

مقدمه:

فولادهای ماریچینگ فولادهای پر آلیاژ-کم کربن-آهن و نیکل با ساختار مارتنزیتی هستند که دارای ترکیبی عالی از استحکام و تافنس به مراتب بالاتر از فولادهای پر کربن کویچ شده می باشند.

این فولادها دو کاربرد بحرانی و متمایز فولادهای کربن آبداده که استحکام بالا و تافنس و انعطاف پذیری خوب مورد نیاز است را دارا میباشد. فولادهای کربنی آبداده استحکامشان را از مکانیسمهای تغییر فاز و سخت گردانی بدست میآورند. (مثل شکل گیری مارتنزیت و بینیت) و این استحکام پس از رسوب گیری کاربیدها در طول مدت تمپر کردن بدست می آید.

در مقایسه فولادهای ماریچینگ استحکامشان را از شکل گیری یک فولاد مارتنزیتی کم کربن انعطاف پذیر و سخت آهن و نیکل بدست می آورند که می توانند بوسیله رسوب گیری ترکیبات بین فلزی در طول مدت پیرسختی استحکام بیشتری داشته باشند. دوره ماریچینگ بر اساس پیرسختی ساختار مارتنزیتی وضع شده است.

متالورژی فیزیکی:

قبلا اشاره شد که استحکام و تافنس خوب فولادهای ماریچینگ بوسیله پیر سختی یک ساختار مارتنزیتی کم کربن بسیار انعطاف پذیر با استحکام نسبتا خوب بدست میآید. در حین پیرسازی ساختار مارتنزیتی هدف اصل روش توزیع یکنواخت رسوبات بین فلزی خوب است که صرف تقویت کردن بافت مارتنزیتی می شود. یکی دیگر از هدفهای اصلی در مدت پیر سازی فولادهای ماریچینگ کم کردن یا حذف کردن برگشت فاز نیمه پایدار مارتنزیت به آستنیت و فریت می باشد.

شکل گیری مارتنزیت :

مارتنزیت فولادهای ماریچینگ معمولا مکعب مرکز دار (bcc) کم کربن است که این مارتنزیت شامل چگالی بالای نابجایی می باشد اما نه به صورت دوقلویی. در حین سرد شدن بعد از تابکاری انحلالی آستنیت fcc بوسیله بازگشت برشی کم نفوذ تجزیه به ساختارهای متعادل به ساختار bcc تبدیل میشود. این تبدیل آستنیت به مارتنزیت ناپایدار اتفاق نمی افتد تا دمای شروع مارتنزیت (Ms) بدست آید و دمای شروع مارتنزیت باید به اندازه کافی بالا باشد بنابراین یک تبدیل کامل به مارتنزیت قبل از خنک شدن فولاد تا دمای اتاق اتفاق می افتد.

بیشتر انواع فولادهای ماریچینگ دمای شروع مارتنزیت حدود ۲۰۰ تا ۳۰۰ درجه سانتیگراد را دارند و در دمای اتاق به طور کامل مارتنزیت هستند. نتیجه ساختار مارتنزیت یک فولاد نسبتا قوی و فوق العاده انعطاف پذیر میباشد.

عناصر آلیاژی دمای شروع مارتنزیت را بطور قابل ملاحظه ای تغییر می دهد اما تغییر مشخصه این استحاله به مقدار زیادی بستگی به سرعت سرد شدن دارد.

اغلب عناصر آلیاژی اضافه شده در فولادهای ماریچینگ (به استثناء کبالت) درجه حرارت شروع مارتنزیت را کاهش می دهند.

یکی از دونوع ممکن مارتنزیت که در سیستم آلیاژی آهن- نیکل ممکن است شکل بگیرد بستگی به مقدار نیکل در ماده مورد سوال میباشد. در سرعتهای سرد کردن بالا در فولادهای شامل ۵ تا ۱۰ درصد نیکل، و بیش از ۱۰ درصد پایین آوردن سرعت سرد کردن، لازمه شکل گیری مارتنزیت در فولادها می انجامد و شکل گیری کامل ساختار مارتنزیتی را تعیین می کند. در فولادهای شامل ۲۵ درصد نیکل، مارتنزیت لایه ای و بالای ۲۵ درصد مارتنزیت دو قلوبی داریم. مطالعه بر روی آلیاژهای مارجینگ آهن - ۷ درصد کبالت ۵ درصد مولیبدن و ۰/۴ درصد تیتانیوم در (ماریچینگ ۱۸ درصد نیکل ۲۵۰) شامل مقادیر متفاوت نیکل نشان می دهد که یک ساختار مارتنزیتی لایه ای با مقادیر نیکل بیش از ۲۳ درصد بدست می آید .

اگر چه مقادیر نیکل بیش از ۲۳ درصد شکل گیری مارتنزیت دو قلوبی را نتیجه داده است . معمولاً یک ساختار مارتنزیتی لایه ای در فولادهای ماریچینگ ترجیح داده می شود زیرا در مدت پیر سازی این ساختار سخت تر از یک ساختار مارتنزیتی دو قلوبی میباشد.

عملیات حرارتی فولادهای ماریچینگ:

تابکاری انحلالی : تابکاری انحلالی مستلزم حرارت دادن آلیاژی به اندازه کافی، بالای درجه حرارت پایان آستنیت و نگهداری در زمان کافی تا جا گیری عناصر در محلول جامد و سرد کردن آن تا دمای اتاق متداول ترین سیکل عملیات حرارتی برای فولادهای ماریچینگ ۱۸ درصد نیکل ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰ درگیر کردن آلیاژهای در دمای ۸۱۵ درجه سانتیگراد به مدت یک ساعت و سپس سرد کردن آن بوسیله هوا. تولید برای کاربردهای فورجینگ معمولاً در حالت آنیل نشده خریداری می شود زیرا حرارت دادن سیکل تابکاری حرارتی قبلی را خنثی میکند. استفاده از خلا، کنترل گردش هوای اتمسفر، تمام نمک خنثی یا کوره های سیال تخت برای حداقل کردن صدمات سطحی ممکن است مورد نیاز باشد .

اثر زمان و درجه حرارت تابکاری بر خواص پیرسازی: اطلاعات نشان میدهد که بیشترین استحکام در دمای تابکاری انحلالی ۸۰۰ تا ۸۱۵ درجه بوجود می آید. استحکام و انعطاف پذیری پایین تر با درجه حرارت تابکاری از ۷۶۰ تا ۸۰۰ درجه ناشی از انحلال ناقل عناصر سخت کننده میباشد و کاهش استحکام مربوط به درجه حرارت تابکاری انحلالی بالای ۸۱۵ درجه ناشی از درشتی ساختار دانه ها میباشد. سرعت سرد شدن بعد از تابکاری انحلالی از اهمیت کمتری برخوردار است چون اثر کمتری بر خواص زیر ساختاری و مکانیکی دارد.

اصلاح دانه ها بوسیله سیکل حرارتی : سیکل حرارتی فولادهای ماریچینگ بین درجه حرارت پایان مارتنزیت و دمای بسیار بالاتر از دمای تابکاری انحلال می تواند برای اصلاح ساختار دانه هایی که درشت هستند

استفاده شود. این عمل استحاله برشی کم نفوذ، مارتنزیت به آستنیت واز آستنیت به مارتنزیت نیروی محرکه برای تبلور مجدد در حین سیکلهای حرارتی تامین میکند.

پیر سختی:

نوعی پیر سختی بعد از تابکاری انحلالی معمولاً شامل حرارت دادن آلیاژ تا رنج دمایی ۴۵۵ تا ۵۱۰ درجه سانتیگراد و نگاه داشتن در این دما به مدت ۳ الی ۱۲ ساعت وخنک کردن آن در معرض هوا تا دمای اتاق می باشد. استفاده از فولادهای ماریچینگ در کاربردهای مانند ابزارآلات دایکست لازم است استفاده از یک حرارت پیر سازی تقریباً ۵۳۰ درجه سانتیگراد که ساختار متعادلی را فراهم می کند و از نظر حرارتی تثبیت شده است. هنگامی که زمان پیر سازی افزایش پیدا میکند تا جاییکه به نقطه ای می رسیم که سختی واستحکام شروع به کاهش میکند به علت شکل گیری بازگشت آستنیت که معمولاً از ذرات ریز باندهای آستنیت دور دانه ای قبلی شروع میشود.

کار سرد و پیر سازی:

استحکام تسلیم واستحکام نهایی کششی فولادهای ماریچینگ می توانند بوسیله کار سرد قبل از پیر سازی تا ۱۵ درصد افزایش پیدا کنند. بوسیله کار سرد قبل از تابکاری انحلالی ماده بالای ۵۰ درصد کاهش قبل از پیر سازی، نتیجه رسیده است. این سازگاری کمی با انعطاف پذیری وچقرمگی است. از کاهش سرما بیش از ۵۰ درصد باید خوداری شود زیرا ممکن است که پوسته پوسته شدن تولیدات بوجود آید.

نیتزیده کردن:

سختی سطح را می تواند بوسیله نیتزیده کردن فولادهای ماریچینگ در آمونیاک بدست آید. سطح سختی معادل ۶۵ تا ۷۰ راکول سی به عمق ۰/۱۵ میلیمتر بعد از نیتزیده کردن به مدت ۲۴ الی ۴۸ ساعت در دمای ۴۵۵ درجه سانتیگراد میتواند بدست آید. نیتزیده کردن در این دما می تواند همزمان با پیرسختی اتفاق بیافتد. حمام نمک نیتزیده کردن برای ۹۰ دقیقه در دمای ۵۴۰ درجه سانتیگراد بخوبی می تواند این عمل را شکل بدهد اگر چه برای پرهیز از فوق پیر سازی شدن بیش از حد این عمل باید بخوبی کنترل شود. استحکام خستگی ومقاومت به سایش فولادهای ماریچینگ بوسیله نیتزیده کردن بهبود پیدا می کنند.

پخت:

عملیاتی است برای حذف هیدروژن که در دمای پایین بین ۱۵۰ تا ۲۰۰ درجه سانتیگراد قرارمیگیرد. تردی هیدروژن ممکن است در فولادهای ماریچینگ اتفاق بیافتد وقتی که در معرض کارهای الکترومکانیکی مثل آبکاری قرار میگیرد. حذف هیدروژن کار مشکلی است باید در یک سیکل عملیات حرارتی (پخت) بین ۳ تا ۱۰ ساعت قرار بگردد.

سند بلاست موثرترین روش برای حذف اکسید ناشی عملیات حرارتی است . فولادهای ماریجینگ را میتوان بوسیله مواد شیمیائی تمیز کننده مثل اسید شوئی در محلول اسید سولفوریک یا محلول اسید کلریدریک و اسیدنیتریک و اسید هیدروفلوریک . اگر چه باید مراقب بود که بیش از حد اسید شوئی نشود.

نگارندگان: اردشیر دانیالی و رضا بدرام فرد دانشجویان کارشناسی متالورژی - دانشگاه شهید

رجائی

منبع:

دانشنامه مرجع مهندسی ایران

www.smsm.ir

h-Daneshmand.ir