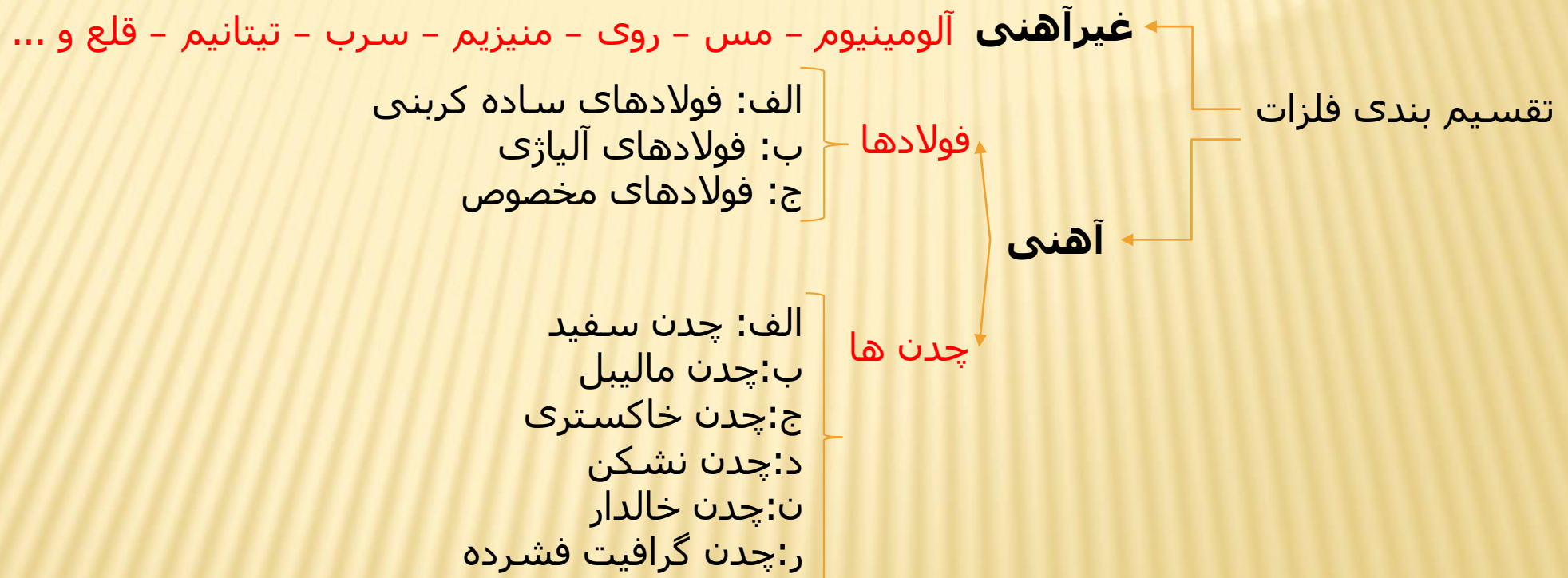


ریخته گری آلیاژهای چدنی

استاد: عباس پور

جلسه اول

تقسیم بندی فلزات



تولید آهن

مراحل تولید آهن

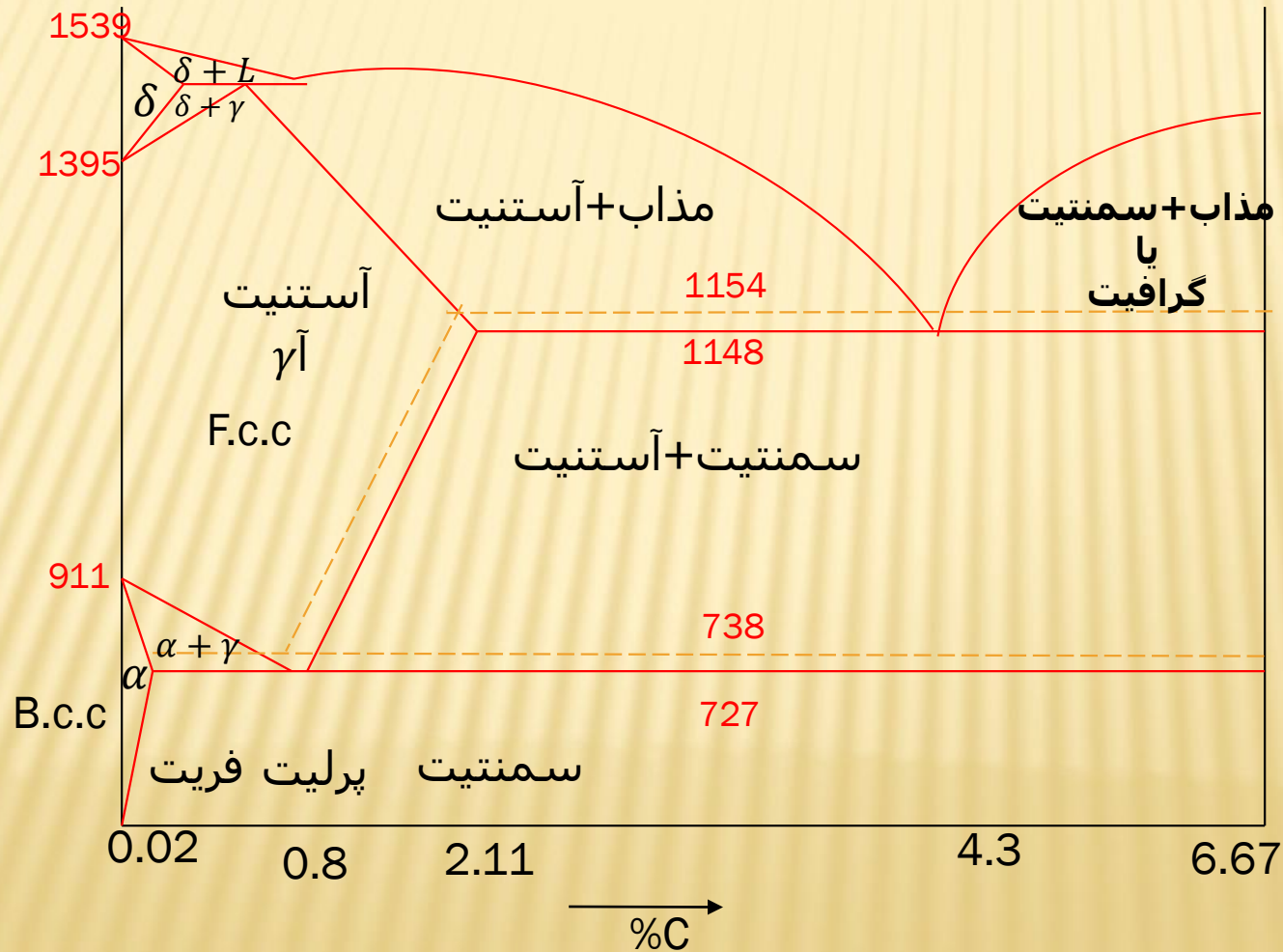
- (1) استخراج سنگ معدن آهن
- (2) دانه بندی
- (3) پرعيار کردن
- (4) گندله سازی
- (5) تولید آهن

الف : روش احیای غیر مستقیم (آهن خام)
ب: روش احیای مستقیم (آهن اسفنجی)

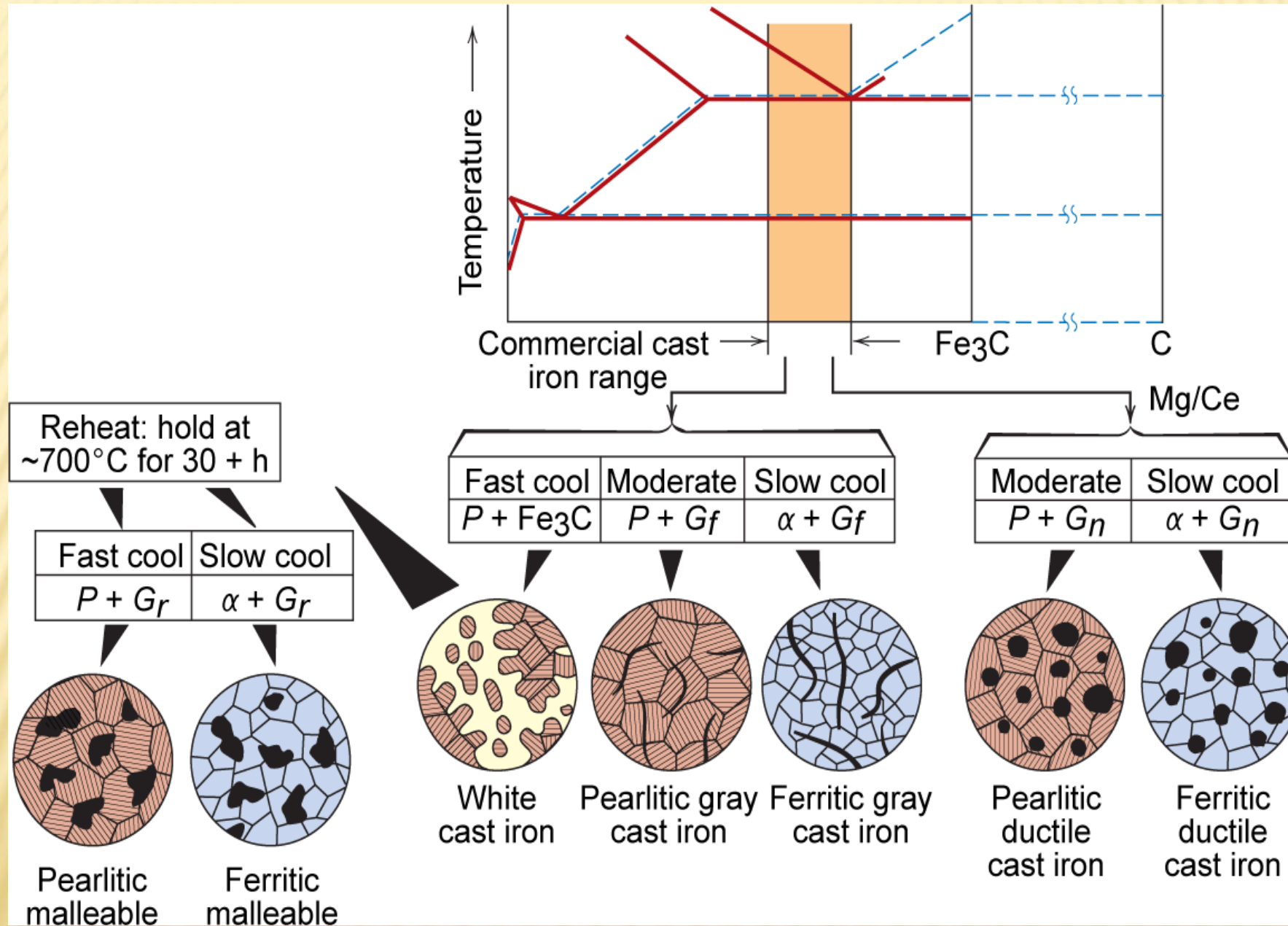
فولاد: به آلیاژ آهن - کربن که حداکثر میزان کربن آن تا 2% باشد

چدن: به آلیاژ سه تایی آهن- کربن- سیلیسیم که میزان کربن آن بیشتر از 2% باشد.

ترمودینامیک آلیاژهای آهنی



خط منقطع: حالت
تعادلی
(چدن)
خط ممتد: حالت
نیمه تعادلی
(فولاد)



آلایاژهای چدنی

استاد: عباس پور

جلسه دوم

الف : آهن آلفا

آهن الف یا فریت دارای شبکه کریستالی (B.c.c) است و ثابت شبکه برابر 2.86 آنگستروم می باشد.

در هر واحد شبکه آلفا 2 اتم وجود دارد .

آهن آلفا تا دمای 768 درجه فرومگناطیس و در دمای بالا تر از آن پارامگناطیس می شود که به دمای کوری

آهن معروف است.

حد حلالیت کربن در آهن آلفا در دمای 727 درجه 0.02% و در دمای محیط برابر 0.0025% است.

آهن گاما

آهن گاما یا آستنیت دارای شبکه کریستالی سطوح مرکز دار (F.c.c) است و ثابت شبکه برابر با 3.63

آنگستروم که در هر واحد شبکه 4 اتم وجود دارد .

محدوده دمایی آهن گاما از دمای 727 تا دمای 1495 درجه می باشد و حد حلالیت کربن در آن حداکثر

2.11% در دمای 1154 درجه می باشد.

آهن دلتا

این شکل از آهن دارای شبکه ای مشابه شبکه آلفا است . تبدیل آستنیت به آهن دلتا در درجه حرارت بالا

صورت می گیرد و حداکثر حلالیت کربن در آهن دلتا 0.1 % است.

ظهور این فاز در دماهای بالا ارزش صنعتی آنرا پایین آورده است.

آهن بتا

محدوده دمایی آن از 768 تا دمای 910 درجه است که آهنربا را جذب نمی کند.

سمنتیت (کاربید آهن)

در صورتی که درصد کربن در فولاد بیشتر از حد حلالیت آن در فاز آستنیت و فریت باشد فاز جدیدی به

نام Fe_3C به وجود خواهد آمد در این ترکیب یک اتم کربن با سه اتم آهن ترکیب شده که بیشترین حد حلالیت

6.67% می باشد, این فاز دارای شبکه مکعب مستطیل با 12 اتم آهن و 4 اتم کربن است.

پرلیت

محصول تحول یوتکتویدی که از لایه های متناوب دو فاز فریت و سمنتیت تشکیل شده است که علت این

نام گذاری به خاطر شکل صدفی این ساختار می باشد.

پرلیت تا حدود زیادی سخت بوده و چقرمگی کمتری نسبت به فریت دارد، خواص مکانیکی فاز پرلیت متاثر

از فاصله بین لایه های دو فاز فریت و سمنتیت است.

لدبورت

محصول تحول یوتکتیک در حالت نیمه پایدار که شامل دو فاز آستنیت و سمنتیت می باشد. این شبیه پوست پلنگ می باشد.

گرافیت

گرافیت یا همان کربن آزاد در حالت تعادلی با شبکه هگزاگونا متبلور شده که به رنگ سیاه که استحکام مکانیکی پایینی دارد. شکل گرافیت بسیار متنوع است که اغلب در ساختار چدن ها آشکار می شود.

آلپاژهای چدنی

استاد: عباس پور

جلسه سوم

چدن خاکستری

چدن خاکستری آلیاژهایی هستند که مبنای آنها سیستم آهن و کربن به علاوه تعدادی از عناصر دیگر مانند سلیسیم ، منگنز، گوگرد، فسفر، می باشد . مقدار اندازه ، شکل، و پراکندگی گرافیت یا کاربید مبنای اصلی تعیین کننده خواص استحکام چدن خاکستری می باشند و کنترل آنها اهمیت زیادی در تولید چدن خاکستری دارد گرافیت به صورت ورقه های درشت یا ریز پراکنده بوجود می آید مقاومت چدن خاکستری بستگی به گرافیت آن دارد که از فرمول $CE=1/3(\%Si+\%P)$ می توان محاسبه نمود

تمام چدنهایی که کربن در آنها بصورت آزاد وجود دارد در دسته چدنهای خاکستری قرار می گیرند. چراکه این چدن ، چدن خاکستری گفته می شود چون سطح مقطع آن خاکستری است .

ویژگیهای چدن خاکستری قابلیت ریخته گری بالا ، قابلیت ماشینکاری عالی ، اقتصادی بودن

در فرایند تولید، خاصیت جذب ارتعاش

عناصر آلیاژی کاربردی در خانواده چدنهای خاکستری

کربن و سیلیسیم :

که درصد کربن در چدنهای خاکستری $0.3\% - 0.5\%$ و سیلیسیم $0.1\% - 0.4\%$ می باشد .

فسفر:

سیالیت را افزایش می دهد تشکیل فاز اکتیکم فسفر با نقطه ذوب پایین به وجود می آورد اگر درصد فسفر بیشتر از مقدار مجاز آن ($0.01\% - 0.02\%$) است بیشتر شود موجب تشکیل حفرات انقباضی میشود و اگر درصد آن از حد مجاز کمتر شود باعث کاهش سیالیت مذاب و در نتیجه سبب نفوذ مذاب در قالب میشود

گوگرد:

گوگرد در جوانه زنی گرافیت چدن خاکستری نقش مهمی دارد مقدار گوگرد در چدن خاکستری باید در محدوده (۰/۱۲-۰/۰۵٪) باشد و اگر در صد گوگرد در چدن خاکستری بالا باشد با منگنز موازنه میشود یعنی گوگرد با منگنز ترکیب شده و سولفید منگنز را بوجود آورده که رنگ آن خاکستری روشن بوده و یک نوع ناخالصی به شکل هندسی است که قبل از انجماد نهایی شکل می گیرد و جلوگیری از تشکیل فاز شکننده سولفید آهن که در مرز دانه ها می نشیند به باز مذاب خراب اضافه می شود به عنوان یک قاعده کلی تا ۳ برابر مقدار گوگرد، منگنز اضافه می شود تا از خنثی سازی کامل گوگرد اطمینان حاصل شود.

مولیبدن:

قلع در حدود ۰/۱-۰/۲۵٪ به عنوان پرلایت زای قوی به بار اضافه میشود و استحکام را افزایش می دهد چون فریت تشکیل نمی شود. افزایش بیش از حد قلع به تصور اینکه استحکام افزایش یابد تنها موجب افزایش شکنندگی می شود. در افزودن قلع بایستی مراقبت شود تا ناخالصیهای مانند آنتیموان، سرب، بیسموت وارد بار نشوند.

مولیدن %	ساختار زمینه			گرافیت ورقه ای	
	پرلیت	بینیت	آستنیت	نوع	درصد
۰/۱۱	۱۰۰	۰	۰	E	۷/۵
۰/۲۲	۱۰۰	۰	۰	E	۸/۲
۰/۳۲	۹۴/۵	۴/۷	۰/۸	E	۷/۹
۰/۴۰	۸۰/۲	۱۶	۳/۸	E	۷/۵
۰/۵۱	۲۸	۵۰/۹	۲۱/۱	E	۶/۸
۰/۶۲	۵	۶۸/۲	۲۷/۸	E	۶/۵
۰/۷۳	۲/۳	۶۹	۲۸/۷	E	۶/۷
۰/۹۵	۰	۶۸/۱	۳۱/۹	E	۶/۴
۱/۱۷	۰	۶۸/۷	۳۱/۳	E	۶/۱

گرافیت ها در چدن خاکستری بر مبنای خواص میکانیکی آنها

آلایاژهای چدنی

استاد: عباس پور

جلسه چهارم

انواع گرافیت در چدن خاکستری

گرافیت نوع A:

لایه ها و تیغه های درهم و بدون جهت خاص گرافیت را که در سرتاسر زمینه پخش هستند گرافیک نوع A می نامیم این نوع گرافیت وقتی بوجود می آید که حداقل تحت تبریت (سرعت سرد شدن آهسته تشکیل میشوند) و در میان گرافیت ها بهترین خواص مکانیکی دارند.

گرافیت نوع B:

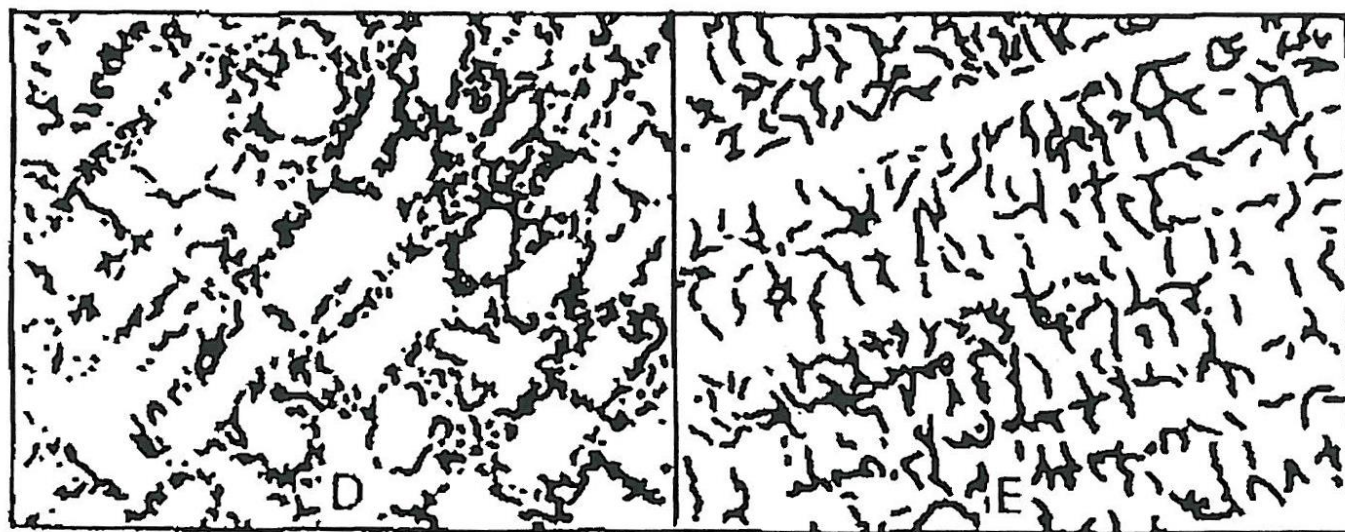
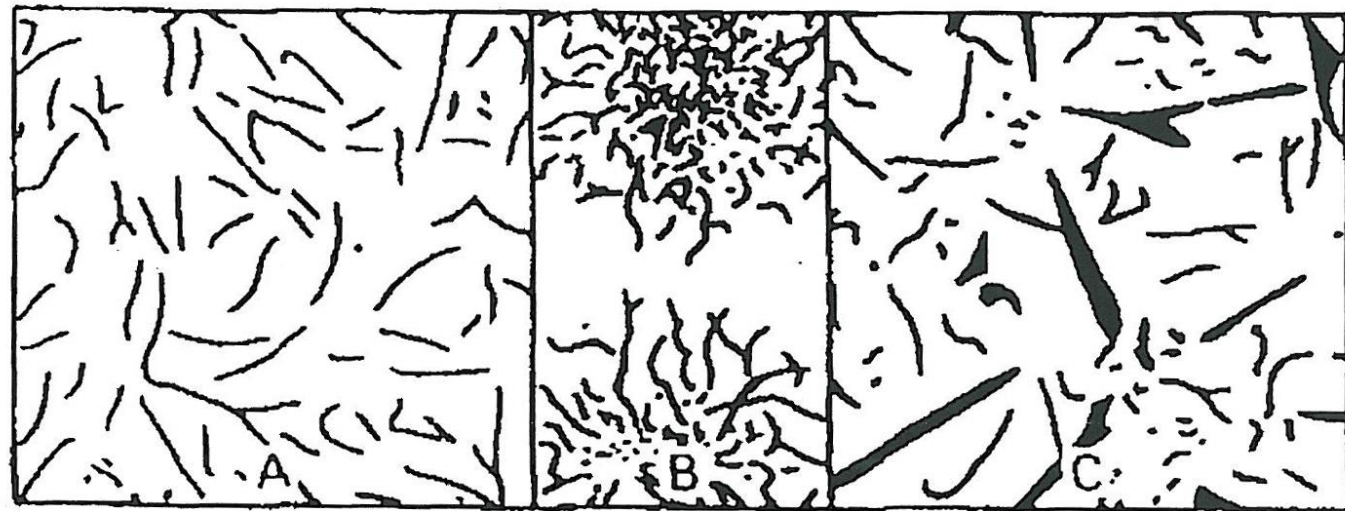
وقتی بوجود می آید که سرعت سرد شدن بالاتر از گرافیت نوع A باشد. گرافیت نوع B دارای رشد دایره ای می باشد که به شکل گل رز است. و در مرکز این هسته ها فریت وجود دارد.

گرافیت نوع C:

وقتی بوجود می آید که کربن معادل بیشتر از $4/3$ باشد یا عبارتی در شرایط هیپریوتکتیک بوجود می آید و در قطعات با مقاطع ضخیم بصورت ورقه های گرافیتی درشت و در مقاطع نازک بصورت گرانیتی یا ستاره ای می باشد. این نوع گرافیت در حین انجماد اولیه آهن رسوب می نماید این نوع گرافیت غالبا گرافیت نوع کیش نامیده می شود و بصورت ورقه های صاف و خشن دیده می شود. خواص مکانیکی چدن را کاهش داده و سطح چدن را پس از تراشکاری خشن می نماید.

گرافیت نوع E و D:

هر دو در نواحی بین دندریتی تشکیل می شود نوع D پخش درهم دارد ولی لایه های نوع E دارای نظم بیشتری هستند عناصری چون تیتانیوم و آلومینیم می تواند در تشکیل گرافیت های تحت تبریدی موثر باشند. ساختار زمینی که گرافیت های تحت تبریدی را احاطه می نماید معمولا فریتی است زیرا شکل گیری ظریف و رشته ای شده گرافیت مانع از نفوذ کربن از گرافیت در زمینه شده و حاصل آن زمینه ای کم کربن و فریتی است



زمینه :

فازهای معمولی در چدن ها عبارتند از : فریت ، سمانتیت و پرلیت .

فریت:

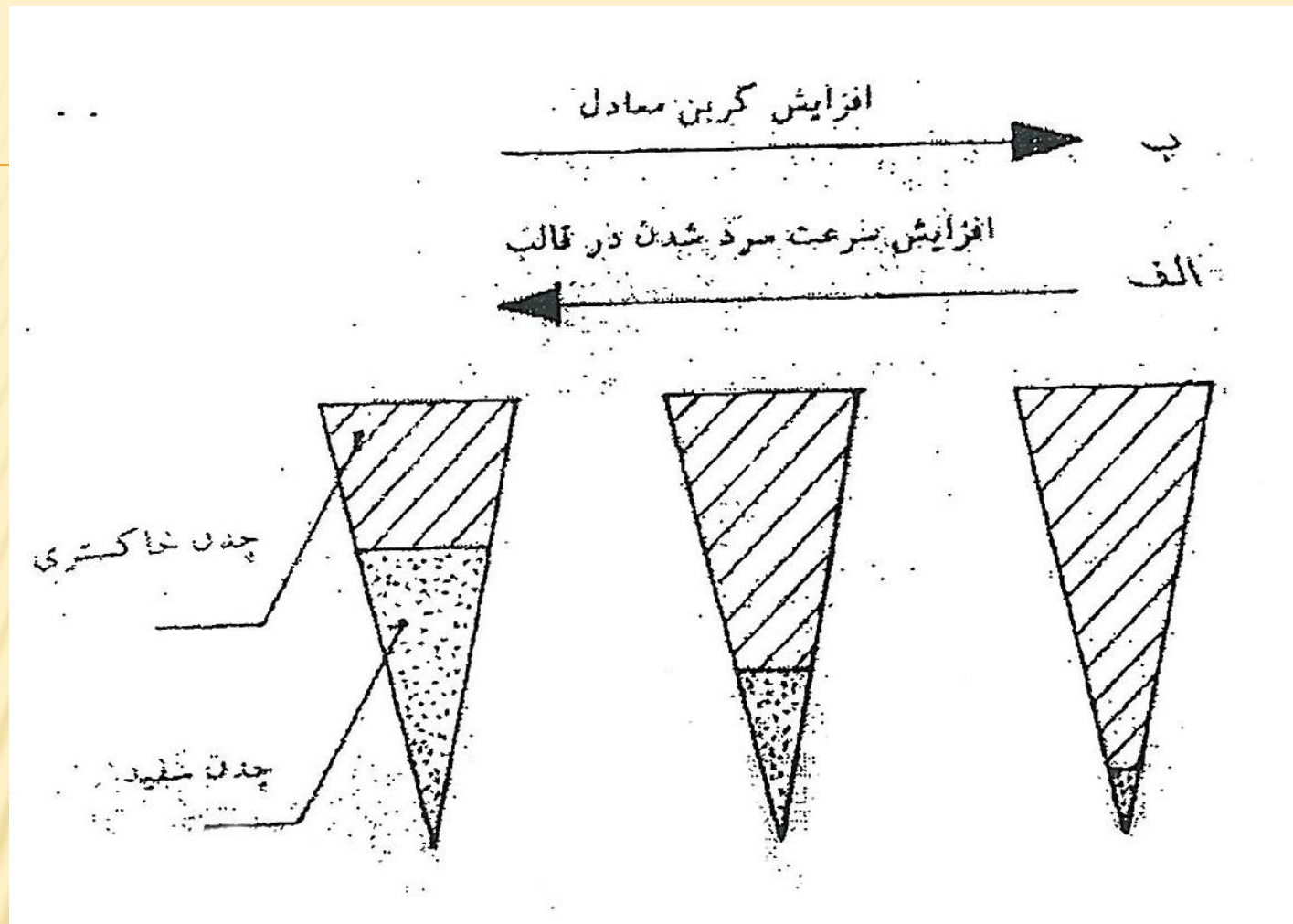
فریت آهن است که دارای کمترین مقدار کربن است این فاز نرم است استحکام کششی پایین و انعطاف پذیری بالایی دارد و بر اثر اضافه کردن گرافیت هایی مانند سلیسیوم و نیز بر اثر سرعت سرد کردن آهسته بوجود می آید

پرلیت :

مخلوطی از فریت و سمانتیت است که بر اثر واکنش یوتکتیک از آستنیک تشکیل شده و اسم پرلیت در اثر ظاهر صدف گونه اش مشتق شده است پرلیت سختی بالایی و استحکام کششی آن بالاتر از پرلیت است . استحکام کششی پرلیت در حله اول بستگی به فضای بین لایه های پرلیت دارد بینیت بر اثر عملیات حرارتی ایزو ترم حاصل می شود .

آستنیت :

برای پایدار نگه داشتن این فاز در طول عمل خنک شدن یک عنصر آلیاژی با مقدار زیاد و معینی لازم است . چدن گرافیت ورقه ای و گرافیت کروی آلیاژی چدن هایی با زمینه آستنیتی و دارای خواص عالی حرارتی مقاومت به خوردگی و نیز غیر مغناطیسی هستند.



در این شکل تغییرات ساختاری چدن خاکستری در رابطه با تغییرات کربن معادل و سرعت سرد شدن در آزمایش گوه

سرعت سرد شدن در نوک گوه بیشترین است در نتیجه در اینجا چدن سفید می شود و ترکیبی از کاربید آهن و پرلیت که سختی بالایی دارند حاصل میشود.

هنگاهی که سرعت سرد شدن به مقدار کافی کاهش می یابد کمی گرافیت تشکیل شده و منطقه چدن خالدار تشکیل می شود. منطقه چدن خالدار تلفیقی از چدن سفید و خاکستری است و دارای سختی کمتری نسبت به چدن سفید در نوک گوه است .

با افزایش ضخامت دیواره قطعه ، چدن خالدار محو شده و ساختار میکروسکوپی مخلوطی از فریت و گرافیت نوع D می گردد و حاصل آن حداقل سختی است که در شکل نشان داده شده است . ادامه روند کاهش سرعت سرد کردن سبب افت سختی و تغییر شکل گرافیت ها از D تا A و تغییر ماتریس از فریتی تا پرلیتی می شود . تداوم کاهش سرعت سرد شدن سبب تغییر تدریجی پرلیت به فریت شده و تشکیل گرافیت های خشن تر و درشت تر کاهش می یابد.

عملیات ریخته گری چدن های خاکستری شامل موارد زیر است :

۱- قالب گیری

۲- ذوب و آلیاژ سازی

۳- تلقیح

۴- بارریزی

۲-۱- قالب گیری

۲-۱-۱- قالب ها

چدن خاکستری به دلیل شکل گیری گرافیت یوتکتیک قدری انبساط دارد . چدن خاکستری سختی قالب به اندازه کافی بالا باشد تا در برابر انبساط چدن بر اثر شکل گیری گرافیت یوتکتیک مقاومت نماید . قالب سخت در برابر انبساط یوتکتیکی چدن خاکستری مقاوم است دقت ابعادی بالای و نیز کیفیت سطحی خوبی نتیجه میدهد . قالب های پوسته ای شامل مخلوطی از ماسه و یک رزین سخت شونده بر اثر حرارت قالب های پیوندهای شیمیایی از مخلوط ماسه و چسب های رزینی که به کاتالیست در درجه حرارت اتاق نیاز دارند از نوع قالبهای سخت هستند.

آلایاژهای چدنی

استاد: عباس پور

جلسه پنجم

۲-۱-۲- ماهیچه

هدف از ماهیچه ایجاد یک محفظه و یا حفره در داخل قطعه ریختگی در حین انجماد فلز مذاب است. هر روش صنعتی قابل دسترسی برای تولید ماهیچه در چدن خاکستری می تواند مورد استفاده قرار گیرد گاز کربنیک و روش های قالب گیری با باندهای شیمیایی هستند.

۲-۱-۳- سیستم راهگاهی و تغذیه گذاری

هدف از این قسمت در ریخته گری چدن خاکستری تحقق موارد زیر است :

- ۱- پرکردن محفظه قالب بدون تلاطم
 - ۲- جلوگیری از ایجاد سرباره - شلاکه و یا رود موارد قالب در داخل محفظه قالب
 - ۳- جلوگیری از ورود هوا و یا گازهای قالب به جریان مذاب
 - ۴- ایجاد ویژگیهای هدایت حرارتی که هدف از آن تداوم انجماد است
 - ۵- قابلیت تولید ریختگی با استفاده از حداقل مقدار مذاب مصرفی
- سیستم راهگاهی و تغذیه گذاری برای چدن خاکستری از سایر آلیاژها ساده تر است انجماد گرافیت یوتکتیک سبب انبساط چدن میشود که قدری از انقباض ناشی از انجماد را جبران می نماید .

ذوب:

در ذوب چدن خاکستری از کوره هایی مانند کوپلا و القایی که معمولی ترین کوره ها برای ذوب چدن خاکستری هستند استفاده می نمایند امروزه کوره های القایی از جاذبه کوره کوپلا کاستند .

کوره کوپلا:

ترکیب چدن خاکستری تولید شده در کوره کوپلا در حین ریخته گری تغییر می نماید و برخی از آزمایشها مورد نیاز است تا ترکیب شیمیایی به حد بهینه برسد.

کوره القایی:

کوره القایی در دو نوع با هسته و بدون هسته از ظرفیت کم تا زیاد موجود می باشد خوب بودن شارژ بدلیل بوجود آمدن جریان گردابی در کوره بدون هسته از مزایای این کوره است و سهولت عمل آلیاژ سازی و دسترسی به مذاب به حجم کوچک آن باعث شده که طرفداران بیشتری داشته باشد .

تلقیح:

منظور از تلقیح افزودن آلیاژ فروسیلسیم به مذاب برای پخش بهتر گرافیت بهبود خواص مکانیکی و کاهش تبرید است . تلقیح یک ماده جوانه زا در چدن خاکستری عبارت است از اضافه کردن مقدار کمی از آن ماده به منظور آزاد شدن گرافیت ها از حالت ترکیبی سمنتیت است .

هدف از تلقیح :

هدف از تلقیح افزایش تعداد جوانه زها در مذاب است تا انجماد اتکتیکی و به ویژه رسوب گرافیت بتواند حداقل تحت تبرید صورت گیرد . هنگامی که تحت تبرید حداقل است تمایل به تبرید کاهش می یابد یعنی تمایل به تشکیل کاربیدهای اتکتیک و یا چدن سفید که به تبرید اطلاق می شود کاهش می یابد و به جای آن ساختار میکروسکوپی یکنواختی حاوی گرافیت های کوچک نوع A تولید میشود این نوع ساختار سبب بهبود قابلیت ماشینکاری و خواص مکانیکی میشود .

دلایل تلقیح :

۱- کنترل سطح تبرید شده که به دلیل انجماد سریع روی می دهد

۲- بالا بردن استحکام کششی

۳- حذف و یا به حداقل رساندن تبرید

روش افزودن تلقیح کننده

تلقیح در پاتیل روش معمول در مورد چدن خاکستری است در این روش آلیاژ تلقیح کننده به جریان مذاب در حال تخلیه از پاتیل منتقل کننده به پاتیل بار ریزی صورت می گیرد. در کف پاتیل بارریزی بایستی قدری مذاب وجود داشته باشد سپس تلقیح کننده اضافه شود این حالت امکان مخلوط شدن یکنواخت را فراهم می سازد افزودن تلقیح کننده به کف پاتیل خالی مناسب نیست زیرا امکان چسبیدن مواد تلقیح کننده به کف پاتیل و عدم انحلال کافی و یکنواخت وجود دارد.

افزودن تلقیح کننده به پاتیل پر شده نیز مناسب نمی باشد زیرا ممکن است همراه با سرباره به بالای بار آمده و حذف شود بدون اینکه عمل نماید.

مقدار تلقیح کننده در عملیات بین 0.04% - 0.15% است. حداقل زمان فاصله بین افزودن تلقیح کننده و بارریزی بایستی صورت گیرد تا از تاثیر آن کاسته نشود نیمی از تاثیر تلقیح کننده ۵ دقیقه بعد از افزودن آن به دلیل میرایی از بین می رود و میرایی کامل و یا بی اثر شدن معمولاً در فاصله ۳۰ تا ۱۵ دقیقه روی می دهد.

بارریزی:

سرباره گیری و حذف شلاکه سبب کاهش عیوب ناشی از آخالها می شود ذوب باید به حدی نگه داشته شود که محفظه قالب به طور کامل پر شود بدون آنکه ضایعات ناشی از مسائل حرارتی روی دهد. فوق ذوب کم خطر پر شدن غیر کامل محفظه قالب نیامد و لبه گردی ، مک های گازی و تخلخل های نسبتا درشت در سطح و یا در لایه های زیر سطح قطعات ریختگی را که در اثر واکنش مذاب با قالب ذوب بالا منجر به انقباض نفوذ مذاب در قالب ، رگه ای شدن و زخمه میشود.