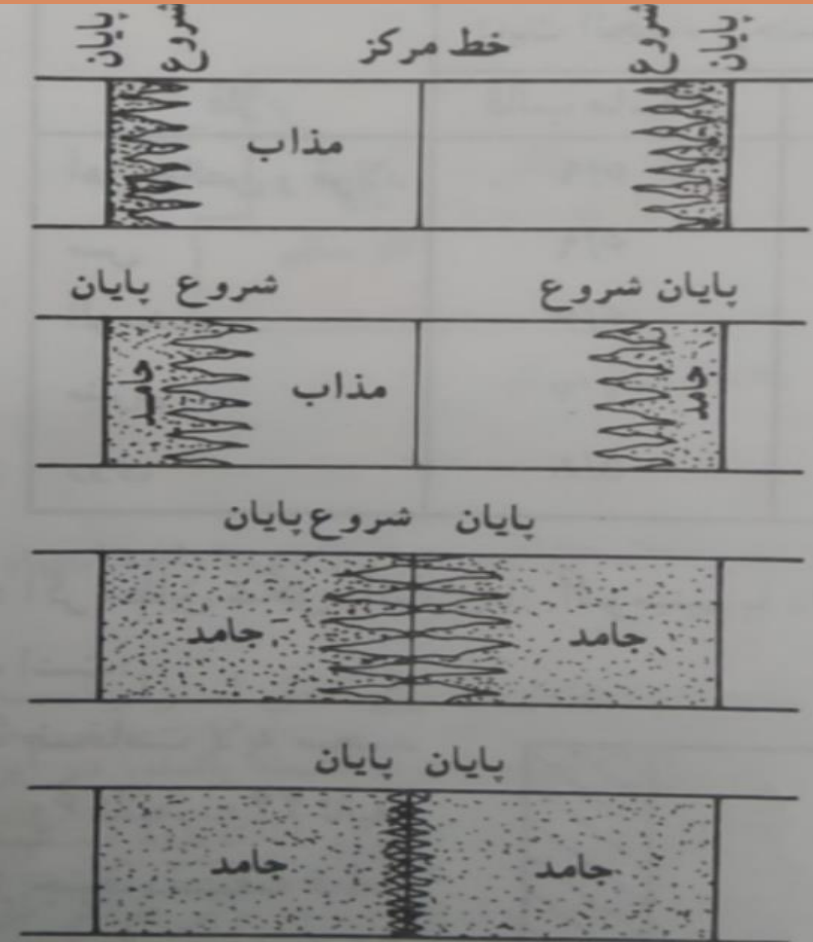
شکل ۱۳-۴ - مراحل انجماد و انقباض در آلیاژهای با دامنه انجماد طولانی



فلز خالص



آلیاژ



۴-۶ شماتیک مراحل انجماد آلیاژهای با دامنه انجماد کوتاه



تغذیه ها به دودسته کلی تقسیم می شوند:

1. بر مبنای موقعیت قرار گرفتن منبع تغذیه
2. بر مبنای ارتباط با اتمسفر محیط

1. بر مبنای موقعیت قرار گرفتن منبع تغذیه

در این حالت تغذیه هارا می توان به صورت های زیر تقسیم نمود:

- تغذیه بالایی
- تغذیه کناری
- تغذیه لب به لب (گوشه بالا)
- تغذیه از بالا که وظیفه سیستم راهگاهی را نیز بر عهده دارد
- تغذیه بالا که جزیی از قسمت بالایی قطعه به شمار می آید

2. بر مبنای ارتباط با اتمسفر محیط

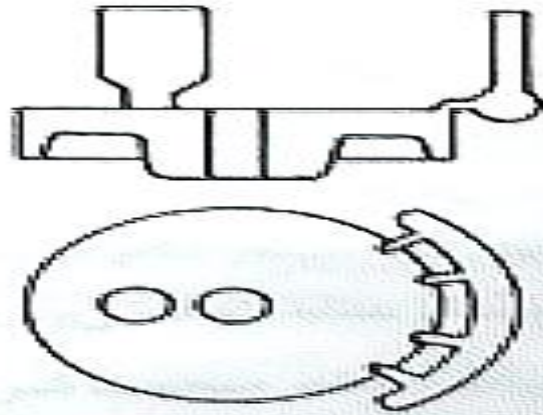
- تغذیه کور
- تغذیه باز

نکته: در تغذیه باز قسمت بالایی منبع تغذیه با اتمسفر محیط ارتباط دارد و این امر موجب می شود فشار اتمسفر محیط و وزن مذاب، مذاب تغذیه را به سمت قطعه هدایت کند.

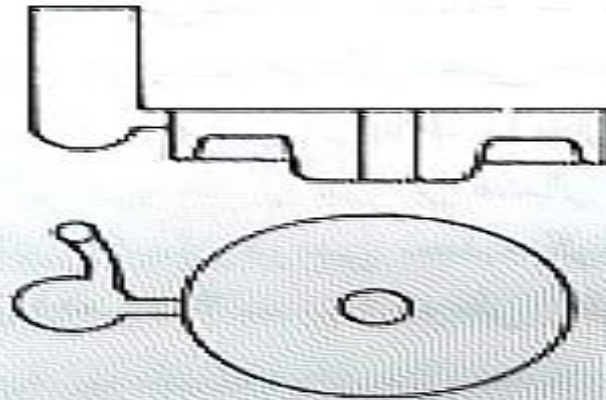
نکته : در تغذیه کور سطح منبع تغذیه با اتمسفر محیط ارتباط ندارد و به عبارت دیگر تمام اطراف تغذیه به جز محل ارتباط آن با سیستم راهگاهی توسط ماسه احاطه شده. این تغذیه بدلیل عدم ارتباط با اتمسفر و عدم خروج هوای محفظه قالب در هنگام بارریزی کمتر استفاده می کنند و تنها کاربرد آن برای فلزاتی با پوسته جامد اولیه مانند فولاد یا چدن است.



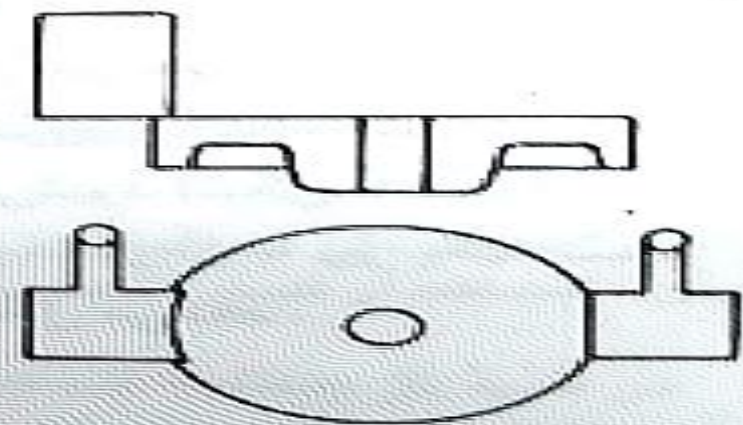
(۱) تغذیه بالایی



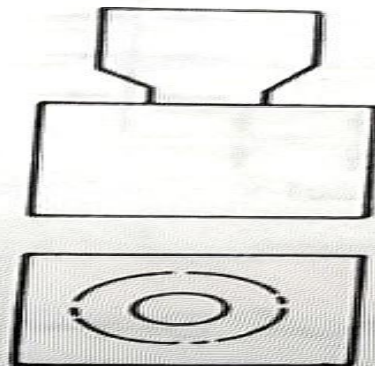
(۲) تغذیه کناری



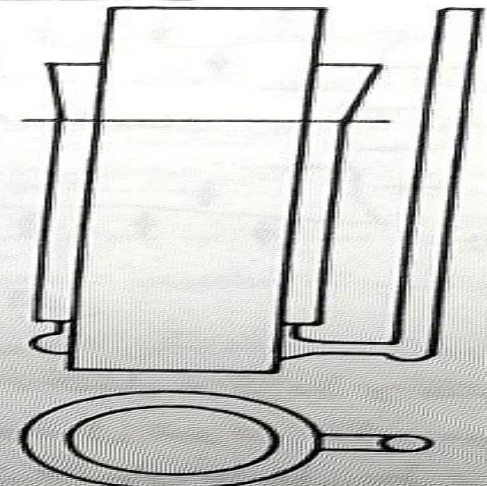
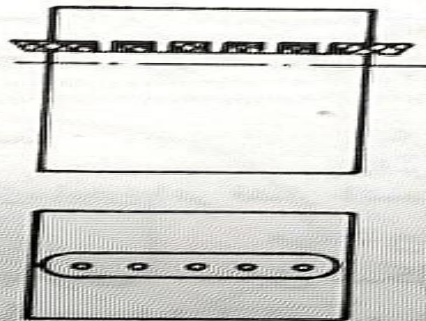
(۳) تغذیه لب به لب



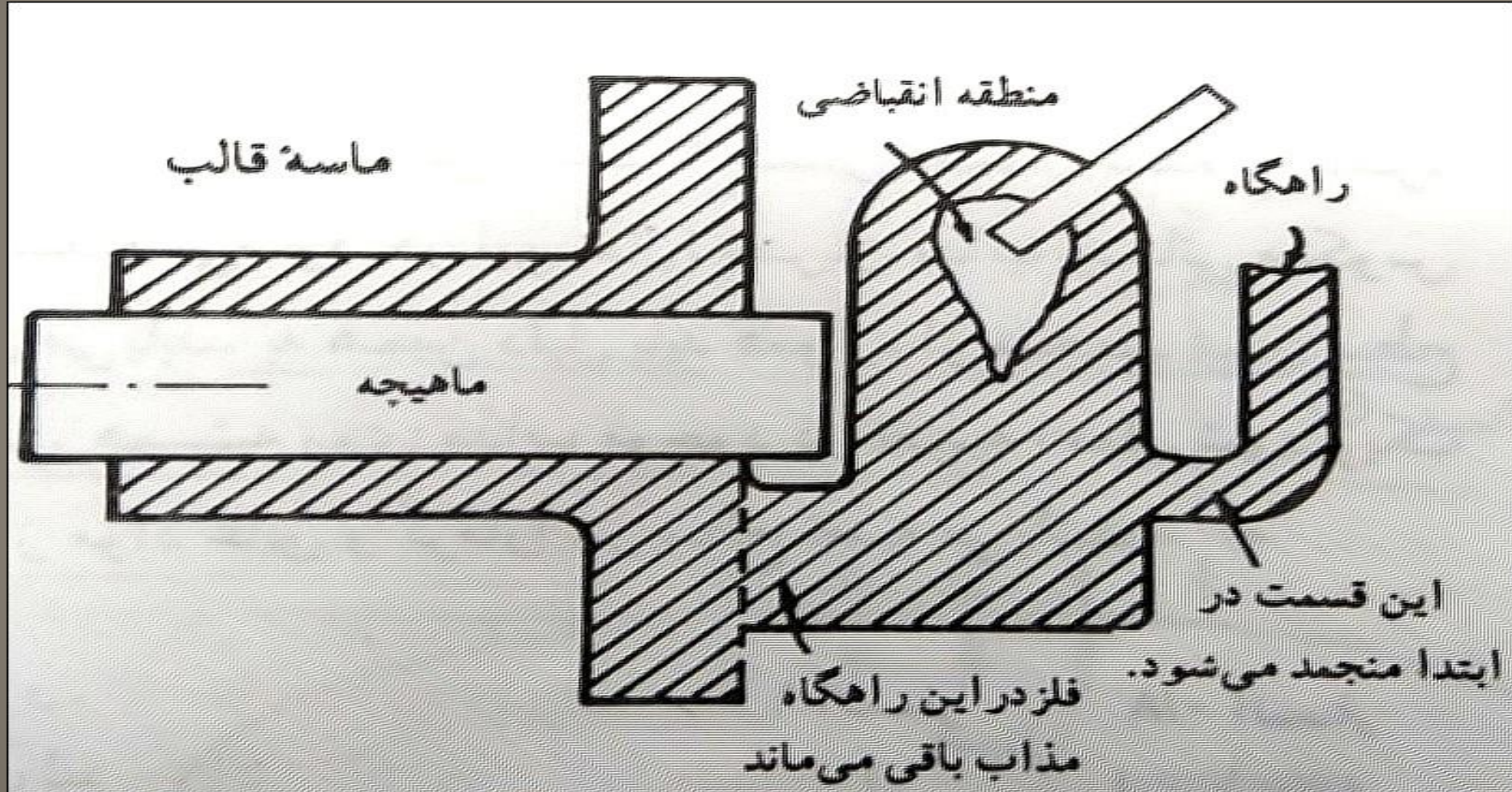
(۴) تغذیه بالایی که از آن به عنوان راهگشای بارریز استفاده می‌شود.



(۵) تمام سطح بالایی قطعه به عنوان تغذیه



شکل ۵۰ - ۲ - انواع تغذیه‌ها بر اساس موقعیت قرار گرفتن نسبت به قطعه





روش های افزایش راندمان تغذیه

به منظور افزایش سلامت قطعه ، راندمان ریختگی و کاهش قیمت تمام شده مورد استفاده قرار می گیرند.
مهمترین آنها عبارتند از:

- مواد عایق و گرمازا
- مبرد

- اصلاح طراحی سیستم راهگهی و بارریزی
- اصلاح طراحی مدل و قطعه
- کنترل درجه حرارت بارریزی

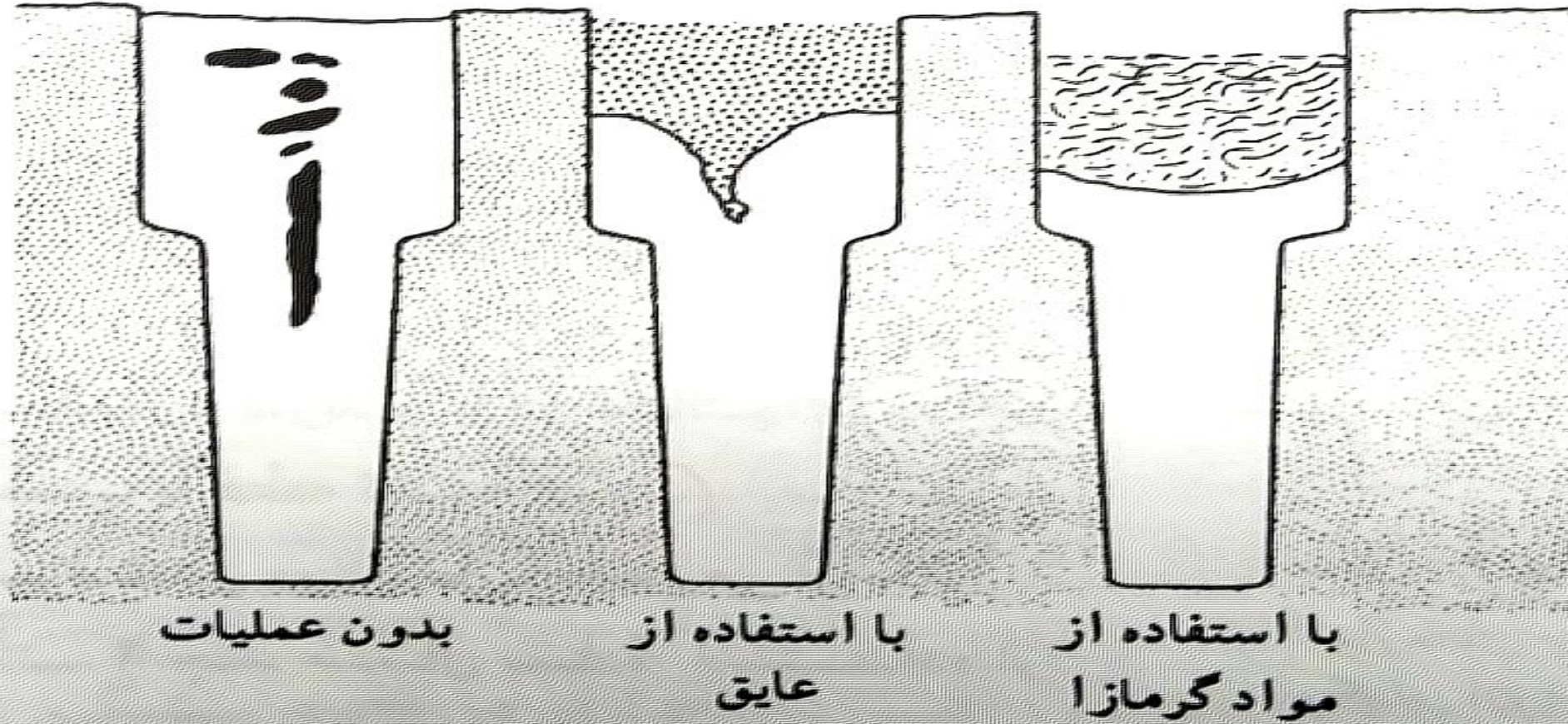
• مواد عایق و گرمازا

از این موادر تغذیه یا بعضی از قسمتهای قطعه (در قطعه کمتر استفاده می کنند) به منظور گرم نگهداشتن آنها و ایجاد یک شیب دمایی مناسب از قطعه به تغذیه استفاده می شود که این امر موجب کاهش حجم تغذیه می گردد. از جمله این مواد می توان به شعله ، میله داغ ، قوس الکتریکی ، مقاومت الکتریکی و یا مواد عایق و گرمازا اشاره کرد که در تغذیه مخصوصا تغذیه روباز کاربرد دارد.

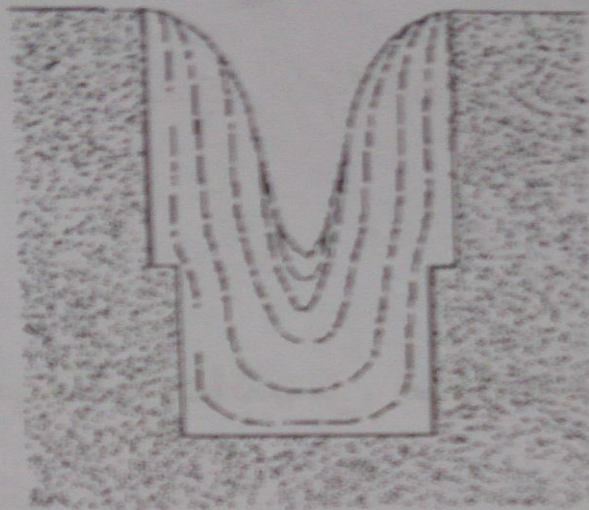
• مبرد

از این مواد به منظور افزایش سرعت سرد کردن (برای قسمت های حجیم و ضخیم) و ایجاد شیب دمایی استفاده می کنند. این مواد از هدایت حرارتی بالایی (مانند مس) برخوردار می باشند. مبرد ها به دو دسته خارجی و داخلی تقسیم می شوند. مبرد های خارجی از جنس قطعات فلزی مانند چدن ، مس یا فولاد می باشد.

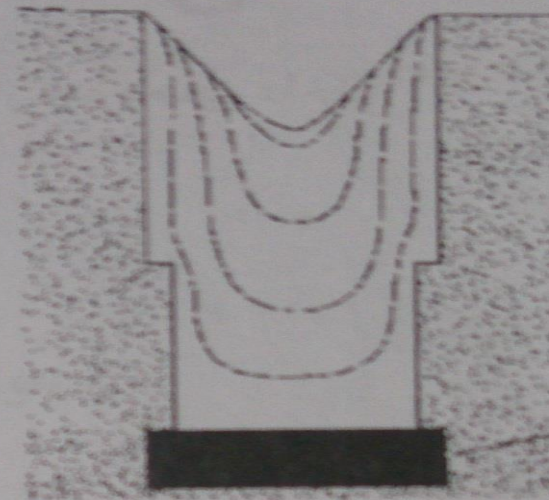
مبرد های داخلی در داخل محفظه قالب استفاده می شوند و معمولا از جنس خود فلز ریختگی برای آنها استفاده می کنند تا بعدا توسط ماشینکاری یا سوراخکاری از بین بروند. از مبرد های داخلی کمتر استفاده می کنند.



شکل ۵۹-۴ — استفاده از مواد عایق و گرمازا در تغذیه

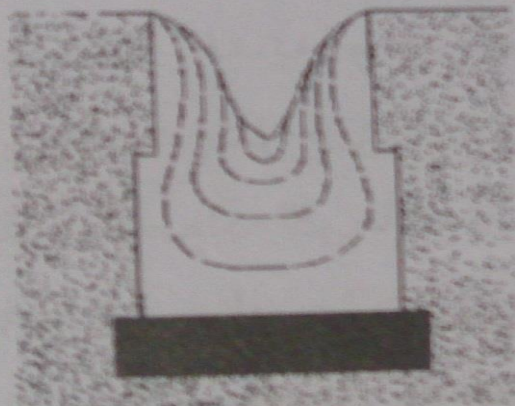


(الف)

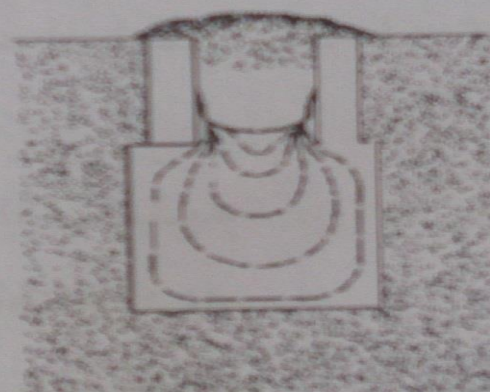


(ب)

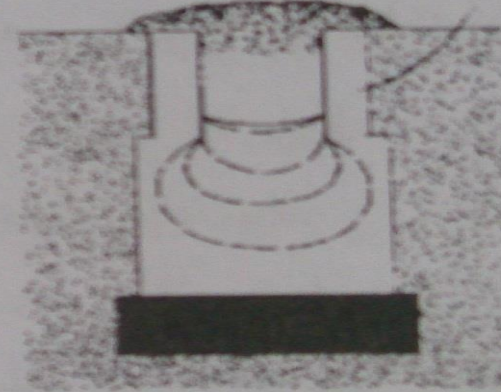
محافظة از تشعشع
مواد عایق



(ج)



(د)

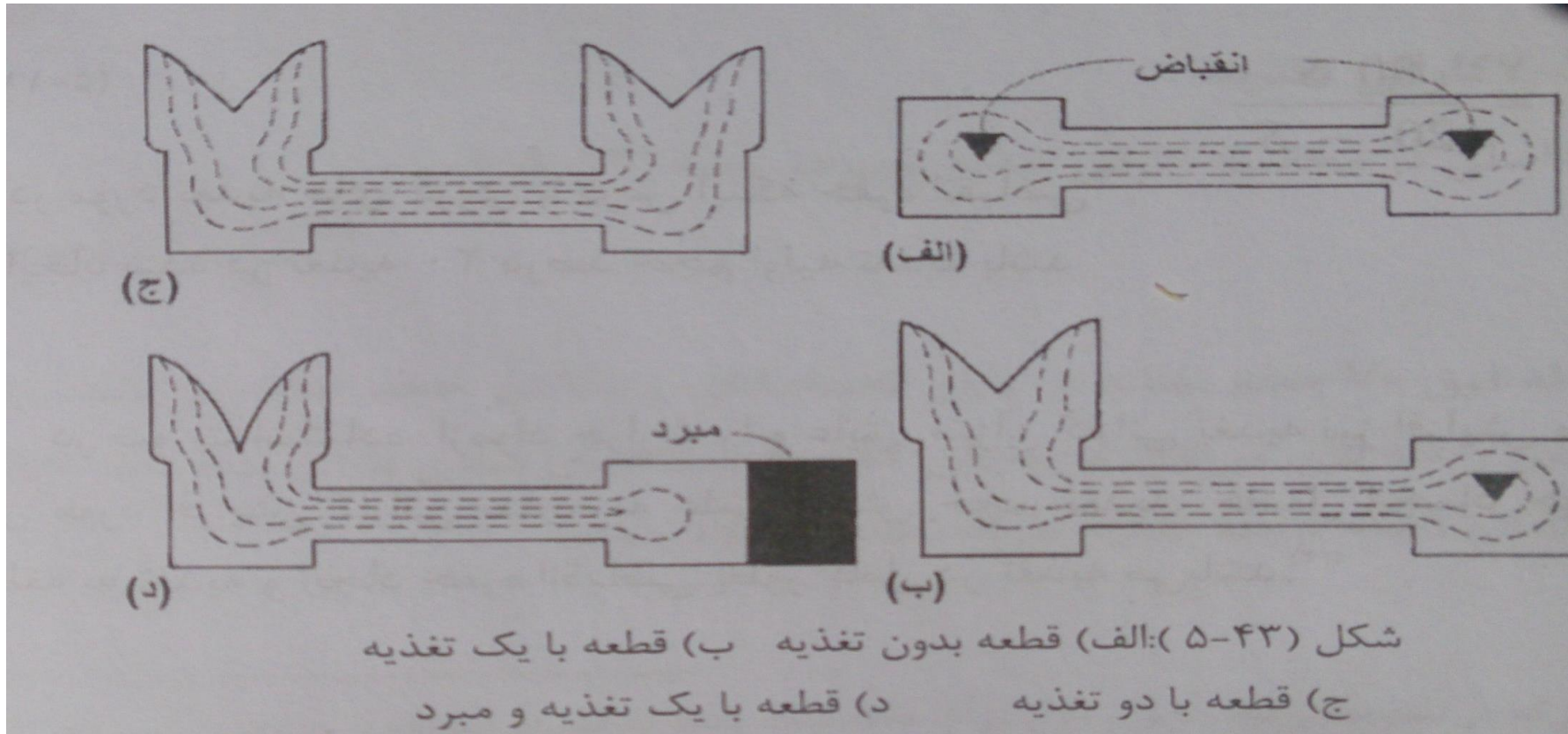


(و)



همانطور که می دانید بیشتر قطعات ریختگی دارای سطح مقطع های مختلف و غیر یکنواختی هستند. همین امر باعث می شود سرعت سرد شدن این مقاطع باهم متفاوت باشد. بصورت کلی سرعت سرد شدن در مقاطع نازک نسبت به مقاطع ضخیم بیشتر است که این امر بر مذاب رسانی تغذیه تاثیر می گذارد.

روش صحیح در طراحی تغذیه، تقسیم قطعه به مقاطعی است که نیاز به تغذیه دارند، به گونه ای که جهت انجماد از مقاطع نازک به ضخیم حفظ گردد.





روش مدول (چورنیف)

این روش که قدیمی ترین طریقه محاسبه تغذیه می باشد براساس رابطه چورنیف استوار است. براساس روش چورنیف زمان انجماد (t) قطعه و تغذیه قابل محاسبه است.

$$t_c = k \left(\frac{V_c}{A_c} \right)^2$$

$$t_r = k \left(\frac{V_r}{A_r} \right)^2$$

t_r = زمان انجماد تغذیه

V_r = حجم تغذیه

A_r = سطح کل تغذیه (سطح تماس تغذیه با قطعه ریختگی از مقدار کل سطح تغذیه کسر گردد)

k = ضریب ثابت براساس مشخصات قالب و فلز

t_c = زمان انجماد قطعه

V_c = حجم قطعه ریختگی

A_c = سطح کل قطعه ریختگی (سطح تماس قطعه با تغذیه منظور نشود)

k = ضریب ثابت براساس مشخصات قالب و فلز

رابطه های مدول

نسبت حجم به سطح را مدول گویند.

$$M_c = \frac{V_c}{A_c}$$

$$M_r = \frac{V_r}{A_r}$$

M_c = مدول قطعه

V_c = حجم قطعه

A_c = سطح کل قطعه

M_r = مدول تغذیه

V_r = حجم تغذیه

A_r = سطح کل تغذیه



$$t_c = k (M_c)^2$$

از ترکیب دو رابطه قبل (مدول و چورنیف) برای قطعه و تغذیه خواهیم داشت:

$$t_r = k (M_r)^2$$

$$\frac{t_r}{t_c} = \left(\frac{M_r}{M_c}\right)^2$$

باتوجه به حالت تساوی بین دو رابطه بالا در نهایت می توان نوشت:

توجه کنید مدول تغذیه (M_r) باید به اندازه کافی از مدول قطعه ریختگی (M_c) بزرگتر باشد تا عمل مذاب رسانی به خوبی انجام شود. به همین دلیل در محاسبات عملی، با احتساب نسبت زمان انجماد در تغذیه به قطعه (قالب) براحتی حجم تغذیه را محاسبه می کنند.

این نسبت برای فولاد ها و آلیاژهایی با انجماد پسته ای معمولا $M_r = 1/2 M_c$ و برای فلزات دیگر بین 1/2 تا 1/5 متغیر است تا عمل مذاب رسانی بخوبی انجام شود.

همچنین در تغذیه های استوانه ای معمولا ارتفاع تغذیه استوانه 1/5 برابر قطر آن می باشد. $H = 1/5 D$



مثال

قطعه ای مکعب مستطیل از فولاد به ابعاد $5 \times 10 \times 10$ سانتیمتر به روش ریخته گری تهیه می شود.

الف: محاسبه نسبت مدول تغذیه به قطعه

$$\frac{t_r}{t_c} = 1/44 \longrightarrow 1/44 = \left(\frac{M_r}{M_c}\right)^2$$

جذر می گیریم از دو طرف
تا توان 2 از بین برود

$$\frac{M_r}{M_c} = \boxed{1/2}$$

ب: مدول تغذیه و قطعه

$$M_c = \frac{V_c}{A_c} = \frac{10 \times 10 \times 5}{2(10 \times 10 + 2 \times 10 \times 5)} = \boxed{1/25 \text{ cm}}$$

$$M_r = 1/2 M_c \longrightarrow 1/2 \times 1/25 = \boxed{1/5 \text{ cm}}$$

پ: محاسبه ابعاد تغذیه و نسبت حجم آن به قطعه:

$$M_r = \frac{V_r}{A_r} = \frac{\text{ارتفاع} \times \text{قاعده}}{\text{سطح کل}} = \frac{\frac{\pi D^2}{4} \times 1/5 D}{\frac{2\pi D^2}{4} + \pi D \times 1/5 D} = \frac{1/5 D}{8} \longrightarrow \boxed{M_r = \frac{1/5 D}{8}}$$

گفتیم $H = 1/5 D$

$$M_r = \frac{1/5 D}{8} \longrightarrow 1/5 = \frac{1/5 D}{8} \longrightarrow D = 8 \text{ cm}$$

قطر تغذیه $D = 8 \text{ cm}$



$$H = 1/5D$$



$$H = 1/5 \times 8$$



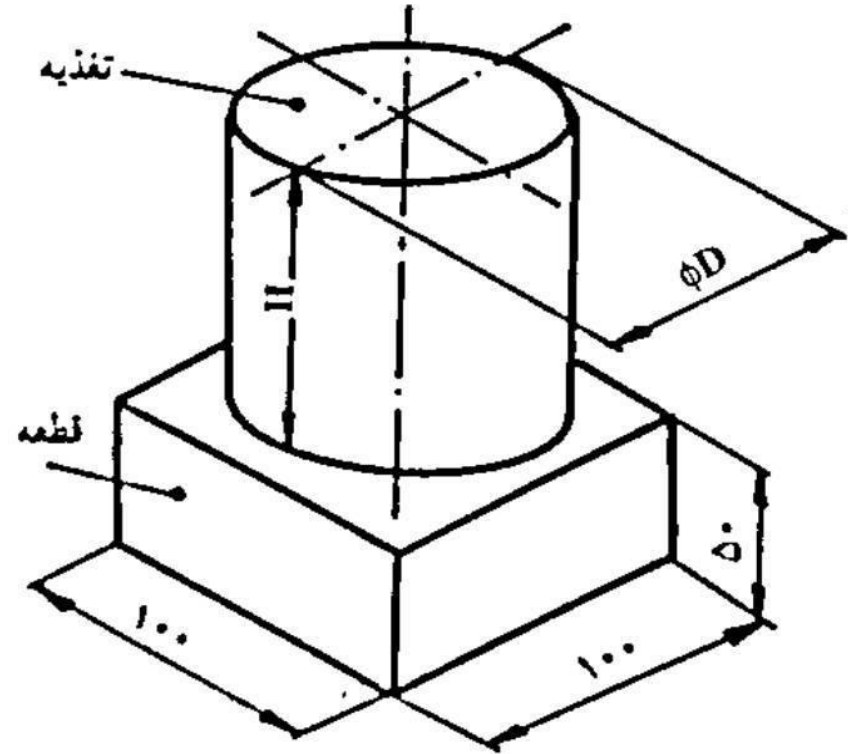
$$H = 12\text{CM}$$
 ارتفاع تغذیه

$$V_r = \frac{\pi D^2}{4} \times H = \frac{3/14 \times 8^2}{4} \times 12 = 602/9\text{cm}^3$$

حجم تغذیه

$$\frac{v_r}{v_c} = \frac{602/9}{10 \times 10 \times 5} \approx 1/2$$

نسبت حجم تغذیه به قطعه



روش کاین

به منظور سهولت و سرعت بخشیدن به محاسبات تغذیه استفاده از منحنی برای اولین بار توسط کاین ارائه شد. در هنگام استفاده از این منحنی ها باید به دونکته توجه کنید: اولاً این منحنی ها برای آلیاژهای مختلف متفاوت می باشد. ثانیاً رسم این گونه منحنی ها از طریق آزمایشگاهی و تجربی قابل دسترس است. اما مفید بودن اینگونه منحنی ها از آنجا ناشی می شود که با در دست داشتن این منحنی ها با توجه به فلز و آلیاژ مورد نظر می توان برای انواع قطعات ریختگی به سهولت اندازه مناسب تغذیه را محاسبه کرد. در منحنی کاین محور طول جذرنسبت زمان انجماد و به عبارتی نسبت مدول تغذیه به قالب و محور عرض ها نسبت حجم تغذیه به قالب را مشخص می کند.

$$X = \frac{M_r}{M_c} \quad y = \frac{V_r}{V_c}$$

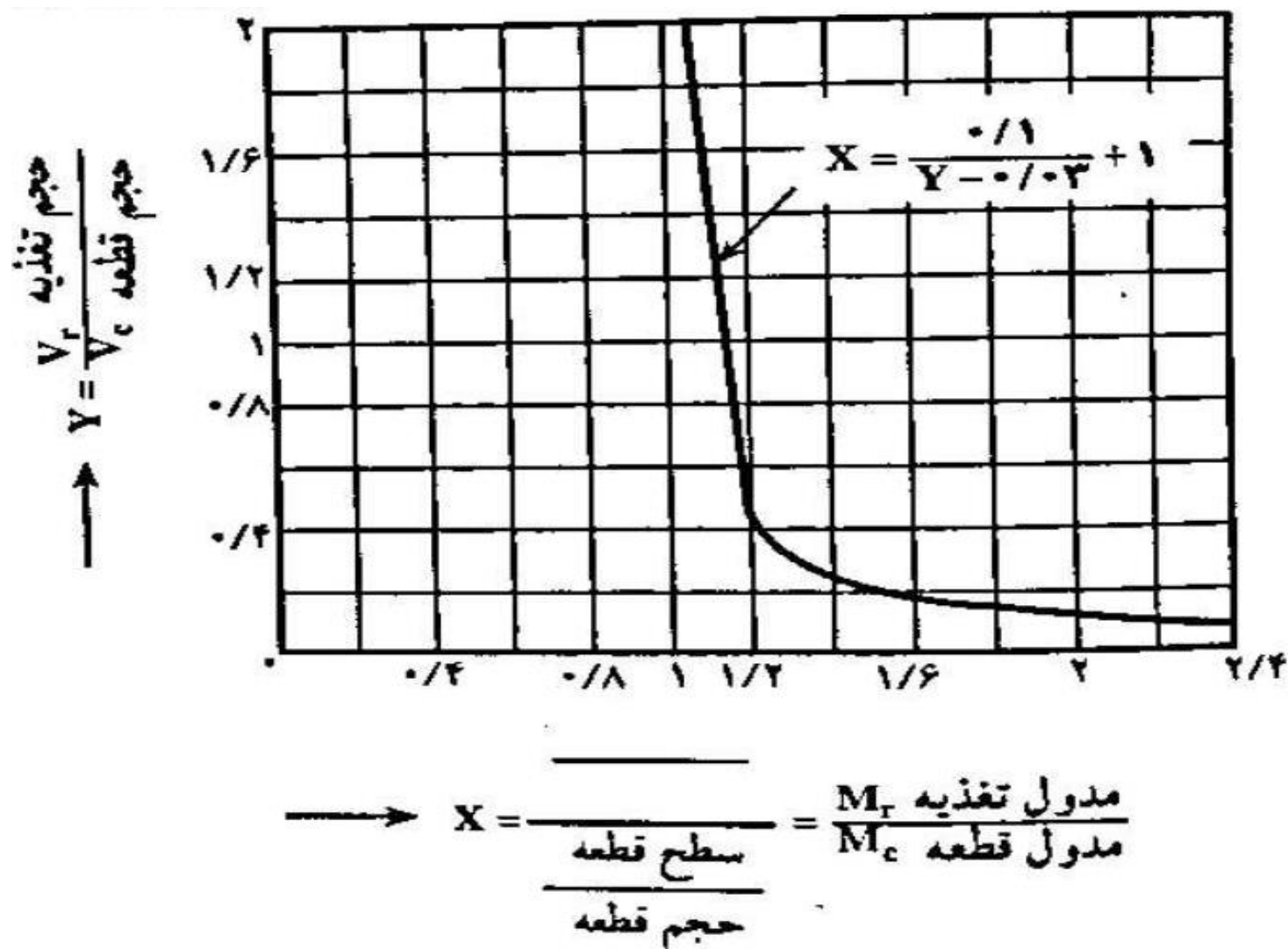
منحنی کاین بصورت هذلولی (شیب خط منحنی) با رابطه کلی زیر بدست می آید:

$$X = \frac{a}{y - b} + c$$

در این رابط مقدار a ، b و c ضرایب ثابتی است که به نوع آلیاژ، میزان انقباض، نوع انجماد و سرعت سرد کردن قطعه و تغذیه بستگی دارد.

$$X = \frac{0/1}{y - 0/03} + 1 \text{ فولاد}$$

$$X = \frac{0/1}{y - 0/06} + 1/08 \text{ آلو مینیم}$$



شکل ۳۶-۴- روش کاین برای محاسبه حجم تغذیه در فولادها