فولادهای پر استحکام پیشرفته

ADVANCED HIGH STRENGTH STEEL(AHSS)

کامبیز رحمانیان پور - پیمان باقری - علی طاهری
(تحقیقات و فناوری شرکت طالبهای صنعتی ایران خودرو)

چکیده:

فولادهای پراستحکام پیشرفته نسل جدیدی از فولادهای پیشرفته می‌باشند که اخیرا در کاربردهای اتومبیل‌سازی کاربرد روزافزونی یافته‌اند. با توجه به پیشرفت صنعت خودروسازی در سالیان اخیر، لزوم بازنگری در طراحی بدنه خودرو احساس می‌شود. لذا طراحان بدنه خودرو بمنظور افزایش موارد ایمنی به سمت استفاده از این فولادها سوق پیدا کرده‌اند. این فولادها علاوه بر استحکام بالا، دارای خواص شکل پذیری و مکانیکی منحصربفرد و قابل توجهی می‌باشند. از این رو زیرساختارهای مهم و انکارناپذیری را در خواص مکانیکی فولادهای پر استحکام پیشرفته ایفا می‌نمایند. از مهمترین این فولادها، فولادهای دو فازی، تغییرفازیافته ناشی از تغییرفرم، چند فازی و مارتنزیتی می‌باشند که به تفصیل در مورد آنها بحث خواهدشد.

مقدمه

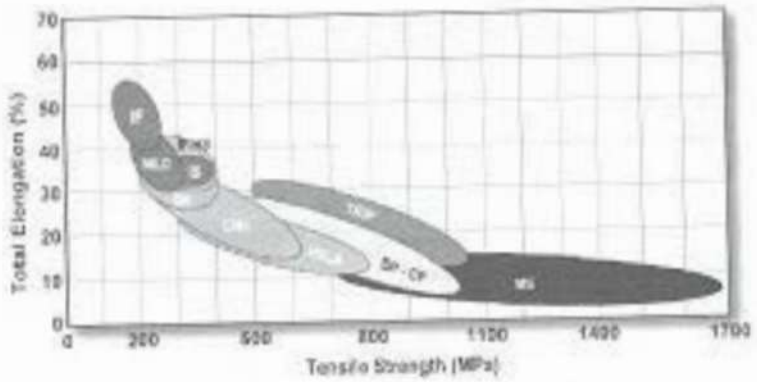
ورقهای فولادی که در صنعت اتومبیل‌سازی مورد استفاده هستند به چند طریق طبقه‌بندی می‌شوند. یکی از روشها بر پایه ساختار میکروسکوپی این فولادها می‌باشد. دسته‌بندی مرسوم فولادها شامل فولادهای کم استحکام (فولادهای نرم)، فولادهای مرسوم HSS (کربن-منگنز، فولادهای بخشدهنده، فولادهای کم آلیاژپراستحکام) و انواع جدید فولادهای AHSS (فولادهای دو فازی، فولادهای تغییر فاز یافته ناشی از تغییر فرم، فولادهای چند فازی و فولادهای مارتنزیتی) می‌باشدهمچنین فولادهای پراستحکام دیگری که در صنعت اتومبیل سازی کاربرد دارند عبارتند از: فولادهای فریتی - بینیتی، فولادهای دو فازی شده ناشی از تغییر فرم، فولادهای نانو و فولادهای پیش شکل داده شده ناشی از عملیات حرارتی.

دومین روش مهم طبقه بندی برای طراحان قطعات، استحکام فولادها می‌باشد. بنابراین در این تحقیق برای طبقه بندی و طراحی تمام فولادهای پراستحکام از دوواژه عمومی HSS و AHSS استفاده می‌کنیم. بیشتر نوشتارهای رایج، گروه بندی فولادها را بر اساس سطح استحکام انجام می‌دهند که این گروه بندی محدوده کوچکی از این فولادها را در برمی گیرد. یکی از این سیستمها دسته‌بندی فولادهای پر استحکام (HSS) بر اساس استحکام تسلیم آنها از ۲۱۰ تا ۵۵۰ مگا پاسکال واستحکام کششی از ۲۷۰ تا ۷۰۰ مگا پاسکال انجام می‌دهد.

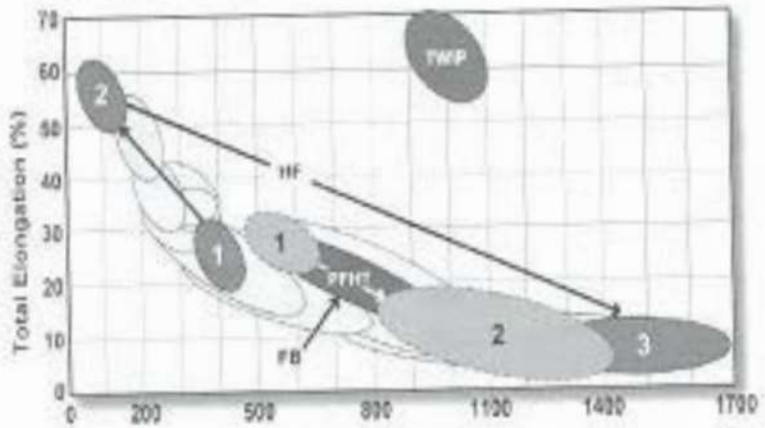
در حالیکه فولادهای پر استحکام اترا (UHSS) دارای استحکام تسلیمی بزرگتر از ۵۵۰ و استحکام کششی بزرگتر از ۷۰۰ مگا پاسکال می‌باشنددر این محدوده‌های قرار دادی، وقتی از یک گروه به گروه دیگر سیر می‌کنیم تغییرات ناپیوسته مشاهده می‌شوند. هر چند اطلاعات نشان می‌دهند که طبقه بندی فولادها بر اساس تغییرات خواص دارای مزیت بیشتری نسبت به طبقه‌بندی براساس استحکام می‌باشد، زیرا هر فولاد دارای محدوده متغیری از استحکام می‌باشد و دسته‌بندی فولادها بر اساس استحکام شاخص خوبی نیست.

سومین روش مرسوم طبقه‌بندی، فولادها را بر اساس خواص مکانیکی یا پارامترهای شکل پذیری، از قبیل ازدیاد طول نسبی کل و ضریب کار سختی یا نسبت انبساط سوراخ دسته‌بندی می کنند. همانطور که از شکل ۱ نمایان است مقدار کل ازدیاد طول نسبی که معیاری از خواص شکل پذیری فولاد است برای انواع مختلف فولاد با ساختار میکروسکوپی متفاوت، مقایسه شده است.

مجله ساخت و تولید منتشر می کند: کتاب ساخت و تولید ایران (بانک اطلاعات صنعتی)
تلفن جذب آگهی: ۸ و ۷ و ۶ ۹۶۰۲۸۹۰۶ ۰۲۱ ۰۹۱۲۱۸۵۹۰۷۸



شکل۱-مقایسه فولادهای AHSS (خاکستری تیره) با فولادهای HSS (خاکستری روشن)



شکل۲

شکل ۱ فولادهای با استحکام کمتر را با رنگ خاکستری تیره و فولادهای HSS را با رنگ خاکستری روشن نشان می‌دهد.

شکل ۲ تعدادی از فولادهای پر استحکام جدید را برای بازار اتومبیل نشان می‌دهد.

شکل‌های ۱و۲ تنها مقایسه نسبی از انواع مختلف فولاد را نشان می‌دهند و نمودارگر خواص ویژه هر فولاد نیستند.

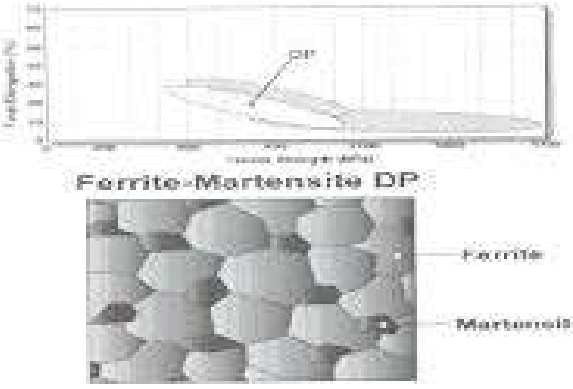
ساختار متالورژیکی فولادهای مرسوم پر استحکام و کم استحکام توسط سازندگان و کاربران این فولادها به خوبی شناخته شده است از آنجاییکه ساختار متالورژیکی انواع مختلف فولادهای AHSS در مقایسه با فولادهای رایج جدید می‌باشند لذا این فولادها مورد بررسی قرار می‌گیرند و ریزساختار این فولادها برای درک عملکرد عالی این فولادها که از خواص مکانیکی عالی و قابل توجه آنهاناشات می‌گیرد مورد تحقیق قرار می‌گیرد.

تمام فولادهای AHSS توسط کنترل سرعت سرد کردن از فاز آستنیت یا از محلول دوفاز آستنیت و فریت تولید می‌شوند. کنترل سرعت سرد شدن در میز نورد گرم(محصولات نورد گرم) یا در قسمت خنک کاری کوره‌های آنیل مداوم (محصولات آنیل شده پیوسته یا محصولات پوشش داده شده به روش غوطه وری گرم) انجام می‌گیرد.

فولادهای دو فازی Dual phase steel (DP)

این فولادها شامل یک زمینه فریتی بهمراه فاز ثانویه و سخت نظیر مارتنزیت (بصورت جزایری داخل فاز فریت) می‌باشند.معمولا با افزایش مقدار فازهای ثانویه و سخت استحکام افزایش می‌یابد فولادهای DP (فریت-مارتنزیت) به وسیله کنترل سرعت سرد کردن از فاز آستنیت (در محصولات نورد گرم)یا با کنترل سرعت سرد شدن از دو فاز فریت+آستنیت (برای محصولات پوشش داده شده به روش غوطه‌وری گرم و محصولات نورد سرد آنیل شده مداوم) تولید

با شرکت در دوره های موسسه ساخت و تولید آینده شغلی خودرا تضمین کنید
اطلاعات بیشتر و ثبت نام در سایت www.irnapen.com



شکل ۲: جوانه‌زنی مارتنزیت در زمینه فریت

می‌شود. در اثر کنترل سرعت سرد کردن مقداری از آستنیت به فریت تبدیل می‌شود و سپس با افزایش سرعت سرد کردن آستنیت باقیمانده به مارتنزیت تبدیل می‌شود.

شکل ۳ نشان‌دهنده ریز ساختار فولاد DP متشکل از فریت و مجوانی مارتنزیت می‌باشد.

فاز نرم فریت معمولاً به صورت پیوسته است تا فولادها دارای جوشکاری و تغوّلات پذیری خوبی می‌باشد. چنانچه مقدار فریت در فولادهای DP کاهش در فاز فریت که پیوسته جزایر مارتنزیتی احاطه شده مشترک می‌شود و باعث بوجود آمدن سرعت کار سختی بالا و یکنواختی در این فولادها می‌شود. سرعت کار سختی و ازدیاد طول نسبی عالی در فولادهای DP دلیت افزایش استحکام کششی این فولادها نسبت به فولادی از نوع استحکام تسلیم مشابه می‌شود.

فولادDP سرعت کار سختی اولیه و استحکام کششی نهایی بالاتری نسبت استحکام تسلیم به استحکام کششی پایین‌تری را نسبت به نمونه فولادی HSLA با استحکام تسلیم مشابه از خود نشان می‌دهند.

یکی از مزیت‌های مهم و بر جسته فولادهای DP و دیگر فولادهای AHSS قابلیت سخت شدن پوسته بعد از عملیات است در این فولادها ذوب شده پس از عبور از ناحیه بالای بحرانی افزایش استحکام نسبتاً قبل از پیش گرمایش (کار سختی ناشی از تغییر فرم در طی فرآیند برشکاری) با دیگر فولادهای پوسته‌ای مشابه می‌شود میزان از فولادهای پخته شده به علت تغییرات حرارتی و ترکیب شیمیایی این فولادها بستگی دارد.

در فولادهای DP کرین تشکیل مارتنزیت را در حرارت‌های مورد کرین عملی امکان می‌سازد و باقیمانده آستنیت سختی پذیری

فولاد می‌شود.

منگنز و سیلیسیم و آلیاژهای دیگر نیز با ترکیب شده و به افزایش سختی پذیری کمک می‌کنند. قسمتی کرین باعث استحکام ماریتزیت و استحکام دهنده محلول جزیت می‌شود گوگرد و فسفر نیز باعث افزایش استحکام نیز جزیت می‌شوند عناصر آلیاژی باید به دقت جزیی شوند تا علاوه بر ایجاد خواص مکانیکی مطلوب قابلیت جوشکاری خطوط آن را مطلوب بالا را فراهم نمایند.

فولادهای تغییر فاز یافته ناشی از تغییر فرم(TRIP)
Transformation – Induced plasticity steel

در ریزساختار فولادهای TRIP، آستنیت باقیمانده در زمینه فریت نرم و حداقل پنج درصد از مقدار آستنیت باقیمانده فازهای سخت از قبیل مارتنزیت و بینیت موجود می‌باشند.

فولادهای TRIP نیازمند نگه داری هم دما در دماهای متوسط می‌باشند که باعث به وجود آمدن مقداری بینیت می‌شود مقدار بالای سیلیسیم و کرین در فولادهای TRIP سبب ایجاد مقدار قابل ملاحظه‌ای آستنیت باقیمانده در ریزساختار نهایی می‌شود. ریز ساختار این فولاد در شکل ۴ نشان داده شده است در حین تغییر فرم بر اثر گذرگی فازهای نرم پیوسته سخت در فریت نرم باعث ایجاد سرعت کار سختی بالا همانند فولادهای DP می‌شود.

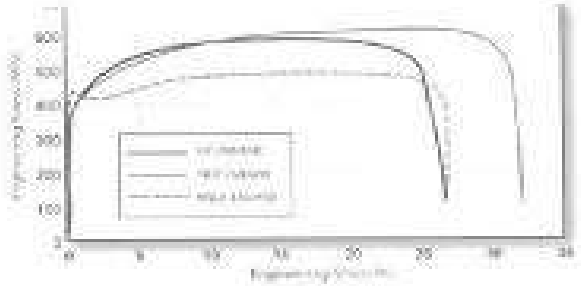
هزینه در فولادهای TRIP، نسبت بقیه‌ی دیگر تصاعدی در اثر افزایش کرین به مراتب تعدیل می‌شود. افزایش سرعت کار سختی در سطوح بالای کرنش افزایش می‌یابد. این امر در شکل ۵ (فاصله بین وکرنش مهندسی فولادهای DP، HSLA، TRIP) نشان داده شده است.

فولادTRIP سرعت کار سختی اولیه پایین‌تری نسبت به فولاد DP دارد ولی در کرنشهای بالاتر سرعت کارسختی ثابت می‌ماند در حالیکه کارسختی فولادهای DP در سطوح بالای کرنش کاهش می‌یابد.

سرعت کار سختی فولادهای TRIP بیشتر از فولادهای HSS که دارای خاصیت کشسانی خوبی هستند می‌باشد سرعت کارسختی بالای این فولادها از ویژگی‌های بزرگ این فولادها به شمار می‌آید که طراحان عضو طراحی قطعات از این مزیت استفاده می‌کنند. شاید سرعت کارسختی و حفظ آن در کرنشهای زیاد در این فولادها نسبت مزیت آنها نسبت به فولادهای DP مخصوصا تحت شرایط کرنشهای شدید(در موارد کششی شدید) پی‌برد.

فولادهای TRIP دارای مقاومت‌بالاتری کرین نسبت به فولادهای DP می‌باشند که این مقدار کرین باعث پایداری آستنیت باقیمانده تا زمانی که محیط می‌شود. عناصر سیلیسیم و آلومینیوم به مقادیر زیاد مانع شکل گیری فریت دانه‌ای و همچنین کمک به

مجله ساخت و تولید منتشر می کند: کتاب ساخت و تولید ایران (بانک اطلاعات صنعتی)
تلفن جذب آگهی: ۸ و ۶۶۰۳۸۸۰۶-۰۲۱ ۰۹۱۲۱۵۵۹۰۲۶



شکل ۵- رفتار کشش و ترکش مهندسی فولادهای DP ،HSLA و TRIP

فولادهای چند فازی Complex phase steel (CP)

فولادهای CP نوعی از فولادهای تحول یافته با استحکام کششی بالاست و در ساختار فولادهای CP مقدار مقادیر کوچکی از مارتنزیت نگهداشته و پرلیت اصلا دیده نمی‌شود. باینت می‌تواند توسط مقدار محدود با رسوب میکرو آلیاژهای Cb، Ti ساختار زمینه موجود می‌باشد. در مقایسه با فولادهای DP و در مقادیر برابر استحکام کششی (۸۰۰ مگا پاسکال و بالاتر) دارای استحکام تسلیم بالاتری هستند.

فولادهای مارتنزیتی Martensitic steel (MS)

برای تولید فولادهای MS با مقاومت بالا از خنک‌کردن در حلال‌ها و آب یا محلول عملیات کوینچ در قسمت خنک‌کاری کوره استفاده می‌شود. کوینچ می‌شود تا تمام آستنیت موجود به مارتنزیت تبدیل شود. این فولادها ضخامت حداقل مقادیر کوچکی فریت و باینت می‌باشند در مثال فولادهای چند فازی فولادهای MS بیشترین استحکام کششی را دارا بوده استحکام کششی آنها ۱۷۰۰ مگا پاسکال می‌رسد. فولادهای مارتنزیتی به منظور بهبود جوشکاری معمولا تحت عملیات کوینچ تمپر قرار می‌گیرند عملیات کوینچ تمپر سبب شکل‌پذیری مناسب این فولادها می‌گردد که برای استحکام‌های خیلی بالا می‌شود.

منابع:
1-Courtesy of ArcelorMittal ARCELOR
2-American Iron and Steel Institute, Advanced high strength steel
3-International Iron and Steel Institute, ultra high steel Auto body (2005)
4-Body structure, Automotive sheet steel stamping process, Auto steel

خم و برش CNC
سفارش انواع خم و برش
● سفارش ساخت انواع تابلو برق
● سفارش ساخت انواع جعبه فلزی
● سفارش ساخت انواع پایه چراغهای اعکاسی پارکی
● سفارش ساخت انواع پایه های ۶و۸ وحیص
تلفن: ۷۷۹۲۱۳۶۸ (۰۲۱)
فکس: ۷۷۹۴۶۵۰۸ (۰۲۱)
همراه: ۰۹۱۲۱۹۵۶۹۹۸ (آقای میرعلی)

با شرکت در دوره‌های موسسه ساخت و تولید آینده شغلی خود را تضمین کنید
اطلاعات بیشتر و ثبت نام در سایت www.irmpo.com