

نوردکاری فولاد چیست؟

بررسی تاریخچه نورد

پایگاه خبری تحلیل فولاد مرکز آهن

نوردکاری فولاد چیست؟



بررسی تاریخچه نورد

اگرچه نورد سرد فلزات غیرآهنی از اوایل قرن چهارم میلادی به صورت پراکنده مورد استفاده قرار می گرفت اما تاریخچه نورد آهن آلات به نیمه قرن هفدهم میلادی باز می گردد، هرچند پیش از آن از غلتک برای صاف کردن و فشردن مواد استفاده می شد ولی ایده استفاده از غلتک به منظور ایجاد کاهش در سطح مقطع فلز در این دوره به وجود آمد. بدین گونه که دو غلتک چدنی در میان یک چهارچوب چوبی قرار داده می شد و نورد بر روی فلزاتی از قبیل قلع و سرب انجام می گرفت.

در طی قرن های هفده و هجده میلادی نورد گرم به گونه ای چشمگیر در شکل دهی فلز آهن مورد توجه قرار گرفت. در اواخر قرن هفدهم از غلتک های تخت برای تبدیل مقاطع مربعی شکل به ورق استفاده شد. تا ابتدای قرن هجدهم به دلیل تامین نیروی مورد نیاز نورد توسط آب، استفاده از غلتک هایی با ابعاد کوچک رایج بود اما در قرن هجدهم و با اختراع ماشین بخار و در نتیجه از بین رفتن تنگنای تامین نیرو استفاده از غلتک های بزرگ مورد توجه قرار گرفت. صنعت نورد به سرعت گام های تکاملی خود را پیمود به گونه ای که امروزه فرآورده های نورد و به ویژه آهن آلات به مهم ترین فرآورده های فلزی جهان تبدیل شده اند.

مراحل فرآیند نورد

مراحل نورد به صورت زیر می باشد.

- ریخته گری پیوسته شمش

در اولین مرحله نورد با استفاده از روش ریخته گری پیوسته تختال هایی به طول ۴٫۵ تا ۱۰ متر و ضخامت ۲۰ سانتی متر تولید می گردند. پس از ریخته گری تختال به واحد خنک کننده منتقل می گردد تا دمای آن به دمای محیط نزدیک شود.

- نورد گرم

هدف از نورد گرم تولید ورق با ابعاد معین، شکل دلخواه، خواص مطلوب و صافی سطح مورد نیاز از یک تختال با ابعاد مشخص می باشد. دلیل اصلی استفاده از نورد گرم مقاومت کم آهن آلات در مقابل تغییر شکل در درجه حرارت بالاست. فولاد کم کربن در دمای بالاتر از ۸۹۰ درجه سانتی گراد در فاز آستنیت قرار دارد. در صورتی که تمامی تغییرات در فاز آستنیت انجام شود می توان گفت که فرآیند نورد به صورت همگن خواهد بود. با توجه به اینکه دمای خروجی تختال از کوره پیش گرمکن به تلفات حرارتی حین عملیات نورد وابسته است، بنابراین تختال می بایست در کوره به دمایی برسد تا با دمایی بیش از ۸۹۰ درجه سانتی گراد از آخرین مرحله نورد نهایی خارج شود.



- کوره پیش گرمکن

در کوره پیش گرمکن تختال با نرخ معین حرارت داده می شود تا به دمای مورد نیاز در نورد گرم برسد. در طول این مدت برای جلوگیری از ناهمگونی در تغییر شکل توزیع دما در تمامی نقاط تختال می بایست به گونه ای یکنواخت باشد. بدین منظور از کوره های هم دماساز استفاده می شود تا دمای تختال در هنگام خروج از کوره به گونه ای یکنواخت در آید. این دما به ابعاد تختال، شرایط نورد، نوع فولاد، تعداد مراحل نورد، دمای ورق در مرحله پایانی و عوامل دیگر بستگی دارد. این دما برای فولاد کم کربن در حدود ۱۳۰۰ درجه سانتی گراد می باشد. نکته مهم در طی این مرحله مدت زمان نگهداری تختال در کوره پیش گرمکن می باشد زیرا طولانی شدن این زمان علاوه بر اتلاف انرژی باعث خوردگی بیش از اندازه تختال و حتی سوزاندن کربن موجود در آهن آلات می گردد. تختال پس از خروج از کوره پیش گرمکن پوسته زدایی می گردد تا قابلیت ورود به مراحل بعدی نورد را داشته باشد.

- نورد مقدماتی خشن

به منظور تولید ورق لازم است تا در ابتدا ضخامت تختال ریخته گری شده در طی ۲ تا ۳ مرحله نورد مقدماتی کاهش یابد. ضخامت تختال در این مرحله از ۲۵۰ الی ۳۵۰ میلی متر به ۲۵ الی ۳۵ میلی متر کاهش می یابد. این عملیات عموماً توسط قفسه های رفت و برگشتی یونیورسال انجام می گیرد. پس از خروج تختال از مرحله نورد مقدماتی تختال مجدداً پوسته زدایی (اکسیدزدایی) می گردد. دما در این مرحله تا حدود ۱۱۰۰ درجه سانتی گراد کاهش می یابد.

- میز انتقال

در کارخانه نورد گرم با آرایش همزمان برای هماهنگی و جلوگیری از برخورد تختال های عبوری از یک میز انتقال در فاصله میان مراحل نورد مقدماتی و نهایی استفاده می شود. استفاده از این میز باعث هماهنگ شدن سرعت بالای تختال در هنگام نورد مقدماتی و سرعت پایین آن در مرحله قیچی و اولین نورد نهایی می شود. با توجه به طول زیاد میز انتقال اتلاف حرارت قابل توجهی از سطح تختال صورت می گیرد که باعث ناهمگونی دما در تختال و در نتیجه کاهش مرغوبیت آهن آلات تولیدی، افزایش استهلاک قطعات، افزایش هزینه سوخت، کاهش راندمان کارخانه و افزایش آلودگی محیط زیست می گردد. با توجه به این مساله اتلاف حرارت در چند دهه اخیر مورد توجه محققان قرار گرفته است. آن ها روش های مختلف را برای کاهش اتلاف انرژی در فاصله نورد مقدماتی و نهایی به کار گرفته اند.

تختال پس از عبور از میز انتقال وارد مرحله نورد نهایی می شود.

- نورد نهایی

تختال عبوری از میز انتقال به منظور تولید ورق به سمت قفسه های نورد نهایی فرستاده می شود. معمولاً این خط از ۶ تا ۷ قفسه تشکیل شده است که در آن ضخامت ورق به ۱٫۸ تا ۳ میلی متر کاهش می یابد. دمای ورق در خروج از نورد نهایی تا حدود ۹۰۰ درجه سانتی گراد کاهش می یابد. پس از اتمام عملیات نورد نهایی ورق به واحد خنک کاری وارد می گردد. عملیات خنک کاری به این دلیل بر روی ورق انجام می گیرد تا در هنگام کلاف پیچی لایه های ورق به یکدیگر جوش نخورند. کم کردن دمای ورق با پاشیدن جریان آب در قسمت سردکننده انجام می گیرد تا درجه حرارت ورق به ۶۵۰ درجه سانتی گراد کاهش یابد. در این دما ورق توسط دستگاه کلاف پیچ به صورت کلاف های استوانه ای در می آید.

کلاف ها توسط سیستم حمل کلاف به انبار منتقل و تا رسیدن به دمای محیط در آن نگهداری می شوند. پس از آن کلاف ها به واحد تکمیل نورد گرم یا نورد سرد تحویل می گردند.

- اسیدشویی

به دلایل زیر اسیدشویی بر روی ورق های تولیدی از نورد گرم می بایست انجام پذیرد:

۱ - به دلیل جدا شدن لایه های اکسید از سطح، ورق دارای ظاهری بهتر و سطحی با کیفیت مرغوب تر خواهد شد.

۲ - پوسته های اکسیدی روی سطح ورق سخت و ضد سایش می باشند. بنابراین در صورتی که ورق ها بدون اسیدشویی وارد مرحله نورد سرد شوند موجب افزایش استهلاک غلتک های نورد می گردند. از این رو ورق می بایست پیش از ورود به مرحله نورد سرد تحت عملیات اسیدشویی قرار گیرد.

- نورد سرد

به دلیل کاهش بیشتر ضخامت و دستیابی به خواص مکانیکی بهینه، ورق های تولید شده در واحد نورد گرم پس از اسیدشویی تحت عملیات نورد سرد قرار می گیرند. نورد سرد متوالی مرسوم به تاندم به صورت ۴ تا ۶ قفسه ای و اخیرا به صورت رفت و برگشتی ۲ تا ۳ قفسه ای انجام می گیرد. در فرآیند نورد سرد ضخامت ورق بین ۲۵ تا ۹۰ درصد کاهش می یابد. ورق های تولید شده با ضخامت های گوناگون ۰.۱ تا ۶ میلی متر به شکل کلاف یا ورق تهیه می شوند.

- عملیات حرارتی

ساختار نهایی آهن آلات در ویژگی های فیزیکی و مکانیکی آن ها تاثیر بسزایی دارد. بنابراین برای دستیابی به خواص مکانیکی بهینه و آرایش یکنواخت ورق، کلاف تحت عملیات حرارتی قرار می گیرد. کلاف ها به صورت دو یا سه تایی روی یکدیگر قرار گرفته و یک پوسته استوانه ای شکل روی آن ها قرار می گیرد. سپس کلاف ها تحت عملیات حرارتی قرار می گیرند. پس از حرارت دهی کلاف ها به آرامی سرد می گردند.

- نورد پوسته ای

هدف از نورد پوسته ای ایجاد کار اندک در ورق می باشد تا در آن چقرمگی و مقاومت مکانیکی افزایش یابد. در این مرحله تغییر شکل پلاستیک بسیار کمی بر ورق اعمال می گردد. این موضوع به همراه کنترل دقیق ضخامت

موجب می شود تا صافی سطح ورق افزایش یابد و ناصافی ایجاد شده در ورق در طی مراحل قبل به حداقل ممکن
برسد.