

Subject:

Year 4th Month Date 15

مجموعہ کتاب

PARSO

« سہ ماہی »

پندرہ

Heat Treatment:

مجموعہ کتابی

moesimi far@gmail.com

- 1) Heat treatment processing principles krauss
- 2) steel heat treatment metallurgy and Technology G.E. Toher
- 3) Introduction to physical Metallurgy - Arner
- 4) Heat treatment ASM Handbook (vol 4)

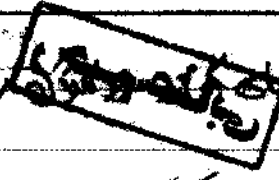
ترجمہ

1. The Iron-carbon equilibrium and plain carbon steels.
2. Microstructure and properties of slowly cooled steels.
3. Isothermal Transformation of austenite
4. Quenching Treatments.
5. Transformation of Austenite continuous cooling.
6. Harden ability and heat treatment.
7. Tempering 8. special Heat treatment.
9. surface heat treatment 11. Heat treatment defects.
12. Heat treatment of cast Iron AL...

Subject: _____

Year: _____ Month: _____ Date: _____

Handwritten notes at the top of the page, including a date "31/12/20" and some illegible text.



Handwritten text: Ferrite (BCC)

Handwritten text: Austenite (FCC)

Handwritten text: Cementite (Fe₃C)

Handwritten text: Pearlite (BCC + FCC)

Handwritten text: Martensite (BCC)

Handwritten text: Bainite (BCC)

Handwritten text: Spherulite (BCC)

Handwritten text: Lamellar structure

Handwritten text: Ferrite and cementite

Handwritten text: Pearlite structure

Handwritten text: Martensite structure

Handwritten text: Bainite structure

Handwritten text: Spherulite structure

RAPCO

پرسش (FeC)

فازهای تشکیل یافته در ترکیب مایع آهن و آهن مقدار کربن حل شده (ترکیب شده) در

آن ۰.۲۷٪ است (۰.۰۰۲۷)

در نمودار آهن - کربن دو خط دمای ثابت وجود دارد خطوط یوتکتیک و یوتکتوئید

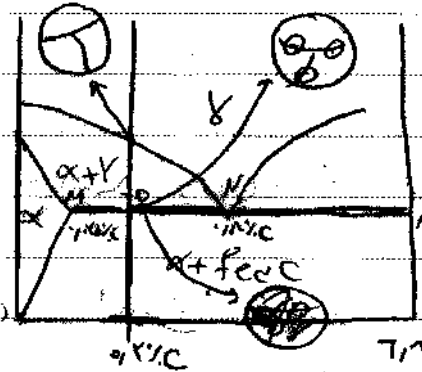
در نمودار آهن - کربن دو فاز داریم α و γ و دو فازهای $\alpha + Fe_3C$

قریبیاتی که در حد کربن آهن از ۰.۲٪ کمتر باشد با قوتی تولید

و آنس یوتکتوئید به عنوان یک فاز کثیف اصلی در فولادها است و یک فولاد قازی حاصل است (پرسش)

سوال) برای محاسبه فازهای تشکیل شده در آهن کربن ۰.۲٪ با استفاده از نمودار آهن - کربن

(به فازهای رسیده)



جواب

$$\% \gamma (\text{perlite}) = \frac{ON}{MN} \times 100 = \frac{0.18 - 0.20}{0.18 - 0.80} \times 100 = \dots$$

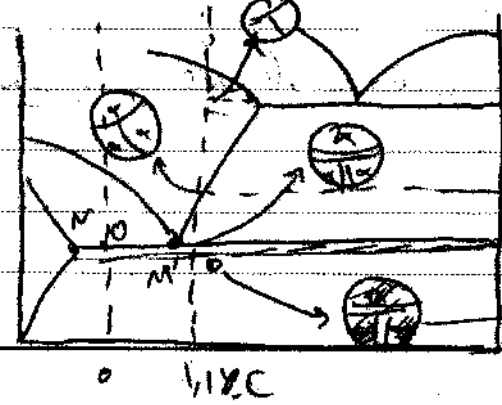
$$\% \alpha = \frac{OM}{MN}$$

$$\% \gamma = \frac{ON}{MN}$$

$$\% \alpha = \frac{ON}{M'N'}$$

$$\% Fe_3C = \frac{ON}{MN}$$

سوال) در یک فولاد با ۰.۲٪ کربن، اگر ما را حل سرد استخوان را بررسی کنیم مقدار کربن در آهن و آهن کربن



$$\% \gamma = \frac{ON'}{M'N'}$$

$$\% Fe_3C = \frac{OM'}{M'N'}$$

PAPCO

$$\frac{9147 - 1,1}{4147 - 0,1058}$$

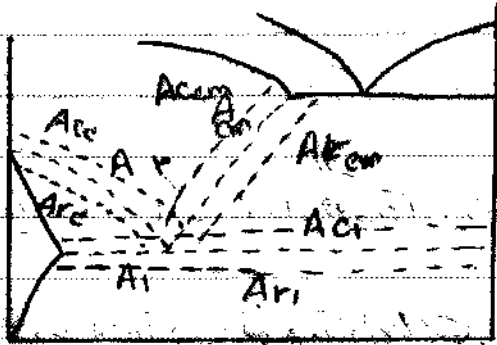
$$\frac{1,1 - 0,1058}{9147 - 0,1058}$$

→ ماهای بحرانی:

(موتور)

در موتور کاربرد آهن خطی هستند که فولاد قازی در آنها لایه می دهد قابل تویم

است که این خطوط در عملیات حرارتی کاربرد قابل توجهی دارند.



خط A_1 خطی است که در بین آن دریم

فاز آستنیت و بالایت است!

خط A_2 خطی است که در بالای آن

همچنان فاز آستنیت باقی می ماند و در پایین خط A_2 فاز فریت شروع می شود. چون در زیر آن دریم

خط A_{cm} خطی است که در بالای آن تنها فاز آستنیت باقی می ماند و در پایین آن فاز

آستنیت شروع می شود و در زیر آن دریم

آهن

خط A_{cm} فولادهای سارده کربن را با انرژی (آهن) جمع از A_{cm} قابل سرد یا گرم

کنیم و ماهای دیگر لایه قازی تغییر می دهند. و این خطوط را با جوف A_{r1} و A_{r2} نشان

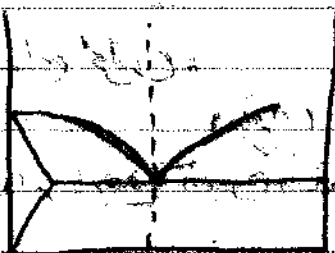
اگر سیوند A_{r1} باشد نشان می دهد که موقعیت ما در زمان A_{r1} است و در حالت

Subject:

Year: Month: Date: ()

ماده: ریاضیات

سوال: اگر قیمت یک کالا ۱۵٪ افزایش یابد و دوباره ۱۵٪ کاهش یابد، درصد تغییر قیمت آن نسبت به قیمت اولیه چقدر است؟



$$\text{Partite} = 100$$

$$\% \text{K} = \frac{7,77 - 100}{7,77 - 100} \times 100 = \% 100$$

۱۰۰٪

۲۰۰۷/۱۲

جلسه ۲

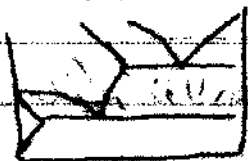
مخود کارایی آن در یک مورد از مواردی است که در حالی که قابل استفاده است، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

اگر در دوران بحران اقتصادی و بی‌ثباتی باشد، اگر علاوه بر این موارد، قیمت آن نیز کاهش یابد.

به عنوان مثال، اگر قیمت یک کالا ۱۵٪ افزایش یابد و دوباره ۱۵٪ کاهش یابد، درصد تغییر قیمت آن نسبت به قیمت اولیه چقدر است؟

آنها استفاده از قیمت

اجمعی از عملیات مالی حرارتی برای تسهیل در انتقال انرژی



مصرف بهینه انرژی در یک سیستم

دانشجویان عزیز، به عنوان مثال، اگر قیمت یک کالا ۱۵٪ افزایش یابد و دوباره ۱۵٪ کاهش یابد، درصد تغییر قیمت آن نسبت به قیمت اولیه چقدر است؟

عملیات صنایع سازی Homogenization

هدف از صنایع سازی، یکپارچه کردن اجزا و حذف نواحی ناهمگن است که با هم آمیخته می‌شوند.

عناصر آلیاژی (با پدیده segregation) و غیر یکنواختی در ترکیب شیمیایی (segregation) باعث ایجاد نواحی ناهمگن می‌شود.

این نواحی ناهمگن با اثر غیر یکنواخت سرد شدن و عدم تقوید عناصر آلیاژی در سازه‌ها منجر به نواحی ناهمگن می‌شود.

باعث لغت خواص مکانیکی می‌شوند لذا لازم است با انجام عملیات حرارتی مناسب در این

اجزای ناهمگن خواص مکانیکی یکنواخت شود به این عملیات حرارتی، عملیات همگن سازی گفته می‌شود.

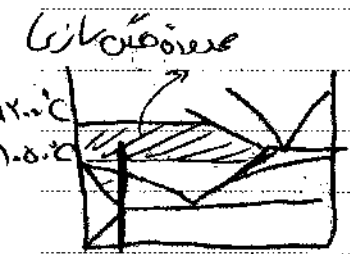
برای انجام عملیات حرارتی همگن سازی، لازم است ^{قطعات} در دماهای بالاتر از دمای سولیدوسیتی قرار داده شود.

حرارت داده می‌شود و سپس به آرامی تا دمای عملیات سرد شود این عملیات حرارتی را همگن

کردن یا آنیل دقیق می‌گویند به دلیل دمای بالا و دیرینه تقوید سریع بوده و با تقوید آن‌ها

در نواحی ناهمگن یکنواخت می‌شود. اگر در زمینه آستنیت رسوبات کاربیدی

وجود داشته باشد رسوبات پر لیل دمای بالا حل می‌شوند.



۱۲ عملیات قابکاری کردن: Annealing

بهر نوع عملیات حرارتی که منجر به ایجاد زیرساختار جدید و جز ما را تقویت گردد و مشخص

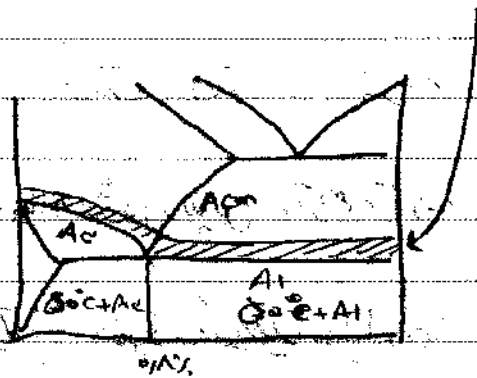
آن کم و انعطاف پذیر باشد. آئیل گونیسه عمایل توجه است که بر مبنای دمای انجام

عملیات حرارتی روش سرد کردن و در زیر ساختار نهایی توان آئیل های مختلف را

انجام داد.

انجام عملیات حرارتی آئیل کامل Full Annealing heat treatment

عبارت است از حرارت دادن فولاد در دما A_1 تا A_2 و سپس سرد کردن



آن در کوره با نرخ سرد شدن بسیار آهسته.

ما فلز در شکل دیده شود و دما در آئیل کامل

فولاد و این نوع فولاد کریستال است.

در فولادها این باکترین بهینه است از ۸۰٪ دمای انجام آئیل کامل سرد کردن (فولاد)

در فولاد

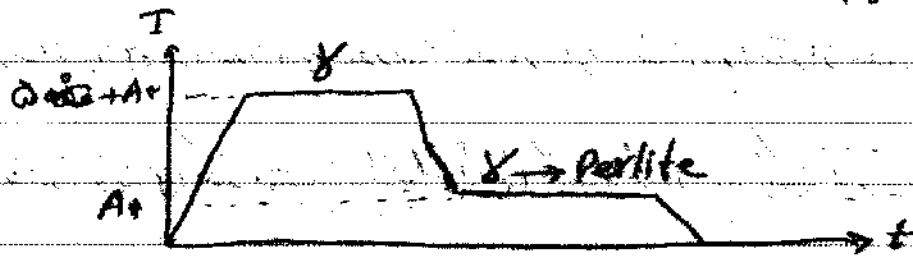
در حالتی که مقدار کریستال از ۸۰٪ بیشتر باشد با نگهداری قطعه در دما $A_1 + 50^\circ C$

سختی به صورت کمتری در می آید ولی اگر فولاد A_{cm} را در دما $A_1 + 50^\circ C$ در دسترس نماند

Subject:

Year: Month: Date: ()

درجه حرارت (Temperature)



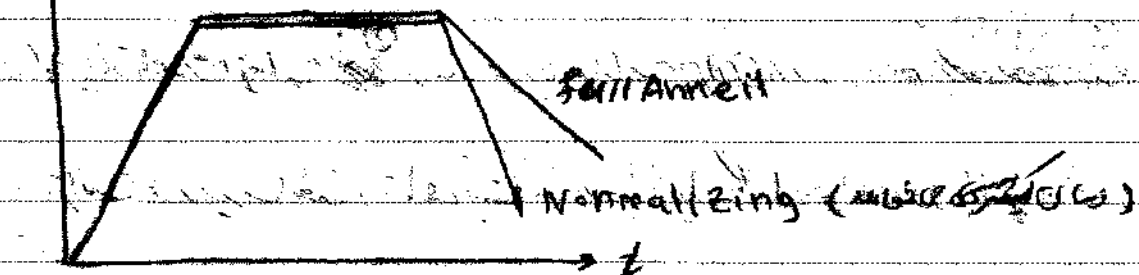
عملیات حرارتی نرماله کردن (Normalizing heat treatment)

دما به عملیات حرارتی و نیز ساختاری مشابه با آن عمل می‌کند که شامل نرماله کردن است.

با حفظ دمای نرماله کردن به مدت کافی در دمای نرماله کردن، ساختار متبلور و خالص می‌شود.

عملیات حرارتی نرماله کردن با عملیات حرارتی دیگر تفاوت دارد. بر خلاف آنکه در عملیات حرارتی دیگر دما به

عملیات حرارتی نرماله کردن در دمای نرماله کردن و در دمای نرماله کردن است.



همچنان در دمای نرماله کردن در دمای نرماله کردن و یا در دمای نرماله کردن در دمای نرماله کردن است.

این عملیات حرارتی با عملیات حرارتی دیگر تفاوت دارد. در عملیات حرارتی دیگر دما به

برای ریزش کردن دانه‌ها استفا (استفاده) شود بدلیل آنکه سردشود و در هوا انجام می‌گیرد این

امکان وجود دارد که سردشود و قطعه کنی و افت نماید در نتیجه چنانچه سطح و مغز ^{قطعه}

در این حالت

لیکن در کنی و افت نباشد و همین احتمال ایجاد تنگی های پیمانند وجود دارد و نکته قابل توجه:

اگر ابعاد ^{قطعه} کوچک باشد و فولاد کی فولاد آلیاژی باشد سرد کردن در هوا نیز می‌تواند باعث

ایجاد ریزش یا اختارهای غیر بقا در آن گردد نظیر بهینیت و مارتنزیت.

۴- عیانت در این گروه کردن (Spheroidizing)

گرم ترین و انعطاف پذیرترین ریزش فکار در فولادها حالتی است که بهینیت به شکل

گروی در دستگیر تر است و ^{بسیار} پدید می‌آید این عیانت عموماً برای فولادهای کم و

متوسط کربن می‌تواند یک تیزر ساختار انعطاف پذیر را ایجاد کرده و ضمن قابلیت

حاشیه‌های این ریزش اختار

پس چگونه بهینیت را گروه کنیم؟ در فولادها برای گروه کردن بهینیت باید آنرا

در دمای مناسب حرارت داده قادر به تقویت و پراکنش آن گروهی است و بهینیت ^{زمان و}

سنگین و لایه‌های بهینیتی به شکل گروی در آن پدید

سخت

چون گرمی کم شود نو عسله فراتر می توان ایجا داد

۱- حرارت دادن تا زیر دمای A_1 و نگهداشتن به مدت کافی و سپس سرد کردن در دمای

۲- حرارت دادن تا پایین نقطه A_1 تا A_2 و یا A_1 تا A_3 و سپس سرد کردن تا زیر A_1 نگهداشتن

به مدت کافی و سپس سرد کردن در دمای

۳- حرارت دادن تا بالای A_1 تا A_2 یا A_3 و سپس سرد کردن تا زیر A_1 نگهداشتن

به مدت $\frac{1}{2}$ دقیقه تکرار کردن دوباره تا بالای A_1 و تکرار مجدد آن تا سخت گروی سرد و سپس

سرد کردن در دمای

رویشهای ۲ و ۳ تر کشتهای سردتر هستند زیرا شکسته شدن کایه های پر لیست و تبدیل اکسار را

به سخت گروی تسریع می کنند

ذکر) با حضور عناصر آلیاژی کاربرد تراکروی شدن کاهش می یابد زیرا بقو ذرات

عناصر در مقابل یکدیگر بسیار کم تر است

سه) سخت گروی شدن بیشتر به غیر فاکتورهای وابسته است

۱- به سبب افت راولی هم کاد به عنوان مثال هم به سبب خشک گروی و تریا گروی و تریا گروی

برای گروهی شدن آن نیاز است صفت پرلایت بیشتر زمان را بپوشاند و این کار با

هر چه مقدار پرلایت بیشتر باشد زمان برای گروهی شدن بیشتر است.

۲- نحوه انجام عملیات حرارتی برای گروهی کردن.

۵) عملیات حرارتی بازپایی (Recovery & Recrystallization):

در فرآیندهای شکل دهی با انجی تغییر شکل یا کار سرد خواص مکانیکی فولادها بهبود می یابد

ولی نوع فولاد کاهش خواهد یافت به این پدیده کار سختی یا work hardening گویند

با انجام این عملیات (کار سختی) انرژی درونی ریز ساختار را فرایند می یابد که با انجام عملیات

حرارتی می توان انرژی درونی ریز ساختار را کاهش داد و وقت ریز ساختار جدید فراهم

انرژی های ذخیره شده ایجاد کرد. در مرحله اول (بازپایی) خواص تغییر نمی یابد بازپایی می شود

ولی خواص مکانیکی تغییر نمی خواهد داشت. دلیل این امر این است که در مرحله بازپایی ریز

ساختار دست نخواهد خورد و مقدار انرژی تغییر نمی خواهد داشته و اگر این تایپایی ها و

عیوب نقطه ای دچار تغییر می شود. در این مرحله (رشد دانه ها) از نقاط پر انرژی

دانه های جدید جوانه می زنند و رشد می کنند این دانه ها فاقد کار سختی بوده و انرژی قابل

داخلی

توجه دارند و در صورتی که این موارد را رعایت نکنند، ممکن است با مشکلاتی مواجه شوند.

این جوانان با دارایی انبوهی مواجه اند و باید...

در صورتی که این جوانان با مشکلاتی مواجه شوند، باید...

توجه دارند و در صورتی که این موارد را رعایت نکنند، ممکن است با مشکلاتی مواجه شوند.

توجه دارند و در صورتی که این موارد را رعایت نکنند، ممکن است با مشکلاتی مواجه شوند.

توجه دارند و در صورتی که این موارد را رعایت نکنند، ممکن است با مشکلاتی مواجه شوند.

توجه دارند و در صورتی که این موارد را رعایت نکنند، ممکن است با مشکلاتی مواجه شوند.

علائم و نشانه‌های (stress relief):

توجه دارند و در صورتی که این موارد را رعایت نکنند، ممکن است با مشکلاتی مواجه شوند.

توجه دارند و در صورتی که این موارد را رعایت نکنند، ممکن است با مشکلاتی مواجه شوند.

توجه دارند و در صورتی که این موارد را رعایت نکنند، ممکن است با مشکلاتی مواجه شوند.

توجه دارند و در صورتی که این موارد را رعایت نکنند، ممکن است با مشکلاتی مواجه شوند.

توجه دارند و در صورتی که این موارد را رعایت نکنند، ممکن است با مشکلاتی مواجه شوند.

آرامی سردی کند تا دیکتر نشخ می نندگان این دانشمندان

9-18-15

چهارم 2015

برای اینکه بتوانیم مثلاً ساقه را برایت نه به صورت قطعی است برای اینکه شکل قطعی آن به

diffusion

دایره های تبدیل شود باید به دایره های به نام (دقیقاً) صورت به زیر (مثل نفوذ کریه)

Phase Transformation in Heat Treatment

تبدیل به فاز به حفظ از تحول فازی می گویند عمده تحول فازی دارای دو مرحله هستند

- 1- مرحله جوانی زنی 2- مرحله رشد
- 1- Nucleation 2- Growth

تبدیل آستنیت به فریت یک تحول فازی در حالت جامد است

1- اولین مرحله در تبدیل تحول فازی جوانی زنی است جوانی زنی در عمل انجام می شود که

شایب ترین موقعیت برای ایجاد جوانی باشد جوانی زنی به صورت انجام می پذیرد جوانی

(مثلاً)

زنی حدود 2- جوانی زنی کمتر روشن (جمله هگن) مثل جوانی زنی در صورت دانه ها

2- رشد در مرحله رشد جوانی به شروع به بزرگ شدن (تاریک می شود) در زمان (ادام) و زمان

پرفی از

که ماده به حالت تعادل برسد یا در کمتر بین سطح انرژی قرار بگیرد و تحولات فازی به زمان

وابسته هستند به دمای و دمای به زمان را سینتیک یا کینتیک گویند

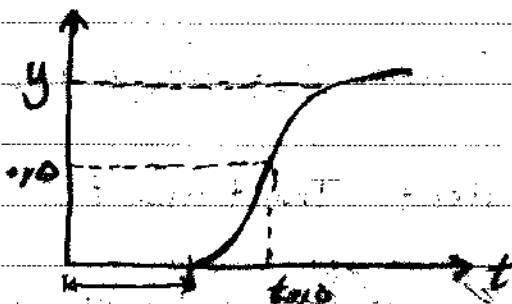
Subject:

Year: Month: Date: ()

در گول قازی حالت جامد می توان این واکنش را با رابطه زیر بیان کرد:

$y = 1 - \exp(-kt^n)$

در این معادله y نسبت انجام واکنش و k ثابت واکنش است.



rate of transformation = r
gas constant = R

$r = \frac{1}{t_{0.5}}$

Resolution
و مقیاس برای این نمودار
اندازه فعال سازی

مقارنت

$Q = \text{Activation Energy} \quad \frac{1}{t} = r = A \exp\left(\frac{-Q}{RT}\right)$

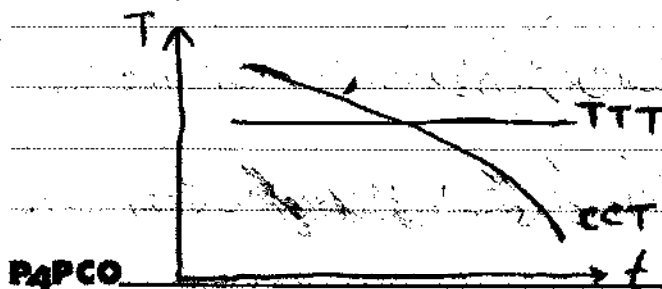
TTT: Time Temperature Transformation ^{دگرگونی}

CCT: Continuous Cooling Transformation ^{تغییر شکل}

نمودارهای مختلف برای بررسی قازی در عملیات حرارتی استفاده می کنند

نمودار TTT نمودار سرد کردن در حالت ثابت است و نمودار CCT نمودار سرد کردن

مستقیم و حرارت قازی با تغییر دما به طور بیرونی نشان می دهند



PAPCO

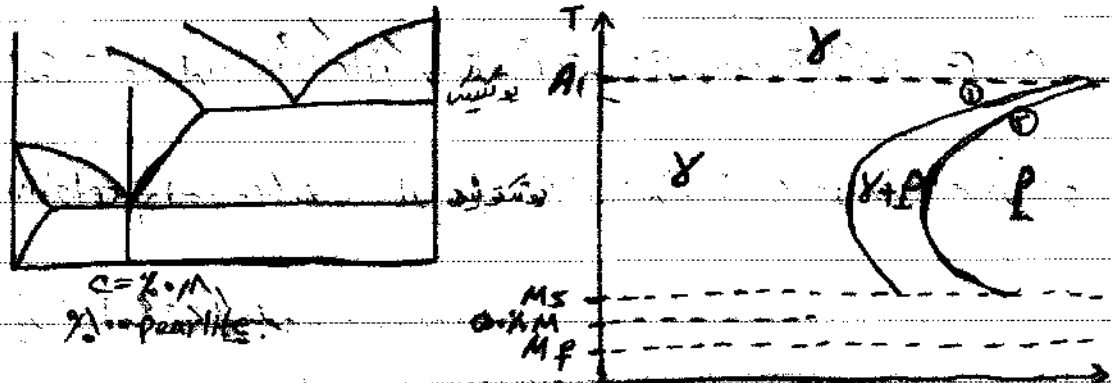
تعداد دفعات TTT و CCT تحولات فازهای را در حالت غیر تعادلی نشان می دهد

معمودات در فازها و ترتیب آنها یک فاز غیر تعادلی است در نمودار کاینید-آهن و نمودار لایه در نمودارهای تعادلی

معمودات TTT و CCT برای یک ترکیب شیمیایی مشخص رسم می کنند و همین با تغییر

برقی از ماکتورهای متالورژیکی این نمودار نیز تغییر می کنند مثلاً تغییر در اندازه دانه

و نام نمودارها به صورت زیر است (در نمودار TTT و CCT):



M_s : Martensite start M_f : Martensite final

نکته 1: خطی است که شروع کند آستنیت به فرمیت استخار می شود و در دمای

این تحول برآید خوانده می شود

اجزای نرم و رسیده است. اگر قوا آستنیت کند به فرمیت استخار می شود از صورت دانه

آستنیت شروع می شود و در دمای این قوا از نظر انرژی همگامی برای خواندن فرمیت است

حیوانی سرزده نامسمی کوتاه تر برای لقو ^{ایجاد} و ~~تولید~~ لقو است که آنتی بی پرولیتیک

تحوّل لقوئی است و نیازمند لقو ~~هستیم~~ حیوانی زمینی پرولیتیک مکانیکی پیچیده دارد

بالین حال می توان مکانیزم زیر را ذکر کرد

در جوانه زمی پرولیت ابتدا یک لایه ~~بصنعت~~ ایجاد شده در اثر ایجاد لایه ~~بصنعت~~ است

می دراز تر بین ~~تمی~~ یا فقیر می شود با کاهش مقدار کربن در آنتی فاز پرولیت ایجاد ^{شود}

لایه ~~بصنعت~~ تا فاصله ای ~~بسی~~ کند که منطقه آنتی فاز کربن لغو شده است این

فاصله تا اندازه ای ادامه می یابد تا ~~بسی~~ لایه ~~بصنعت~~ به ~~بسی~~ فراموش شود و

این فرآیند ادامه می یابد

در فولادی با ۸٪ کربن ~~ساختار~~ تعادل پرولیت است نرخ انجام و اکس پرولیت ~~تترازم~~

رابطه ^۹ قبلی ~~تبعیت~~ کند ~~رابطه~~ Arrhenius $(k = A \exp(-E/RT))$

در مرحله اول نرخ تبدیل آنتی بی پرولیت کند است زیرا مقدار انرژی از پرولیت ~~تترازم~~

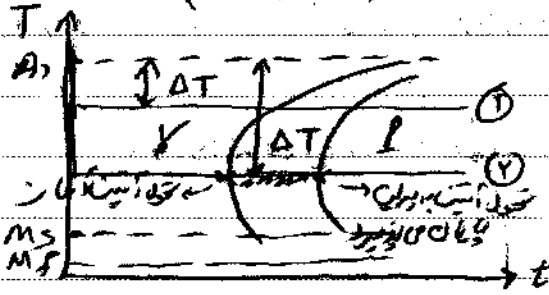
مرحله جوانه و رشد ~~تترازم~~ است در مرحله دوم آهنگ ~~تترازم~~ سریع می شود زیرا

در حالتی که رشد جوانه های قبلی وجود دارد جوانه های ~~بسی~~ ایجاد شده و ~~تترازم~~

رشدی ~~تترازم~~ آهنگ ~~تترازم~~ برای ~~تترازم~~ در مرحله ~~تترازم~~ آهنگ ~~تترازم~~ کند ~~تترازم~~

شماره

(نمودار TTT)



چون ΔT در حالت اول کم است

ولی آهنگ رشد بدلیل بالاتر بودن دما

و دقت سرعت آن هم ها سریع است

در عملیات ذراتی در ΔT دما و در این حالت جوانترین سیتراست اولی است

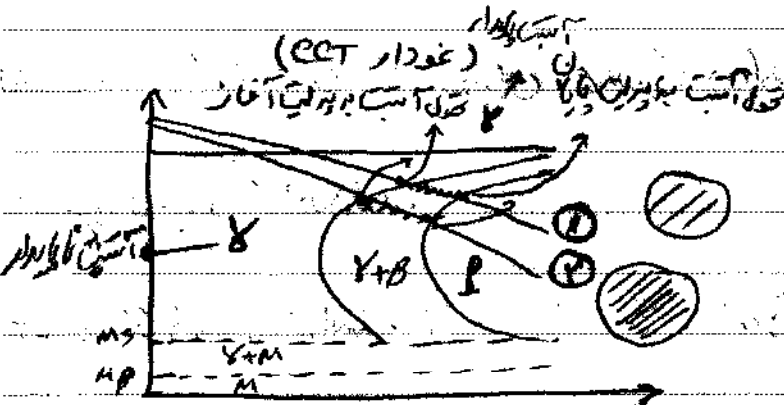
آهنگتر است .

جایگاه دمای (تفاوتی) فاصله میان لایه های در است که هستی آن مایه در

Fine Pearlite

coarse Pearlite

حالت 1 پیراسته درشت (کار شده) در حالت 2 پیراسته ظریفتر (ایستاده)



A: Austenite

P: Pearlite

B: Bainite

M: Martensite

سوال آیا اندازه دانه‌های آستنیت بر تحول پیراسته اثرگذار است ؟

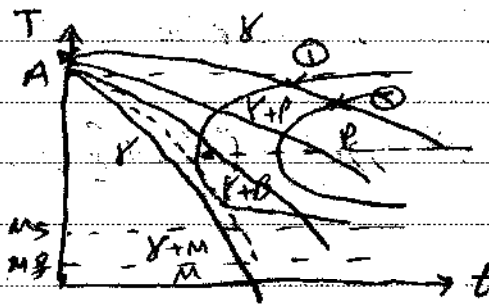
جوانترین

آستنیت

هرچه مقدار درشت دانه تر باشد مکان برای پیراسته محدودتری شود در این حالت

دانه

اندازه لایه های پیراسته درشت تری شود علاوه بر این مسیر نفوذ هم کم تر خواهد شد



محدود CCT

Steel 0.8% C

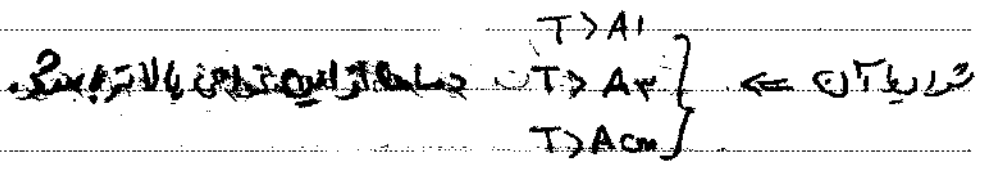
غیر قابل

تفاوت بین و مارتنزیت در فازهاست و در نمودار آهن-کربن آن وجود ندارد.

Hardening of steels by Martensitic Transformation

سخت کردن فولادها به وسیله تحول مارتنزیتی

مرحله اول آستنیت کردن (Austenization):



Holding for Homogenization

نگه داشتن برای همگن شدن

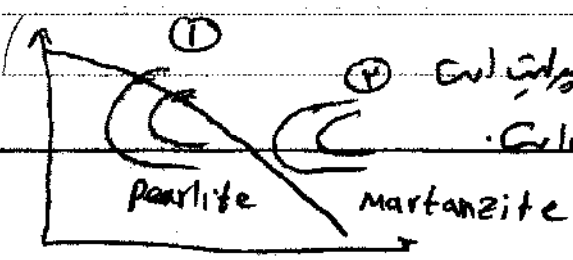
$\gamma \rightarrow$ Martensite

(Quenching) سرد کردن سریع

به سرد کردن سریع باید توجه داشت که تحول ایجاد فاز مارتنزیت انجام می شود.

عنوان مثال واکنش به حضور عناصر آلیاژی در فولاد سرعت سرد کردن مورد نیاز برای

ایجاد فاز مارتنزیت می تواند متفاوت باشد. این تفاوت ناشی از تفاوت منحنی CCT است.



از منحنی شکل برآید که در پیرامون است. در نقطه دیگر مارتنزیت است.

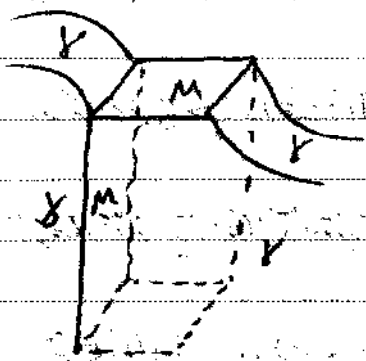
در ساختار B.C.T. انتهای کربن در درون ساختار کوبالتی محبوس شده و در صورت

عمل فوق اشباع در نتیجه است. به دلیل حبس شدن اتم های کربن در بین گتینگها

در یک جهت خاص و نیز مقدار ارتفاع و وجهی که بسیار کوچک خواهد بود و ساختار

B.C.T. ایجاد می شود. با ایجاد مارتنزیت درون آستنیت در سلولهای مختلف

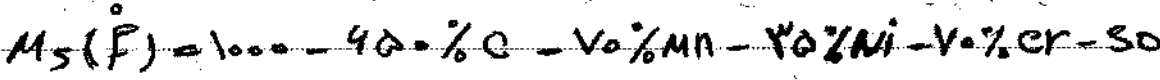
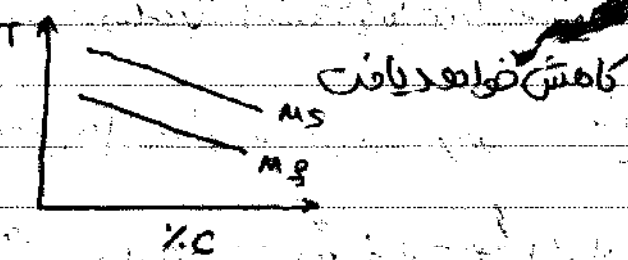
می شود که ناشی از تنش های برشی هستند. منحنی های زیر که (ایجاد مارتنزیت بر مبنای



کاربیدها تنش برشی است. تحول مارتنزیتی از دمای

M_s آغاز شده و در دمای M_f به پایان می رسد با

اگر این مقدار کربن در فولادها دمای M_s و M_f



عنصر کربن بیشتر در اثر درجول مارتنزیتی دارد (حصای تحول را پایین می آورد)

با افزایش عناصر آلیترژی در فولادها دمای M_s و M_f کاهش خواهد یافت

فکر کنیم اگر مقدار عناصر آلیاژی خیلی زیاد باشد این امکان وجود دارد که در دمای M_p

کسر از دمای محلول سرد در این امکان وجود دارد که مقداری از آستنیت به مارتنزیت تبدیل شود

این دمای محلول فولاد در فاز $M + \gamma$ است \rightarrow آستنیت باقی مانده
Retained Austenite

آستنیت باقی مانده آستنیتی است که به خاطر دمای تبدیل سرد و وی این قابلیت را دارد که فاز دیگری تبدیل نشود

مکانیزم تحول مارتنزیت:

مارتنزیت یا تحول مارتنزیتی (M.T) یک تحول ناگهانی است که تحول بیرونی است

در آن فقط ذراتی ندارد به زمان وابسته است و بسیار سریع جوامد نرمی در سرد شدن اتفاق می افتد

می توانیم بگوییم که این تحول (M.T) در زمان وابسته است و در دمای ثابت و در تمام دماها

مارتنزیتی شده اگر برای راج از [redacted] استفاده شود می توان فاز [redacted] و [redacted] تشکیل

شد مارتنزیتی را می بینیم در این حالت [redacted]

[redacted] که در هنگام تحول فاز به مارتنزیت تبدیل نشود است. تحول مارتنزیتی به

زمان وابسته نیست لذا این تحول Athermal Transformation می باشد

در مقدار کمی در فولاد به شکل [redacted] است که در دمای [redacted] (سرعت بالا)

morphology of Martensite شکل مارتنزیت

① lath Martensite ② plate Martensite

③ Midex d Martensite

در فولادها (با وجود اینکه مارتنزیت در آهن و فولادها عموماً در دماهای پایین تشکیل می‌گردد) در دماهای بالاتر نیز می‌تواند تشکیل شود.

در فولادها (با وجود اینکه مارتنزیت در آهن و فولادها عموماً در دماهای پایین تشکیل می‌گردد) در دماهای بالاتر نیز می‌تواند تشکیل شود.

در فولادها (با وجود اینکه مارتنزیت در آهن و فولادها عموماً در دماهای پایین تشکیل می‌گردد) در دماهای بالاتر نیز می‌تواند تشکیل شود.

در فولادها (با وجود اینکه مارتنزیت در آهن و فولادها عموماً در دماهای پایین تشکیل می‌گردد) در دماهای بالاتر نیز می‌تواند تشکیل شود.

در فولادها (با وجود اینکه مارتنزیت در آهن و فولادها عموماً در دماهای پایین تشکیل می‌گردد) در دماهای بالاتر نیز می‌تواند تشکیل شود.

در فولادها (با وجود اینکه مارتنزیت در آهن و فولادها عموماً در دماهای پایین تشکیل می‌گردد) در دماهای بالاتر نیز می‌تواند تشکیل شود.

در فولادها (با وجود اینکه مارتنزیت در آهن و فولادها عموماً در دماهای پایین تشکیل می‌گردد) در دماهای بالاتر نیز می‌تواند تشکیل شود.

در فولادها (با وجود اینکه مارتنزیت در آهن و فولادها عموماً در دماهای پایین تشکیل می‌گردد) در دماهای بالاتر نیز می‌تواند تشکیل شود.

در فولادها (با وجود اینکه مارتنزیت در آهن و فولادها عموماً در دماهای پایین تشکیل می‌گردد) در دماهای بالاتر نیز می‌تواند تشکیل شود.

در فولادها (با وجود اینکه مارتنزیت در آهن و فولادها عموماً در دماهای پایین تشکیل می‌گردد) در دماهای بالاتر نیز می‌تواند تشکیل شود.

حقوقی شکست نسبت به اکثریت یک نوا اول کم تر است. این نوع مارتنزیت نیز از دو فلز

است

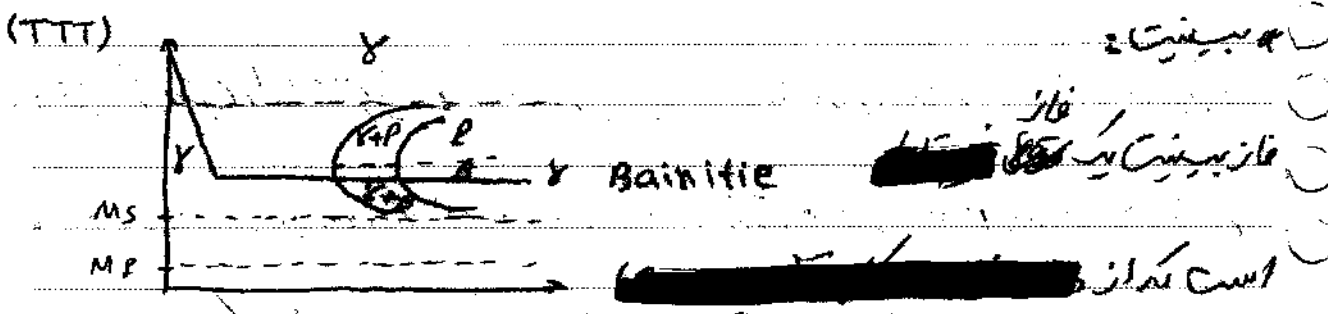
(تغییری)

مقدار مارتنزیت را با توجه به کاهش در عدد کریز این دالانه مارتنزیت کاهش می آید لذا در

فولادهای کم کریز (لانه عالی مارتنزیت) حاصل بازرگانی تر هستند.

(۳) مارتنزیتها مختلف و اگر مقدار کریز ۰٫۴۵۵ تا ۰٫۶۵۵ و مارتنزیتها فولادها

Bainitic Transformation (A-B)



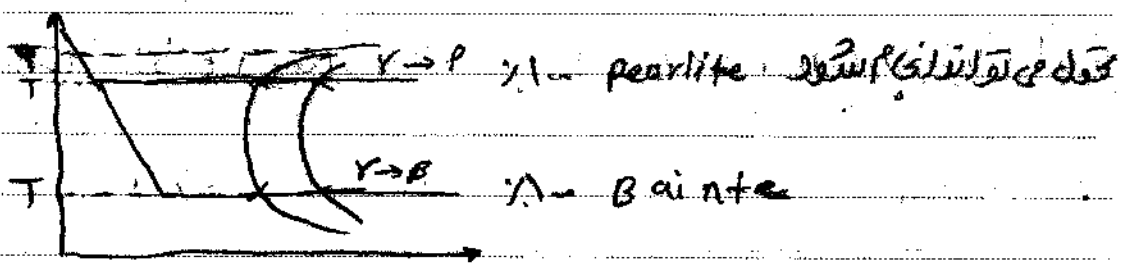
مکانیزم ای در بینیت واحدی است که برقی آن را افزودی دینی

برقی می دانند لذا می توان

در مقایسه فاز پرلیت با بینیت: تحول پرلیت کاملاً تودوی است و تحول بینیت کاملاً تودوی نیست

در پرلیت δ بینیتی کاملاً عموماً است و تودوی در بینیت تنها عنصر کریز است که جای

در پیرامون رابطه کریستالوگرافی مشخصه ما بین فریت و آستنیت وجود دارد ولی در بینیت یک رابطه کریستالوگرافی مشخصه ما بین فریت و آستنیت وجود دارد برای لایه فاز بینیت در ابتدا چواترزی که پدید آتی می شود ولی در بینیت در ابتدا فاز فریت لایه می شود. در حقیقت پیرامون *Thermally activated* یعنی در حای نل



* مقایسه بینیت با مارتنزیت و مارتنزیت یک تحول کاملاً برشی است ولی بینیت نه برشی و نه تقوژی است و معنی ها اعتقاد دارند که بینیت هر دو *Min* دارد. در تحول مارتنزیت ترکیب شیمیایی تغییر نمی کند ولی در بینیت این اتفاق افتد. مارتنزیت یک فاز است ولی بینیت دو فازه $(\gamma + \text{Cen})$ است. مارتنزیت *Thermally activated* اما *atherma Transsformation* در تحول مارتنزیت اگر دما بالاتر باشد تحول ادامه پیدا می کند. یعنی از حقیقت اعتقاد دارند که بینیت یک تحول برشی است با این استقرا لا اله ا:

۱- در سطح اعوجاج ایجاد می شود.

۲- یکبار تنها ط کربن لوگرافن بین فریت و آستنیت در بینیت وجود دارد

۳- بعضی از محققان معتقدند که بینیت یک تحول نفوذی است یا این است که اینها

۱- در بینیت تغییر در ترکیب شیمیایی رخ می دهد و این نیز مندر نفوذ است.

۲- بینیت که تحول Thermally activated است که این یکی تحول نفوذی است

Beinited { ① upper Bainite
② lower Bainite

① بینیت بالایی: در دماهای بالاتر ایجاد می شود. در این حالت لایه های فریتی

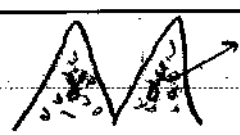
در این کربن منجر مشترک آنها گوده های کربن تشکیل می شود. Fe_3C

بینیت بالایی در دماهای بالاتری ایجاد می شود که هر چه دما بالاتر باشد تشکیل بینیت

بالایی کمتر باشد و صفحات فریتی نازک تر یا ظریف تر هستند.

② بینیت پایینی: در دماهای پایین ایجاد می شود. ظاهری سوزنی شکل دارد که صفحات

آن بسیار نازک تر است که دلیل کم بودن دمای تحول صفحات فریتی نازک و سوزنی



هستند و در درون آنها رسوبات بسیار ریز کاربرد بیشتری است.

این رسوبات به این دلیل ای بسازند که در ماکزیمم بوده و برای تکرار کرنش

خوبی می باشد. لذا دیگر عمل های کاربردی ایجاد شده و در درون آن تغییرات کرنشی

در رسوبات بسیار ریز کاربرد بیشتری خواهد شد فاز باینیت (بازالایی و باینیتی) از نظر لیس

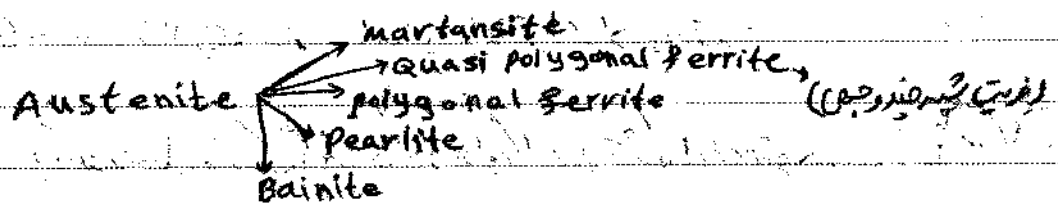
مسئله حکم تراست و بی از سایر کرنش های نرم تر بوده و استقامت بیشتری دارد.

(در این ساختار مارتنزیت و باینیت را مشاهده کنید. در کتاب هندسیها)

9-18-19

جلسه ششم

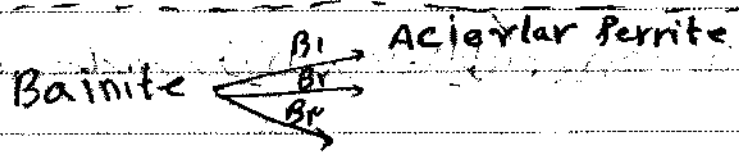
ISIJ: Iron and steel Institute of Japan



G. Terauchi and Sw. Thompson "Ferrite Microstructure"

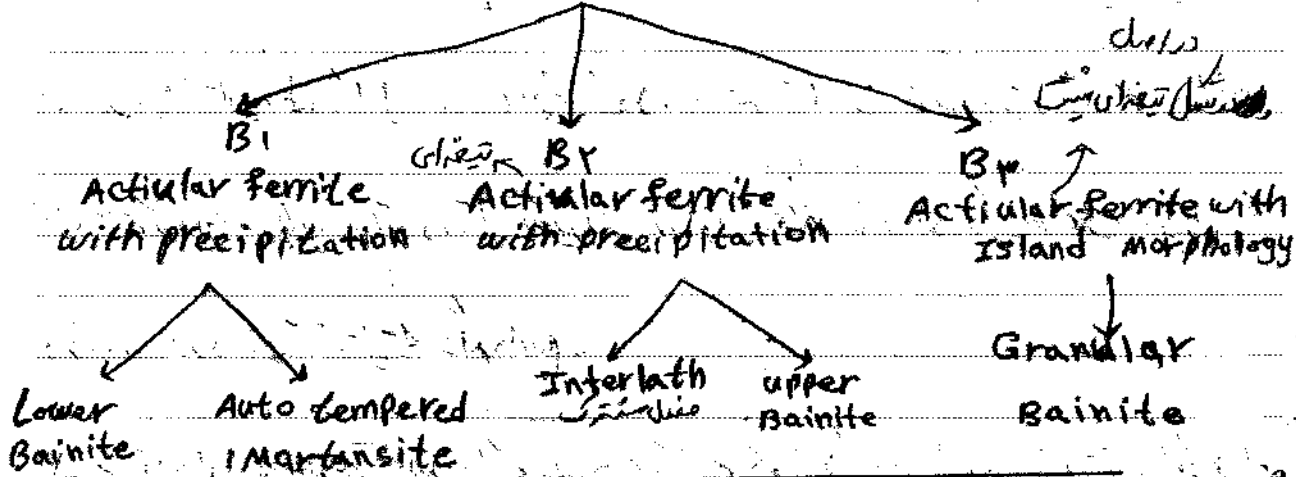
in continuously low and ultra low carbon steels"

ISIJ International (Vol 35, No 8, 1995) pp 937-945



جای خالی های سوال را با توجه به متن و نمودارهای داده شده پر کنید.

Bainite



نمودارهای CCT و TTT : رسم نمودارهای

برای مثال برای فولاد ۱۰۸۰ می خواهم نمودار فوق را رسم کنیم برای این کار باید مراحل

تبرای آن سوئند:

۱- باید تعداد زیادی نمونه از فولاد ۱۰۸۰ تهیه کنیم.

۲- نمونه ها را در دماهای مختلفی در هیتر و انقار تا دمای آستنیت شدن گرم می کنیم (دماهای

آستنیت کردن نباید خیلی زیاد باشد زیرا هم باعث آستنیت شدن نمونه های سرد و هم باعث

پدیده رشد دانه می شود. این دماهای آستنیت کردن نباید دانه ها در دست سرد و در هنگام

(Toughness)

تحول آستنیت به مارتنزیت تغییرات خاصی در خواص مکانیکی (مثلاً استحکام و چقرمگی) را باعث

می شود. در نتیجه فولاد بعد از عملیات حرارتی سرد و شکننده می شود. این دماهای آستنیت کردن باید

دوره مشکل های ا- امکان انجام استحاله یا تحول فاز آستنیت به مارتنزیت وجود ندارد

۲- ریتزاس قناریه طو رکامل صکن نفی شود. حریم صفا صحت نمونه کم تر باشد زمان

آستنیت بودن نیز باید کم تر در نظر بگیریم. به ازای هر ۱٪ باید حدوداً ۱ ساعت قطع در

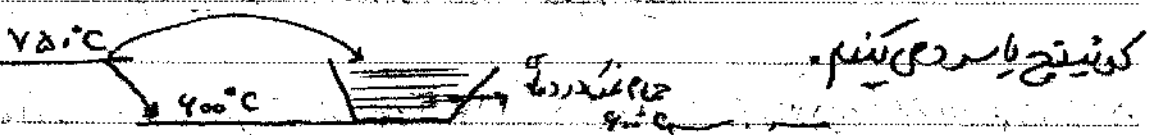
در کوره در دمای آستنیت نگه داریم.

۳- نمونه ها را به سرعت سردی کنیم که نمونه نبردن از دمای آستنیت تا دمای

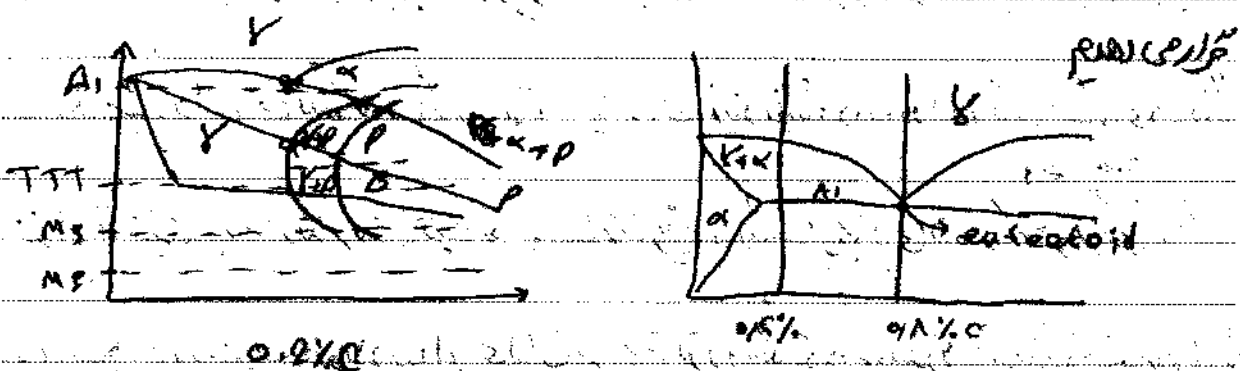
معین زیر خط A₁ انجام می شود برای این مرحله و رسیدن به یک دمای ثابت نمونه ها

را از کوره در آورده و درون حمام نمک مذاب قرار می دهند.

۴- در فواصل زمانی مشخص نمونه ها از حمام نمک مذاب خارج کرده و در آب



۵- نمونه ها را بعد از سرد شدن متالوگرافی می کنیم و ریتزاس قناریه آنها را مورد بررسی



Carbon steel {
 (Fe-C-Mn-Si-P-S)
 1- low carbon
 2- Medium
 3- high

AISI : American Iron & Steel Institute

SAE : Society of Automotive Engineering

AISI/SAE

فولاد کربنی

Carbon steel

10xx

نمبر	%C
1020	0.2%
1040	0.4%
1080	0.8%

Fe

Mn

Si

P

فولاد کربنی فولاد پر مبنی ہے جس میں کم سے کم 0.25% سے زیادہ کاربن اور زیادہ سے زیادہ 2.1% تک کاربن ہوتا ہے۔

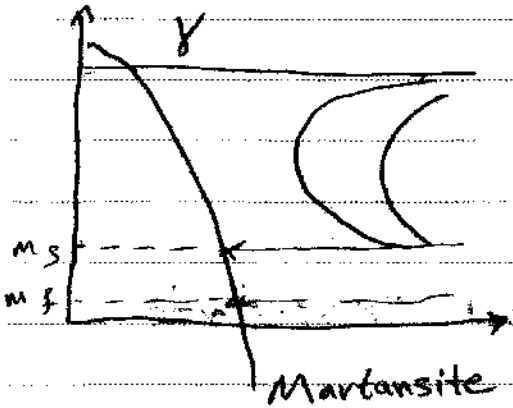
stainless steels

{
 A
 M

فولاد کربن آئین

316 } Austenite

آیا فل فاز آستنیت به مارتنزیت تبدیل می شود؟



[Redacted text]

[Redacted text]

وی اثر دمای M_f پایین تر از دمای M_s می باشد

دسترسی آستنیت به مارتنزیت تبدیل خواهد شد و مقدار آن [Redacted] می ماند که به آن

(Retained Austenite) [Redacted] است که در تحول مکرر شده و

هر چه مقدار کربن بیشتر باشد دمای M_f بیشتر می شود در نتیجه مقدار آستنیت باقی مانده

اثر آستنیت می باشد

عوامل مؤثر بر نمودارهای CCT و TTT:

① اندازه دانه (Grain Size): چنانچه ترسش اندازه دانه نمودار تحول

به سمت راست حرکت خواهد کرد در این حالت زمان مورد نیاز برای تشکیل پرمیت طولانی تر

خواهد شد هر چه اندازه دانه آستنیت [Redacted] تر باشد تغییرات مارتنزیتی [Redacted] تر شده و

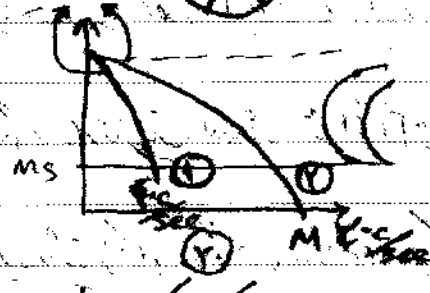
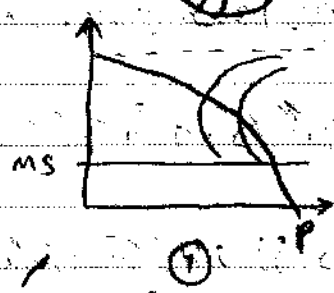
ساخته و آن تردتری نسود قابل توجه است که اندازه دانه های آستنیت بر روی مقدار



درصد سولید سولوشن
 در عین %



MS تأثیر زیادی ندارد



پس هر متغیری که شکل به سمت راست حرکت کند سفتی بیشتری فولاد افزایش پیدا می کند.
 منظور از بهبود قابلیت سخت پذیری چیست؟ یعنی می توانیم با حرکت متغیری که شکل به سمت راست در نواحی های سرد شدن بیشتر فاز مارتنزیت بگیریم.
 (به جز حالت 2)

2 عناصر آلیاژی (Alloy elements): در فولادها حضور عناصر آلیاژی خود را

شکل را به سمت راست منتقل می کند هر چقدر این نوع عنصر آلیاژی و مقدار آن حضور

بسیار این اثر متفاوت خواهد بود به عنوان مثال با افزایش مقدار آلیاژ منقحی شکل

به سمت راست رفته و سفتی بیشتری فولاد افزایش می یابد دلیل آن این است که حضور

مقادیر بیشتری از کربن یا سایر عناصر آلیاژی در فولادها می تواند در این حالت استفاده

فاز مارتنزیت به فازهای دیگر در فولادها منقحی شکل به سمت راست

مقاله منقحی شکل را به سمت راست منقحی شکل را به سمت راست منقحی شکل فولادها

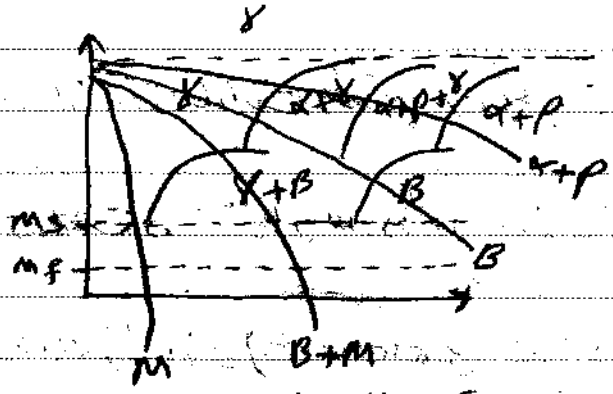
افزایش می دهد. حضور عناصر آلیاژی به جز کربن و منگنز و فسفر و سیلیسیم و نیکل و مس

MS و MS₂ می شود (جزیره!) با حضور عناصر آلیاژ فاز تمیز (زینر استی)

مستحکم تر شده و دیگر گونی بر روی مارتنزیت سخت تر انجام می شود و به نیروی حرکت

بیشتری نیاز دارد لذا ما باید بیشتر کم شود تا نیروی حرکت افزایش یافته و تحول

نیروی مارتنزیت انجام می شود



CCT → Bainite
 ↑ Toughness (عموم) ↑

اگر در فولادی کربن وجود داشته باشد عملیات حرارتی معنایی ندارد

۹۰/۸۸۶

جلسه هفتم

Alloy element: بررسی نقش عناصر آلیاژی در فولادها:

در عملیات حرارتی

هدف از افزودن کردن عناصر آلیاژی آن است که سرعت بحرانی آستنیت سازی فازهای دیگر را

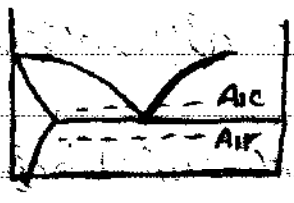
تغییر قویت و Ms در حین عملیات حرارتی کاهش دهد تا بتواند در عناصر آلیاژی بهتری باشد

فولادها در حین عملیات حرارتی تغییر خواص در درجه عملیات حرارتی

قرار دارد
 A_{c1} و A_{c2} جایه جایی هستند به عنوان مثال خطی A_{c1} = 725 + 0.77C = A_{c1}

$$A_{c1} = 725 + 0.77C + 29.1Si - 1.74Mn - 16.9Ni + 18.9Cr + 9.8W$$

$$A_{ce} = 910 - 23 \cdot \sqrt{C} - 15Mn + 22/7 Si + 0.4W + 1.4Mo + 1.4W + P$$



خطوط A_c و A_r خطوط سرمایش و گرمایش سریع
 هستند در حالتی که سرد کردن سریع یا گرم کردن سریع

انجام شود محل خطوط A_1 و A_c و A_{cm} تغییر خواهد کرد و دلیل این تغییرات آنست که

سرریج سرد یا گرم کردن در نقطه اثر خنک‌کنندگی به عنوان مثال در گرمایش سریع صورت

گرفته می‌شود و تفاوتی نیست خطوط به سمت بالا حرکت می‌کنند و همین در سرمایش سریع نیز

خطوط به سمت پایین حرکت کرده تا در گرمایی یا تحول فاز در دماهای پایین متراز

حالت متغیری انجام می‌شود و تغییرات در این خطوط نیز به این دلیل است که در حالت سرد

در سرمایش غیر تعادلی است و A_c تغییر می‌کند و گرمایش غیر تعادلی است

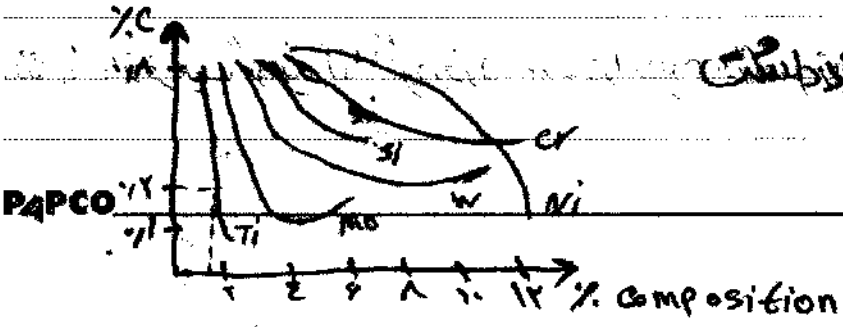
حفظ عناصر آلیاژی که به صورت $substitutional$ در فلز حل می‌شوند

Ti Mo W Mn Si Cr Ni

تغییر شکل و گرمای سرد شدن و متبلور شدن و تغییرات در دماهای مختلف

تغییرات در دماهای مختلف و قابل تغییر است که عناصر Ti, W, Mo و ...

اثر آلیاژها کاهش خواص مکانیکی

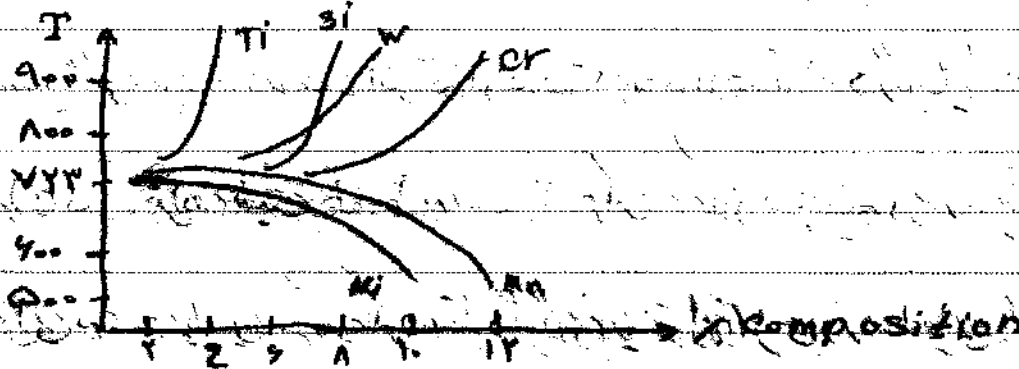


درجه تا غیر عناصر آلیاژی بر دمای واکسیداسیون تاثیر میگذارد.

برخی از عناصر آلیاژی دمای پخت و تولید اکسیداسیون و برخی دیگر دمای واکسیداسیون را

افزایش خواهند نمود. عناصر آلیاژی نظیر منگنز، نیکل، دمای پخت و تولید اکسیداسیون

را کاهش می دهند. در این مورد، میزان تاثیر را با این رابطه می توان



قابل توجه است در برخی از فولادها با افزودن مقادیر نیکل یا منگنز خیلی زیاد می توان

آهنیت را کاهش می دهد. این فولادها در حالت فولادها فولاد استنلی است.

فولاد رینگ تون آستنیتی یا در فولادهای منگنی.

عناصر تکثیر Ti, W, Si, Cr, Mn دمای پخت و تولید اکسیداسیون را

افزایش می دهد و منگنز، نیکل، و آهنیت را کاهش می دهد. فولاد استنلی و فولاد

کربن فولاد استنلی فولادها فولادها مقدار این عناصر زیاد می شود (مثلاً Cr) فولادها

در دمای عملیاتی هم فولاد است (فولاد زنگ نزن فراسی)

فولاد زنگ نزن فولاد فراسی

تحقیق عناصر آلیاژی پر دمای M_s و M_f

در فولادهای کربنی با افزایش مقدار کربن دمای M_s کاهش می یابد و حضور کربن مقاومت

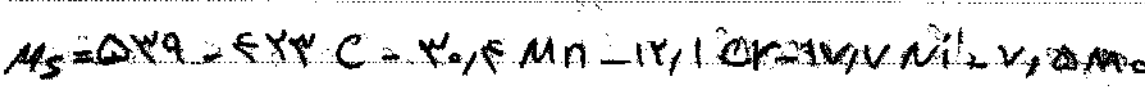
برخی آلیاژها را افزایش داده لذا به تدریج عمده بیستری برای شروع لغزش و تشکیل

مارتنزیت نیاز است هر چه دمای M_s کم تر باشد با سرد کردن بیشتر تا دمای کم تری نیاز

فاز مارتنزیت ایجاد کرد با افزایش مقدار کربن نیز دمای M_f کاهش می یابد فولادهای

کم مقدار کربن در آنما از ۰/۴٪ بیشتر است دمای M_f ای پایین دمای انان دار

در نتیجه هوای در ریزش (ظرف) آنرا آهسته بکن مانده و می درازد



نکته (۱) کربن عناصر آلیاژی به چوکی است دمای M_s کاهش می دهد (۲) مقدار کربن

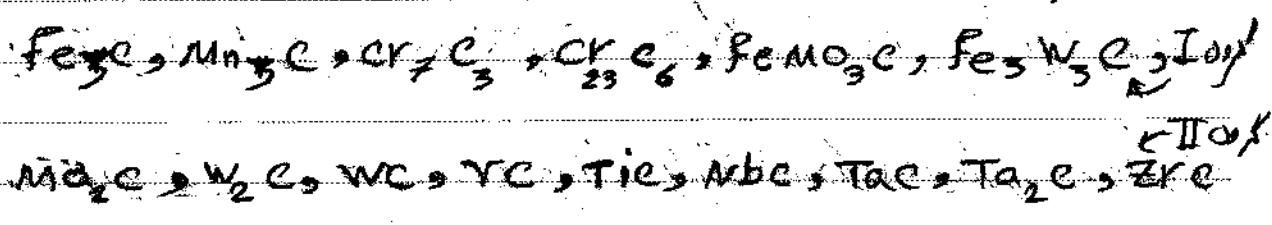
علاوه بر دمای M_s و M_f بر نوع مارتنزیت ایجاد شده نیز مؤثر است با افزایش

در صد کربن ممکن است تغییرات مارتنزیتی نیز افزایش می یابد

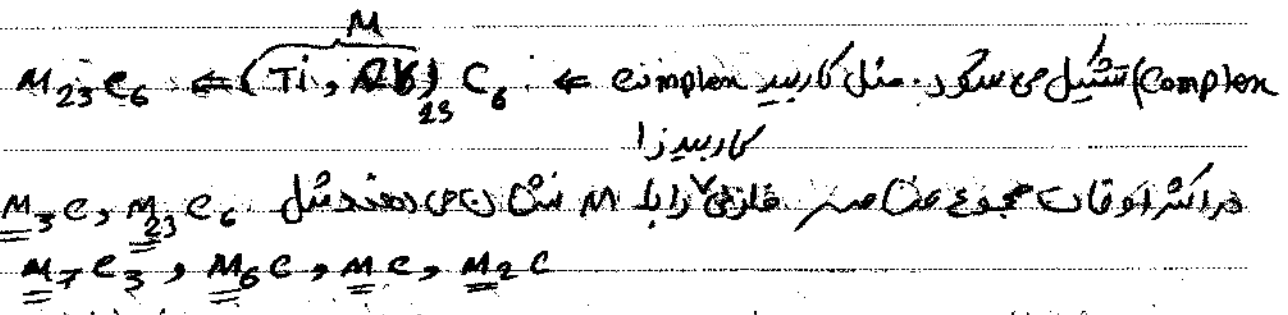
تحقیق عناصر آلیاژی در آلیاژهای کاربردی

Subject: _____
Year: _____ Month: _____ Date: _____

خاصه آلیاژهای نئودرست چوب آهن و پلوس آن در جدول تناوبی قرار دارد و تشکیل کاربیدها را می دهد
با هر چه عنصر آلیاژی در دست می آید و دورتر قرار گیرد کاربیدهای ایجاد شده پایداری بیشتری
کاربیدهای که می توانند تشکیل شوند در ذیل آمده است :



نکته ۱: در کاربیدهای آلیاژی در فولادها خاصه مقادیر آهن به صورت محلول هستند.
نکته ۲: در صورتی که در ترکیب فولاد چندین عنصر کاربیدزا وجود داشته باشد کاربیدهای ترکیبی را



کاربیدهای گروه اول کاربیدهای هستند که ساختار کریستالی آنها پیچیده تر است و گروه دوم
این کاربیدها شبکه بلوری یا کریستالی ساده تری دارند به نحوی در آستنیت حل می شوند در
صورتیکه کاربیدهای گروه اول در اثر حرارت دین در فاز آستنیت بر افعی حل نخواهند شد
به حسب اینکه در صورت فولاد در دمای بالاتر ساخته شود و کلیه کاربیدهای توانست

ملاسوند در این حالت نلیه کاربدهای ریزه حل شده و می کاربدهای درشت مقاومیت
حصرتی دارند و به هم در ارتباط می رود بنابراین فضای پایدار می کاربدها کاربدهای
مقاومیت است.

* نقش عناصر آلیاژی بر فرسایش

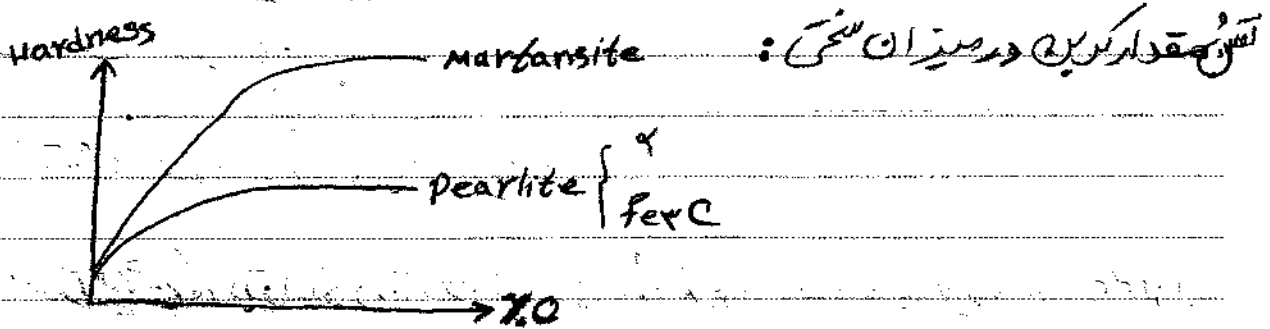
عناصر آلیاژی که بتوانند در فاز فرسایش حل شوند و در دمای محیط نیز به صورت محلول
جای می مانند می توانند باعث استحکام و در فولادها سولفید و نیترید می کنند و کاهش
خواهند داد به عنوان مثال Mo است که در این می کنند.

نکته: عناصری غیر فرسایش که بر خلاف این قاعده رفتار می کنند و آن عناصری است امروزه
آن به فولادها باعث استحکام آهن می شود و مقاومت به شکست را افزایش می دهد.

جله هشتم ۹۰۹/۱۰

سختی و سختی پذیری: در فولادها برای ایجاد سختی و افزایش آن و همین طور بالا
بردن استحکام کششی و مقاومت در برابر ساییدگی فاز مارتنزیت را ایجاد می کنند. در یک فولاد
سختی زمانی به حد اکثر سختی می رسیم که ریزش سختی به طور کامل یا حدود در حدود مارتنزیت
حاصلگ همواره تفاوت قابل توجهی مابین سختی مارتنزیت با دیگر فازها در ریزش سختی
فولاد وجود دارد به عنوان مثال تمام فازهای فرسایشی از مارتنزیت که با PCO
ریزش سختی

قابل توجه است که هر چه مقدار کربن افزایش یابد مقدار استیت باقی مانده نیز بیشتر خواهد شد زیرا دمای و M_n کم می شود و نیز دمای محیطی آید



عملیات حرارتی تشکیل فاز مارتنزیتی معمولاً پیرامون فولادهای انجمنی سودمند مقدار

کربن آن حداقل ۰.۳٪ به کمتر است باین حال می توان فولادهای با مقدار کربن کم تر از

۰.۳٪ را در آب سرد سرد کرد تا فاز مارتنزیتی در آن تشکیل شود ولی سختی فاز مارتنزیتی ایجاد

شده بالاست.

اندازه دانه های استیت اولیه بر سختی فاز مارتنزیتی مؤثر است علاوه بر این پیرامونی

ندیرین فولاد نیز مؤثر است او آنجا که سرد دانه های استیت به عنوان یکی از عوامل

مؤثر در پدید آمدن و رشد صفحات مارتنزیتی است در هر اندازه دانه های استیت اولیه بیشتر

باشد چنانچه صفحات مارتنزیتی در واقع در حجم افزایش یافته و سختی فاز مارتنزیتی

استحقاق کسب فایزماز تشریح به عوامل (نیوایپه است) :

۱- کربن موجود در سنگ کربنیتالی که به صورت گلوله یا شعله اشباع است

۲- حضور ساختارهای فرس از ناچینیها است؛ حضور فرس ساختارها

۳- باد استریالایی از ناچینیها باطریق استحقاق فایزماز تشریح فواید است

۴- اسهوجاج موجود در ساختار کربنیتالی می تواند عملی برابر استحقاق آهن فایزماز تشریح باشد

عوامل مبدلیم سنگی پذیرد؛ قولا رها؛ اگر سرعت سرد شدن از حد برای سردتر باشد

می توان فایزماز تشریح را به است اول در این حالت سنگی داشت آمده و البته به در

کربن جدا شده در فایزماز است؛ اگر سرعت سرد شدن از حد برای سردتر باشد در مقدار

ساز تشریح کم می شود و سنگ خوراد نیز کاهش خواهد کرد

سنگی پذیرد؛ سنگی پذیرد عبارت است از توانایی یا قابلیت تشکیل فایزماز تشریح

در اثر تبریع سرد شدن از ناحیه پایدار فایزماز است؛ سنگی پذیرد توسط شخاصت پذیرد

سخت شده مشخص می شود و این شخاصت پوسته سخت شده عبارت است از فاصله

سطح داخلی در نمونه بردارنده (داخل) فایزماز تشریح با سگده و شش پذیرد بیشتر باشد شخاصت

این شخاصت نیز بیشتر خواهد بود (مقاله ۲) فاصله از طریق پذیرد سنگی

Subject:

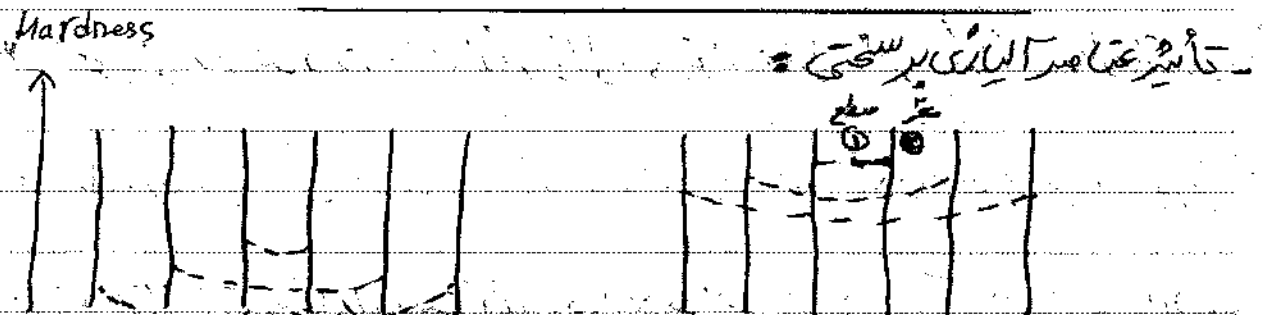
Year: Month: Date: ()

نرخ سرد شدن در قطعه کاملاً یافته و سطحی کمترین شود علاوه بر این محبوس سرد

کنند و نیز در توزیع سطحی بدست آمده مؤثر است علاوه بر این میزان عناصر آلیاژی

نیز بر سطح بدست آمده اثر گذار است زیرا با حضور عناصر آلیاژی امکان استغنی

فازها و تغییرات در سرعت های سرد شدن آراسته ایجاد می شود.



تأثیر عناصر آلیاژی بر سطحی =

فولاد کم کربن فولاد آلیاژی

1045 (w) فولاد 1045 (w) فولاد 6140 (w) فولاد 6140 (w)

AISI / SAE (10xx) Carbon Steel 0.4% C فولاد آلیاژی

Low Alloy Steel < 8% C

1045 → % 0.45 C Fe, C Mn, Si, P, S

فولاد 5120 و 5140 دارای Fe و Mn و P و S و C 0.2% و 0.4% می باشد

کتاب Oil (یعنی) و Water (آب) و Air (هوا)

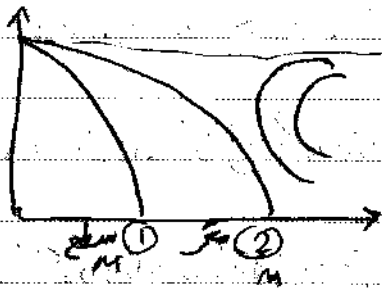
هر چه قسمت قطعه بیشتر شود تفاوت بین مابین سطح و مرکز بیشتر می شود.

در عناصر آلیاژی چون آهن نیز به نسبت منحنی شکل بدست آمده عمل می کنند

مطابق شکل در منحنی سخت شدن سطح و مرکزی قطعه هر دو حالت ① و ② فاز

تغییرات مختلف می شود و لذا تفاوتی در منحنی سطح و مرکزی وجود ندارد و در

PARCO



حالت اولیوم شخصی پذیرج لیسان است

چارامتهای مشهور پذیرج پذیرج و

۱- اندازه دانه آستین امریه اندازه دانه های آستین ریزش نمود چون جوانه های پیرای

از سر دانه ها آسانتر است لذا نرخ جوانه های پیرای او را بیشتر می یابد و از این (ماده قشری)

ممانعت می کند در فتق دانه های پیرایه بندی ریزش شکل پیرایه آسانتر است لذا افزایش

دانه ریزش شخصی پذیرج کمتری دارند پس امریه اندازه دانه آستین در سطح پیرایه

شخصی پذیرج فولاد (قوانین) می یابد و بیشتر از شکل پیرایه است و کوشش می کنند

۲- در سطح امریه پذیرج پذیرج

چند عناصر آلیاژی و شخصی پذیرج عناصر آلیاژی در سطح پذیرج آسانتر پذیرج

تغییرات آلیاژی در سطح پذیرج است به خصوص امریه پذیرج در حالتی که

به طور کامل قبل از سرد شدن در فاز آستین حل می شوند

چند خالصه و ناخالصی های غیر فلزی و آلیاژیها از رشد دانه های AS جلوگیری

کنند و به عنوان عمل برابر جوانه زنی فاز ۱ به کار می روند شخصی پذیرج و پذیرج

۵- هنگام بودن ریزش همگرا، بازگشت قبل از سرد کردن AS ریزشها را کاملاً هگلی
 شود به عنوان مثال اگر ریزشها خنثار از نظر مقدار کریه، کار به مقدار ضعیف آلیاژی
 هگلی نشود نفاصی مختلف است و ریزش متفاوت خواهد داشت در این حالت در
 ریزشها همگی غیر هگلی است یعنی ریزشها لکم تراست.

تا غیر محیط سرد کننده بر عملیات های حرارتی و نفع سرد کننده در عملیات حرارتی بر



۱- انتقال حرارت از داخل به سطح نمونه



۲- انتقال حرارت از سطح نمونه به محیط سرد کننده

چقدر به هم برابر کنترل نرخ سرد شدن انتخاب محیط سرد کننده مناسب است زیرا
 کنترل انتقال حرارت در داخل نمونه می باشد در این حالت برابر به هم

سرد کنندگی محیط سرد کننده می تواند از رابطه زیر استفاده کرد

$$H = \frac{F}{K} \quad \text{in. sec. } ^\circ\text{F}$$

Heat transfer factor \rightarrow F (دوره انتقال حرارت)
 Thermal conductivity \rightarrow K (ضریب هدایت حرارتی)

severity of heat transfer

به عنوان مثال اگر به آب و بدون هم زدن خاکه در H را برابر با ۱ بگیریم سرد

سرد کنندگی محیط های دیگر به صورت زیر مشخص می شوند

سود / شفت	W	Oil	Air
salty water	1	0.25 - 0.3	0.02
2			

در حالت دادن کوبنده در لایه عموماً شدت سردکنندگی به صورت زیر است:

salty water	W	Oil	Air
2-22	1-1.1	0.3-0.35	-

آزمایش تعیین سختی (آزمون جامین) در این آزمون، از یک نمونه استاندارد

به قطر 25 mm و طول 100 mm استفاده می شود آن آبی که ریزه ساختار اولیه سختی

بیشتری مؤثر است متعین است نمونه حاوی از آزمایش نرمال است و در حال عموماً در

حالی AS بعد 20 دقیقه نگهداری تا 65 AS از یک طرفه کردن کردن نمونه را به

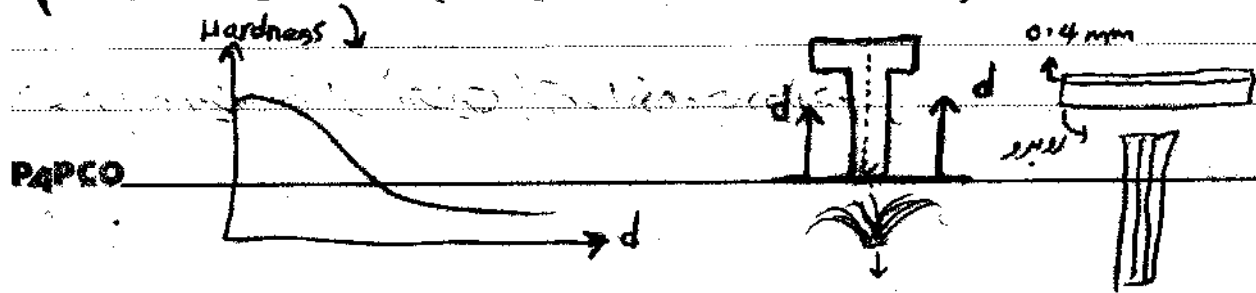
کما که فاصله از آن که از یک سمت به نمونه برود (در این مورد از یک طرفه است) 25 mm باشد

فاصله فواره تا انتهای نمونه 12.5 mm خواهد بود در این حالت آفتاب سرد کردن در

نمونه از سطح آن به سطح دیگر (فاصله فواره تا انتهای دیگر) نیز سرد کردن می شود

و از سرد شدن یک سطح نمونه را به اندازه 0.4 mm سختی می تواند پس از آن

توجه داشته باشید با فاصله 1.5 mm اندازه گیری می کنند با سنج (0.4 mm)



PAPCO

Subject:

Year. Month. Date. ()

کاربرد آزمون چابکی

۱- مقایسه سنی نریدی مابین نوارهای مختلف ۲- سن بینی و تخمین توزیع سنی

در قوای که در محیط های سردکننده مختلف سرد شدن - بررسی نقش سرعت

سرد شدن بر میزان سستی

۹۰/۹/۱۷

جلسه پنجم

پارامترها

۱- استتیب و کوفت اولی از دستهای آستین به سرعت سرد کنیم به گونه ای که دمای

خود را ۰.۵ تا ۱.۰ درجه سانتیگراد در ۱۰ ثانیه کاهش دهیم (۰.۵ تا ۱.۰ درجه سانتیگراد)

۲- در این روش ساختار را یکدست کرده و بر پایه ویر و چند پارامتر

۱- ابعاد های کوبیده و یک عدد از پارامترها (گروه اول) ثبت خواهد شد

۲- در این روش ساختار را یکدست کرده و بر پایه ویر و چند پارامتر

۳- در این روش ساختار را یکدست کرده و بر پایه ویر و چند پارامتر

۴- در این روش ساختار را یکدست کرده و بر پایه ویر و چند پارامتر

۵- در این روش ساختار را یکدست کرده و بر پایه ویر و چند پارامتر

فاز M ایجاد شده در این حالت بسیار مستحکم و سخت است علاوه بر آن سفت شده هم است لذا

در خیلی از کاربردهای مهندسی قابل استفاده نیست.

در این حالت می توان این ریزه ها قطار تزد شکفته را با باقی اجزای دوباره تعمیر و چقرمی و مقاوم

به سفت زام تراش داد که به آن بازخیت گویند

این عملیات حرارتی در دمایی زیر خط یوتکتوئید (A1) خواهد بود و در این حالت قطعه را در دمای

مشخصی $250-350^{\circ}C$ به مدت زمان مشخص حرارت داده تا نسق های داخلی آزاد شده

علاوه بر این با انجام تقویت M به فازهای دیگر تبدیل شده و در این حالت نسق و استحکام کم ولی

چقرمی ام تراش می یابد.

($\alpha + Fe_3C$) مارتنزیت تغییر شده Tempering شفافان BET مارتنزیت

مراحل بازخیت در فولاد ساده سه مرحله و در فولاد آلیاژی چهار مرحله دارد:

۱- تبدیل M کمترین به M کمترین همراه با کاربردهای انتقالی نظیر این سیلیس وانگ.

۲- تبدیل آستنیت باقی مانده به فریت و Cem.

۳- تبدیل کاربردهای انتقالی به کاربردهای E و Fe و تبدیل M کمترین به فریت و Cem.

۴- در فولادها آلیاژی تشکیل کاربردهای آلیاژی و تشکیل نسق گانویس

و ایستیم به اینکه هر مقدار سنجی و استخوانی بعد از بازخوبی فاز با بند دما مشخص می شود.

فکته در فولادهای آلپاثری که در آنجا عناصر آلیاژی کاربرد داشته اند و در این شکل

محلول با بند لگن در محدوده ی تشکیل کاربردهای آلپاثری ۶۵۰-۵۰۰ تحت عملیات

بازخوبی قرار گیرند کاربرد آلپاثری تشکیل شده در نتیجه کاهش سختی در لگن با ختمی

را عقب می اندازند.

ساختار آلیاژی تمپر شده دیگرین ساختار کاملاً تغییر یافته نیست بلکه در برخی از

ساختارهای فولادی بعد از عملیات تمپرینگ نسبت و ایستایی به استخوان عمل

تمپرینگ در هر دمای انجام شود ممکن است دیده شوند. این تغییرات که در ساختار

تویفهای (M) فاز کاربرد دیده نمی شود اما در M تمپر شده در میان کاربردهای (M)

سردن و قابل مشاهده هستند.

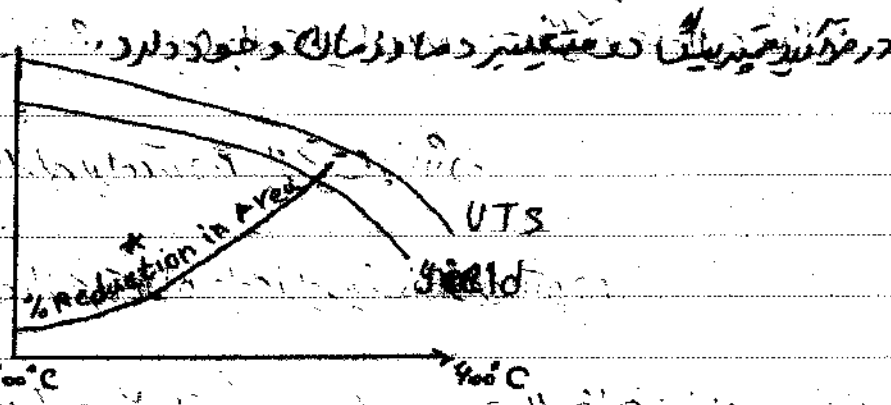
خواهد داشت

در ساختار M تمپر شده در عمل حالت سخت و مستقیم است. حقیقتاً مناسبت

فکته عملیات حرارتی تمپرینگ از آنجا که استخوان تمپرین دقیقاً سختی در عملیات سردن

کردن است و به همین دلیل است.

در عملیات حرارتی تغییر شکل پلاستیک با انتخاب زمان و دما و زمان شکل‌دهی می‌تواند به خواص دلخواه برسد.



* در هر چه بیشتر شود قابلیت تغییر شکل بیشتر می‌شود.

در عملیات تغییر شکل ایجاد فاز آستنیت وجود ندارد. چون دما زیر خط A₁ است.
 در نتیجه در عملیات بازیخت معنی C شکل و تحولات فازی آن نقشی نخواهد داشت.

جزئیاتی با ویژگی‌ها و زمان‌هایی که عملیات حرارتی تغییر شکل در محدوده دمایی

(Tempering Embrittlement) ۲۵۰ - ۵۷۵ °C (آبی سرد) و نرخ سرد شدن نمونه بعد

از آن اندک باشد و یا قطعه در مدت طولانی در این محدوده دمایی قرار گیرد تدریجاً تغییراتی
 رخ می‌دهد و قطعه تردی شود.

در برخی از فولادها در محدوده‌ی دمایی ۳۵۰ - ۴۶۰ نیز تدریجاً بازیخت مشاهده
 شده است که این نیز وابسته به ترکیب شیمیایی فولاد است.

زمانی که در قطره ها غناصه آلیاری مثل Al_2O_3 و MgO همراه با غناصه سیلیسی SiO_2 ^{منفر}

آرسنیک یا قلع و ... باشد در این حالت ایجاد رسوبات نرگه به عنوان مثال ^{می کند}

اجاد قسندهای تواند عملی برای تروی بازخیت باشد.

جای جلوگیری از تروی بازخیت راه های زیر پیشنهاد می شود:

۱- کنترل دقیق ترکیب شیمیایی ۲- تغییر کردن در محدوده ی ^{در محدوده ی} SiO_2 ^{در محدوده ی} Al_2O_3 و MgO از محدوده ی اثر نشان

خفتن غناصه آلیاری در عمیق شدن و

حتی غناصه آلیاری می تواند به صورت زیر اثر گذار باشد و

۱- غناصه آلیاری که در فاز آستنیت حل می شود باعث ^{سختی} Ms ^{سختی} فاز آستنیت می شود در این

حالت اگر بعد از خنک کردن این غناصه در فاز Ms به صورت محلول باقی بماند می تواند باعث ^{سختی}

۲- اثر غناصه آلیاری تسلی کاربرد دهنده ی یادگار به های ریز یا درشت و حل شدن و نشان

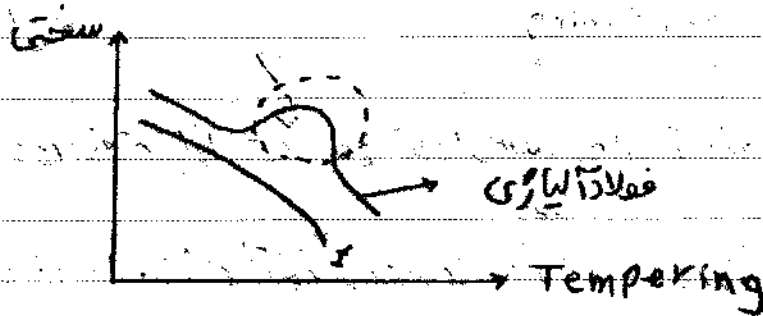
آنها در فرآیند تسیرینگ خفتن دارد از آنجا که کاربرد ریزمانی در پر لیمبر ^{سختی} Ms ^{سختی} Ms

۳- در عملیات حرارتی از نوع کوئینچ هر چه دمای M_s کمتر و مقدار آستنیت باقی مانده

بیشتر است در این صورت این آستنیت در عملیات حرارتی تسیرینگ به M_s تبدیل شود

و سختی افزایش ^{می دهد} Ms ^{سختی} Ms

۴- حضور عناصر آلیاژی باعث می‌شود در حین عملیات گدازکاری آلیاژی تسخیل شود که در این حالت ایجاد کاربید باعث سختی می‌شود که به آن سختی ثانویه گویند.



با افزایش دما در مرحله ① سختی کاهش یافته و یک درجه ② سختی اولیه را باقی می‌گذارد.

تجزیه‌های تمپرنینگ برای رسیدن به سختی مشخصی.

برای تعیین جای تمپرنینگ روابط مشخصی بین دمای فولاد کربنی ساده و فولادهای

کم آلیاژی توان از رابطه زیر استفاده کرد.

بعد از تمپرنینگ سختی فولاد قبل از تمپرنینگ

$$T(^{\circ}C) = 17,7V (H_c - H_a) + 17,8$$

استفاد از رابطه آرنیوس در فرآیند تمپرنینگ.

$$\text{Rate} = A \exp\left(\frac{-Q}{RT}\right) \quad \frac{1}{t} = A \exp\left(\frac{-Q}{RT}\right)$$

مثال) برای تولید یک فولاد سخت شده با سختی ۵۵ RC در دمای ۷۰۰°C به چه زمانی نیاز است.

زمان نیاز است محسوس اگر در دمای ۷۰۰°C به ۵۰ RC نیاز باشد چقدر زمان نیاز است.

$$\frac{1}{t_1} = A \exp\left(\frac{-Q}{RT_1}\right) \Rightarrow \frac{t_2}{t_1} = \exp\left(\frac{Q}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)\right) \Rightarrow t_2 = 2,75 \text{ (s)}$$

درجه‌های فولاد و فولادها نیاز است تا به سختی RC ۲

۹۰/۹/۲۵

جلسه دوم (فوق العاده)

Surface hardening

سخت کردن سطح

در بسیاری از کاربردهای صنعتی نیاز است سطح قطعات سختی از سختی آنها در میل انوع

میل انوع، چرخ دنده‌ها، انواع قطعات از روس نوعی کردن سطح در صنعت مورد استفاده

تراز و یکدست بودن عمق آنرا

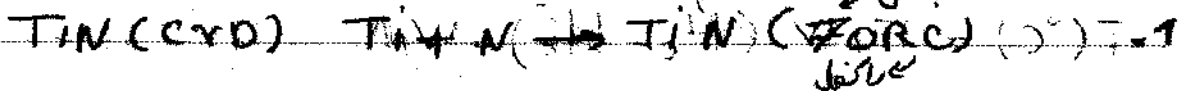
- 1. Coating (پوشش)
- 2. Welding (جوشکاری)
- 3. cladding (پوشش)

in surface

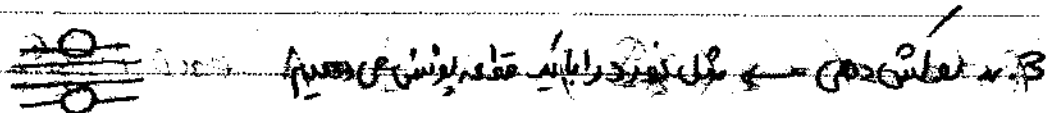
ture in surface

- 4. change of composition (تغییر ترکیب)
- 5. change of microstructure (تغییر میکرو ساختار)

معمولاً برای فولادها به ترتیب:



2. جوشکاری - از مواد WC, TiC, TiO_2, SiC



4. 1- کاربنیزاسیون (carbonizing)

2- هیبریدیزاسیون (hybridizing)

3- نیترونیازاسیون (nitrocarburizing)

4- بورینیزاسیون (Boromizing) (بزمینیزاسیون)

سخت کردن باسکام Flame hardening

In duct ion hardening

با استفاده از

۵.

کربونیتزده این روش برای سخت کردن فولادهای کربنی کم کربن در صنعت استفاده می شود

معمولاً این فولادها کربن آنها از ۰.۲۵ تا ۰.۴۵ درصد است، فرآیند کربونیتزده کردن به روش

می توان از آن برای کربن زدگی و کربن زدگی حالت جامد از حالت مایع در حالت گاز

۱- کربن زدگی در فاز جامد: در این روش قطعه ای را که می خواهیم را کربن زدگی می سازیم

آن را سخت کنیم در فولاد کربن زدگی قرار می دهیم اصطلاحاً به این فرآیند سخت سازی

نیز می گویند ترکیب مواد کربن زدگی می تواند ترکیبات مختلفی باشد مثل زغال چوب همراه با

گاز و مقدار آن تا آنکه در استفاده می شود تا آنکه در این فرآیند می توان از مواد مختلفی استفاده

مثلاً ۴۵٪ زغال و ۴۵٪ زغال چوب و ۲۰٪ $CaCO_3$ و Na_2CO_3

با افزایش دما در حدود ۸۷۵ تا ۹۲۵ است در این محدوده دمای مواد

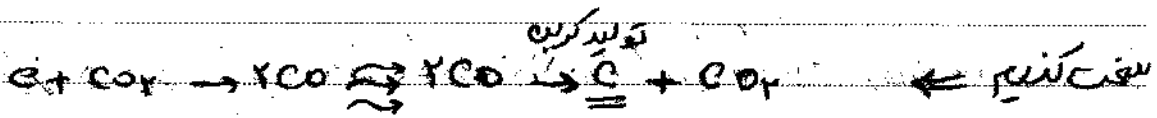
کربن زدگی تولید کربن اتمی کرده و این کربن اتمی می تواند در درون قطعه نفوذ کند

می دانیم که برای انجام این فرآیند نیاز به زمان می باشد برای آنجا که کربن دهی قطعه را

همراه با مواد کربن زدگی در درون محیطی می توان از فولاد تسوز قرار می دهیم فاصله قطعه را

از هم باید 3000 یا بیشتر فواصل را در محدوده دمای فوق قرار 1000

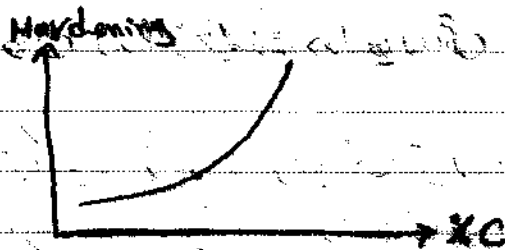
این دما خنک می داریم دمای نگهداری و این به بر قطعه ای است که خواصش را از قطعه را



اگر نیاز باشد در جایی کربن تقویت کند آن تقاضا را پاسخ بدهد (مهند)

$$D_c^x = 0.12 \exp\left(\frac{-32000}{RT}\right) \text{ (Cal)}$$

مقدار کربن در سطح قطعه $\frac{C_s - C_x}{C_s - C_0} = \text{erf}\left(\frac{x}{\sqrt{4Dt}}\right)$



پس از آنکه کربن در سطح قطعه نفوذ کرده باشد بر قطعه را به سرعت سرد کنیم اگر قطعه را

سریع سرد شود مشکلات زیر بوجود می آید:

۱- شکن است قطعه در اثر شک حرارتی دچار ایجاد ترک خوردن شود

۲- جدایی نگهداری قطعه در دمای بالا دانه های آستنیت درشت شود و قطعه شیب به

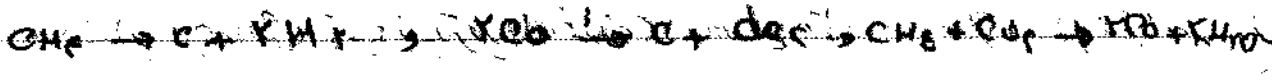
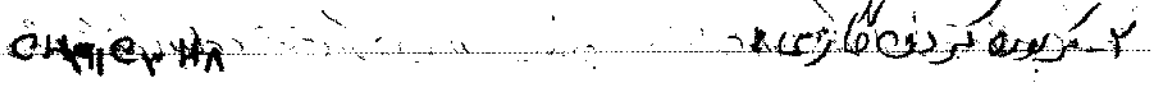
ترک خوردن حساستر است ۳- AS باقی مانده خیلی زیادی شود و مقدار شیب کاهش

یابد جلوگیری از مشکلات فوق این کار را انجام می شود که پس از کربن در سطح برآید

در کوره سرد می شود و پس عملیات حرارتی ثانویه انجام می گیرد. قطعه را تا ۸۵۰ درجه

واده در حد سردی گسترده اند و در دماهای بالاتر از ۷۹°C براری می دهند و این قطعه

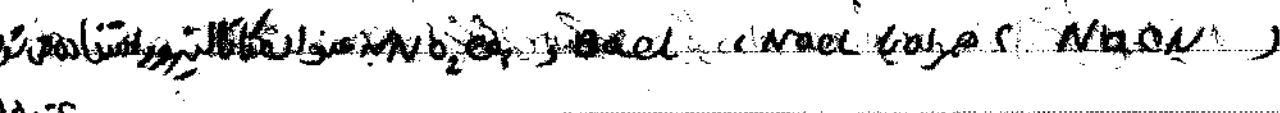
با درونی سردی گسترده تا سطح قطعه منجمد آن بالا رود.



حالا یک گاز بی اثر است و در دماهای بالا به راحتی می تابد و این

فرآیند را انجام می دهد.

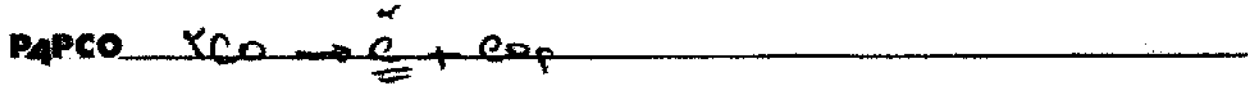
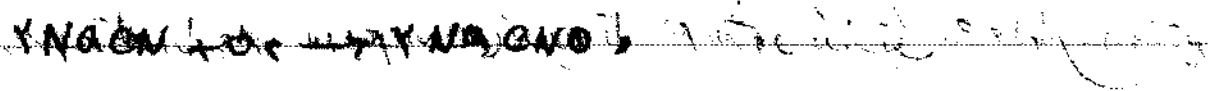
در مبرد کردن فاز مایع و در این فرآیند از مزایای تکمیلی می توان استفاده کرد.



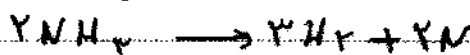
این کالریکول در دماهای پایین به خوبی کار می کند و در دماهای ۷۰°C تا ۸۵°C

به خوبی عمل می کند و پس از آن کار را تمام می کند و پس از آن در دماهای بالاتر از ۷۰°C

عمل می کند و این عمل را می توان در دماهای بالاتر از ۷۰°C نیز انجام داد.



برای تولید نیتر وژن از شکست گاز متان نیز استفاده می شود



نیتر بیازنیگ

(Cyanide)

تسلی نیتر (Cyanide)

این روش سنتزی برای سخت کردن سطح قطعات است که از طریق متابولیتها

هدف از این روش تولید نیتریدهای فلزی در سطح قطعه است که از ابالیوحتی در

ترکیب شیمیایی فولاد غنا هم وجود داشته باشد که تولید نیتریدها در عنوان متال

Al, Cr, Mo, Ti, W می توانست تولید نیترید کنند دلیل آنکه حلالیت

نیترید در این فلزات بسیار کم است عملیات نیتر وژن کردن در محدوده دمای

550 تا 700 درجه سانتیگراد انجام می شود دیگر در این روش به دنبال تسلی فلز M

در قطعه نیتریدها را فرکانس نیتر وژن کردن فرا بینی طولانی تر است

حالتی امکان ایجاد نیتریدهای آهون هم می توانست ایجا (نیتر وژن با محلی شوند

نیتر وژن ساخت در سطح در روش سخت کردن با ریل کردن ساختار را تغییر

سریع قطعه را As و سریع سرد می کنیم تا M شود سنتز شعله ای مداومترین

روش می باشد که قطعه های 1 تا 5 درجه در هر کیلومتر

علاوه بر این برای شمشک کردن فولادهای کم آلیاژ نیز استفاده می شود

در این روش اثر ایجاد M در سطح مقطع همراه با ایجاد تنش های پسماند فشاری باقی

مقاومت خستگی نیز می تواند بالاتر رود.

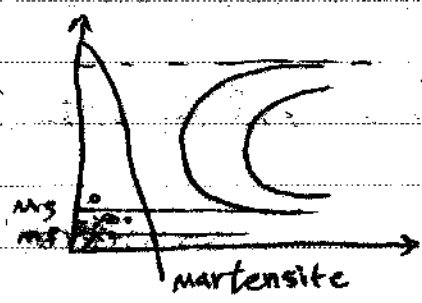
جلسه یازدهم

۹۰/۱۰/۱

تکنیک های سرد کردن در عملیات حرارتی:

① سرد کردن مستقیم (Direct quenching): در سرد کردن مستقیم قطعه را از دمای AS

کردن تا زیر دمای Ms به سرعت سرد می کنیم (اگر دمای ما از Ms سرد شود AS باقی مانده ندارد)



در فرآیند سرد کردن مستقیم به شکل عمده می توان گفت سرد

شدن مستقیم در سطح موازی هستیم در نتیجه

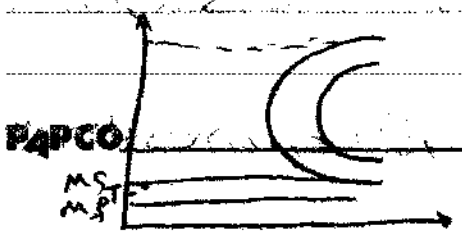
مقاومت در برابر تنش و سطح می تواند متفاوت باشد علاوه بر

این تکنیک تنش های حرارتی در قطعه وجود خواهد داشت

② Martenite Pering (Marquenching): در این روش سرد کردن در دو مرحله انجام می شود

۱- قطعه را AS می کنند ۲- بعد از آنکه قطعه AS شد آن را سریع در روغن یا نمک مذاب

قطعه را سرد می کنیم تا دمای بالاتر از Ms



۱- قلم در این دما (T) به میزبان تا دما M_s می تواند سرد شود و زمان نگهداری

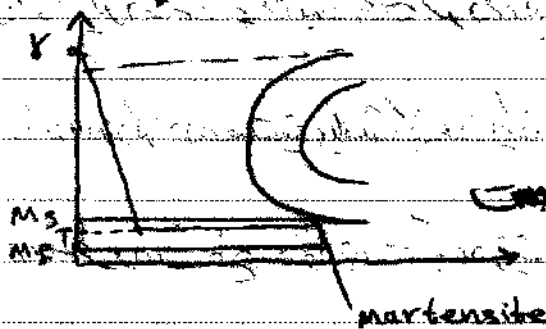
و بسته به شکل منحنی TTT و منحنی نمودار ایجاد قطعه (تخمین) دارد (طولانی M_s و M_f و M_s)

از آنرا M_s تمام شده می داریم.

نکته: زمان نگهداری باید کوتاه باشد به طوری که به دلیل تشکیل فاز Bainite (باینیت)

پرسد.

۲- سرد کردن قطعه در هوا تا سطح و معر قطعه به M تبدیل نشود

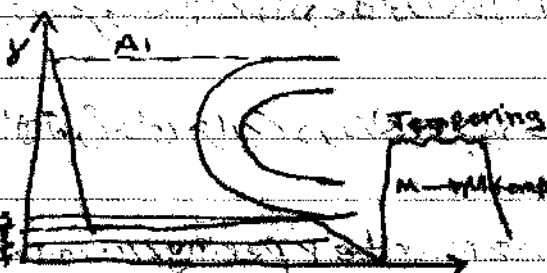


۳- انجام عملیات بازیخت با انجام بازیخت یا

تغییر مقدار جرمی و مقدار استحکام

را افزایش میدهد.

است.



مزیت های عملیات مارتنسیتینگ:

۱- احتمال ترک خوردن قطعه در هنگام

عملیات حرارتی کمتر است.

۲- مقدار قاب خوردگی و مقدار اعوجاج و تغییرات جرمی کمتر است.

۳- تمام شدن در زمان کمتر و سطح سرد شده بیشتر است (با کاهش M_s) **PAPCO**

نکته: وقتی برین ساختار در سطح و ترکها با قطعه مناسب در سطح دستگیر یکسان است.

③ Austempering: این عملیات حرارتی (این روش سرد کردن) به منظور کاهش

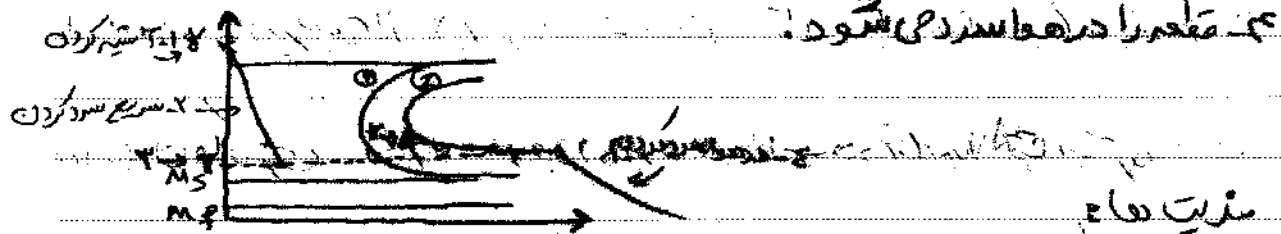
تنش‌های حاصل از فرآیند سخت کردن فولادهای سفت‌سازده کرنش‌زایی کمی بشود و مراحل آن

عبارتست از ۱- تسخیم کردن، ۲- در این مرحله ابتدا فولاد را تا M_s سرد

کردن در صاف مذاب یا روغن داغ تا دماهایی قبل از M_s - ۳- قطعه را در این دماهایی در این

دما متخیم و سپس را در مرحله ① و ② قطع کنند در این حالت A_c به B تبدیل می‌شود.

۴- قطعه را در دما سرد می‌شود.



۱- تراز به بازیخت نداریم ۲- این عملیات باعث افزایش چقرمگی و افزایش انعطاف پذیری

می‌شود ۳- احتمال ترک برداشتن قطعه کاهش می‌یابد ۴- تنش‌های دما در خف

در داخل کم می‌شوند

نکته: در سردتبه مجامعیم به انعطاف پذیری و مقاومت در برابر شکست بالا برسیم در عین حال

سختی و استحکام قطعه نیز مناسب باشد فرآیند استمپرینگ یک انتخاب مطلوبی توانناست

- ① Gray cast Iron
- ② white cast Iron
- ③ Ductile " "
- ④ Malleable " "
- ⑤ Alloy " "



۱- جدول فاکتورهای جدول شکل فاکتورهای

در جدول فاکتورهای جدول شکل فاکتورهای جدول شکل فاکتورهای

در جدول

فولاد و فولادها

۶۷-۲۰۸

۱- عنصر مقدار بیش از ۲٪ کربن ۲- عنصر مقدار بیش از ۱٪ سیلیسیم

که در جدول فاکتورهای جدول شکل فاکتورهای جدول شکل فاکتورهای

تمامی فولادها جدول شکل فاکتورهای جدول شکل فاکتورهای

ذرات از فولادها جدول شکل فاکتورهای جدول شکل فاکتورهای

اگر مناب جدول شکل فاکتورهای جدول شکل فاکتورهای

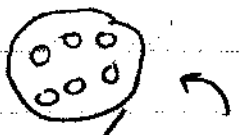
شکل فاکتورهای

۲- جدول فاکتورهای جدول شکل فاکتورهای جدول شکل فاکتورهای

فولادها جدول شکل فاکتورهای جدول شکل فاکتورهای

اگر مذاب چون راسخ سرد کنیم چون سفید تشکیل می شود تا اثر آن برای

توانید گرافیت ایجاد شود.



چون در کتیل (سنگین) با تراشیدن گروی (حیث گامی) با اضافه کردن مقدار

مذاب چون فراموش آوردن برای گروی شدن چون ما می باشد قابلیت تحمل

بارهای کششی را به علت گروی بودن آن می تواند تحمل نماید بارگذاری کششی

به بارگذاری بارگذاری کششی را می تواند تحمل کند و قابلیت شکل پذیری را

می تواند داشته باشد.

د- چون چکش خوار و شکل گرافیت تمام صورت خود را می



برفتنی شکل می باشد در این حالت قابلیت شکل پذیری و چکش

خواری شدن بیشتر است. از علایب دارای بودن سفید می توانیم چون ما تبدیل بودن

درین سفید به صورت رختگری می توانیم و در علایب دارای آنها تعدادی قطعه در

دماهای طولانی ^{کاربرد دما} ظرفیت تحملی درین سفید گدازد. خصوصاً گرافیت های بی رنگی (بسیار کم)

۵- چدن آلیاژی علاوه بر عناصر پایه Si, Mn, P, S, و عناصر آلیاژی نیز به

این چدن اضافه کنیم تا مقاومت در برابر شکنندگی آنها را افزایش دهد و با افزودن

مدفول از علی حیدرین بودیم :

۱- طرفتس های داخل ۲- اقراسی قابلیت مایس کاری ۳- اقراسی شلایس

وصافوت بپسکت ۴- اقراسی است حکام

تفاوت علیات جاری مدنی و عقلا و دفاع

۱- در فولادها مقدار کربن معتبرترین فاکتور تعیین کننده محو و ده های AS کردن

است ولی در حوضها علاوه بر C ، ای نتر نقش عمده ای بیار تعیین کننده است

AS کردن فواید داشت لذا بایر سخت کردن چون بالاد دمار آهسته را با توجه به دربر

C و ای انتخاب کرد با بدلی حضور C بالاد در حوضها سخت پذیری آنها بیشتر است

لذا به جای کوئینچ کردن در آب آنها را در حوضها و روغن سرد می کنند ۳- تفاوت

جیدی فولاد سخت پذیری شده هستند و عمدتاً ابعاد پیچیده ای دارند بالاد دیگر آورد

کردن آنها وقت بیشتری می برد پس لذا اشک جاری در آنها می تواند مضر باشد و موجب

سخت قطعه شده - بدلی پیچیده بودن هندسه قطعات و سختگی و حضور

تشنه ها را داخل زیاد جهت است پس از کوئینچ کردن سریعاً قطعه را تصدیر کنیم

۵- در حین ناکسین باید اگر کیفیت وارد استیت بشود وی در قطره‌ها از فلوراید این عمل

درج می‌شود لذا از زمان نگه‌داری در زمان As موله‌های تراست و ...

سین سطح قطرات خردی بستری است حضور این کسرها می‌تواند مانع در برابر تراست

های قطره تراستاری باشد در قطرات خردی سطحی کردن سله‌های توسعه ناکسین

توسعه فعال تراست خوردن قطره و خوردن دارد

آنتی‌کوردن خودتفا و حذف و کنترل کردن در خودتفا عبارت است از جوار دادن

قطره در زمانهای بالا تراست A و پس آنستیم بعد کردن در داخل توره ناکسین

ولست کاکاش و اینطوری است این باید در کنترل کردن و در زمان تراست اول

بسیار است در عنوان مثال تجربه Dem می‌تواند در درجه‌های مختلف با این آنتی‌کوردن

فاز به و کیفیت کنترل می‌شود. آنتی‌کوردن در چند نامی توانسته است مختلف بافتها

آنتی‌کوردن بین خالکتری آمده علیه جراتی است در حین خالکتری انجام می‌شود

عملیات آنتی‌کوردن است صفا از آنتی‌کوردن در حین خالکتری انجام می‌شود ناکسین یا

خوب Dem در صورت تراست قابلیت مایع‌سازی است. آنتی‌کوردن در حین خالکتری

باعث کاهش ضایعات می‌شود (کشی) می‌شود. چون خالکتری در ASTM استاندارد
۲۵
۳۵
۴۵
۵۰
کشی

اگر در زمینه Ca بیشتر باشد (تکامل کم تر) و اگر در زمینه Ca بیشتر باشد استحکام آن بیشتر است.

از جمله پارامترها در فرآیند آئیل در نطای خالصی نقش عناصر آلیاژی بر زمان

تکمیل قطعه در دمای آئیل است در صورتی که مقادیر Ca و Si بیشتر باشد زمان آئیل

کودن می تواند کم باشد چون تجربه Ca باعث تراخ آبی شود.

می باشد

به عنوان مثال اگر دما Si از 180 به 210 برسد زمان آئیل از 45 دقیقه به 15 دقیقه کاهش می یابد.

(۶۷)

عناصر کربن یا نیتروژن که قاز کاربید Fe و Mn و Cr در مشکی و یا

ماده

سفر

عناصر نیتروژن یا نیتروژن که قاز کاربید Fe و Mn و Cr در مشکی و یا

خرمال کردن و در چدن با عیار است از سرد کردن قطعه در دما از دمای حرارتی بالاتر

از $A1$ در این حالت برین ساختار و دما از زمینه بر لیتی می شود و استحکام آن

افزایش خواهد یافت.

به عنوان مثال بر زمان کردن چدن خالصی قطعه را در محدوده دمای 880 تا 920

در این حالت برین ساختار وجود خواهد یافت به ازای هر اینج ممکن است قطعه را فکتر دارند

و پس در دما سردی کمتر در صورتی که در دمای عناصر آلیاژی وجود داشته باشد

در دمای خالص بیشتر است و در دمای آلیاژی کمتر می باشد

حفظ و غلظت و انقباض با باعث ریزش و سرد شدن و پیر شدن است و در این استخوانها که با افزایش سن در دسترس

عملیات حرارتی سخت کردن (کوئینچ و تمپینگ) =

عملیات سخت کردن در دماهای بسیار است از حرارت دادن قطعه در دمای بالاتر از حوض

در زمینه فلزات

A1 در دمای سرد کردن سریع (دور از غلظت و دما) در این حالت به جای ریزش و انقباض و تغییر شکل

تغییر A1 در زمینه ای جایی است که سختی و استحکام را از طریق دادن و قطعه سرد می شود

تغییر فلزات در دمای سرد شدن بیشتر است تا حدی که توان پذیرش در این ریزش کم است

سین از ریزش کردن عملیات تغییر شکل انجام می شود در این حالت قطعه را در

دماهای زیر خط A1 حرارت می دهند و سپس در دماهای سرد شدن ریزش و انقباض و تغییر شکل

حفظ بلافاصله پس از کوئینچ کردن و این تغییر شکل است

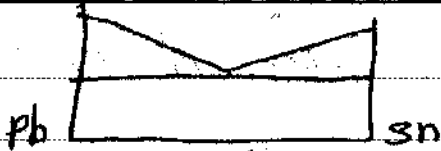
عملیات حرارتی رسوب سختی (precipitation hardening) « Aging »

در عملیات حرارتی رسوب سختی برابر افزایش استحکام و سختی در دماهای زیر خط A1

تمپینگ و یا در دماهای بالاتر است و در این دماها استحکام و سختی افزایش می یابد و در دماهای

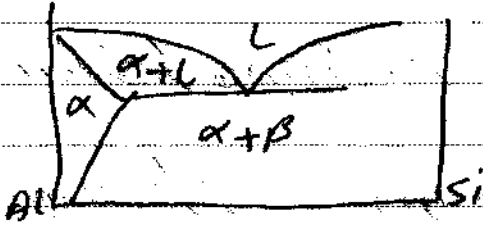
برای انجام این عملیات حرارتی یک شرط لازم است که آنجا که مورد نظر باشد دماهای خط

در حالتی که با استفاده از دماهای مختلف در این عملیات در دماهای مختلف است



عملیات حرارتی از نوع رسوب نشی در آن (می آید)

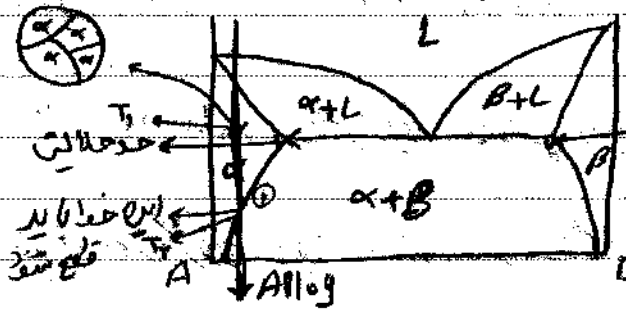
Al-Si که دارای حد حلالیتی است را می توان عملیات حرارتی رسوب نشی کرد.



که تا یک حدی از آن می توان در Al حل شود.

حدی برای حلالیتی خود وجود دارد.

در مرحله اول آلیاژی که تشکیل می دهیم



خط سبز بالا خط ① را قطع → حد حلالیتی
 زین نیست این خط را قطع نیست!
 گذر آلیاژ ما در فاز (α+β) است پس برای

رسوب نه در مرحله اول با آلیاژ بالا پیریم تا جایی که در آن حل شود.

در مرحله دوم در مرحله دوم سرد کردن (است) از نرخ سرد کردن بالایی که نیاز باشد

که فاز β در آن حل نشود و اگر آن را کار سرد کنیم مثل هذا آنگاه در مزره فاز β داریم

چون فاز ما خواست که حل شدن β را دارد از مرحله سوم استفاده می کنیم

بار رسوب نشی است

در مرحله سوم رسوب نشی است (Aging) با آوردن قطعه به دمای Tr

(دمای رسوب نشی) زمان محدودی از آن می گذرد (است) عبارت دانه پدید



Subject: TO

Year: _____ Month: _____ Date: _____

Graph showing the variation of hardness with distance for a case hardened steel.

hardness

