

ورق سرد چیست؟

تعریف ورق سرد و انواع آن
پایگاه خبری تحلیل فولاد مرکز آهن

اصفهان - خیابان امام خمینی - چهار راه شریف - مجتمع الماس - طبقه ۵ - واحد ۵۱۵ | مرکز آهن

ورق سرد چیست ؟



تعریف ورق سرد و انواع آن

به طور کلی می توان سامانه های نورد را به دو دسته نورد سرد و نورد گرم تقسیم کرد که در ادامه توضیح مختصری داده شده است. به طور کلی برای تهیه محصولاتی با پرداخت سطح خوب و ابعاد دقیق مانند ورق گالوانیزه ، تسمه، میله و لوله فلزی آن ها را در حالت سرد نورد می کنند. به علت اندازه کوچک تر و استحکام بیشتر ماده (در مقایسه با نورد گرم) قسمت عمده نورد سرد با غلتک های ۴ طبقه و خوشه ای یا اقماری تهیه می شود. بنابراین ورق سرد به ورق هایی اطلاق می شود که توسط نورد سرد ایجاد شده و ورق سیاه (ورق گرم) به ورق های تولیدی توسط نورد گرم گفته می شود.

کاربرد ورق سرد

در صنعت ورق هایی با ضخامت بالا توسط نورد سرد به ضخامت های پایین تر تبدیل شده و به همین دلیل کیفیت ظاهری ورق های تولیدی با نورد سرد اعم از ورق گالوانیزه و ورق روغنی بسیار مناسب می باشد. به دلیل کیفیت ظاهری مناسب اکثر کاربرد این ورق ها در کارهای مربوط به ظاهر می باشد. از جمله آن ها می توان به صنعت خودروسازی، مبلمان اداری، لوازم خانگی، ساخت انواع قفسه، ساخت پانل های غیر قابل انعطاف، مصالح ساختمانی اشاره کرد.



مزایای استفاده از ورق سرد

مهمترین مزیت ورق گالوانیزه و ورق روغنی که ورق سرد نامیده می شوند مقاومت فوق العاده این ورق ها در برابر فشارهای بالا می باشد. در عمل مهندسان ساختمان برای ساخت مصالحی با مقاومت بالا و استفاده از متریکال کمتر از این نوع محصولات استفاده می کنند. با این ها مقاومت بالا تنها خصوصیات بارز این دسته از ورق ها نبوده و تنوع بالا در رنگ و اندازه سبب شده که این این محصولات در تولید انواع بسیاری محصولات اعم از صنعت خودرو تا لوازم خانگی و مصالح ساختمانی مورد استفاده قرار گیرند.

ابعاد ورق سرد موجود در بازار

ورق های سرد موجود در بازار اعم از ورق گالوانیزه و روغنی به صورت استاندارد دارای عرض بین ۱۲۵-۱۰۰ سانتی متر و ضخامت ۰.۳-۳ میلی متر می باشند. به طور کلی این ورق ها در اندازه های متفاوتی تولید گردیده و پس از پردازش شکل ظاهری آن ها تغییری نمی یابد.

دسته بندی ورق سرد

ورق سرد بسته به نوع آلیاژ به کار رفته در آن به سه دسته تقسیم بندی می گردد.

- معمولی St12
- نیمه کشش St13
- فوق کشش St14

انواع ورق سرد موجود در بازار

ورق های سرد موجود در بازار شامل:

ورق روغنی : ورق روغنی در بازارهای تجاری به ورق سرد شهرت دارد. علت اصلی نامگذاری این ورق شکل ظاهری آن می باشد که آن را از دیگر ورق ها متمایز می سازد. این دسته از ورق ها با تکنولوژی نورد سرد تولید می شود و به دلیل حفاظت و جلوگیری از زنگ زدگی روی آن روغنی به عنوان محافظ زده می شود تا زمانی که به مشتری تحویل داده می شود از زنگ زدگی آن جلوگیری گردد.

جهت ارتباط با کارشناس
فروش انواع ورق روغنی

۰۳۱ ۳۵۱۵۵

داخلی ۱۳۹-۱۳۲

@Markazeahan



ورق گالوانیزه: ورق روغنی پایه تولید ورق گالوانیزه می باشد که با استفاده از روش های مختلف پوشش دهی بر روی آن پوشش گالوانیزه افزوده می شود. پوشش گالوانیزه پوششی از فلز روی بوده که از خوردگی ورق جلوگیری می نماید. ورق گالوانیزه در صنعت در ضخامت های ۰.۵-۸ میلی متر در کارخانجاتی از جمله فولاد مبارکه اصفهان تولید می گردد.

ورق گالوانیزه رنگی: ورق گالوانیزه پایه تولید ورق رنگی بوده که با تکنولوژی های مختلف رنگ های متنوع به صورت پیش رنگ کوره ای به آن افزوده می شود. کاربرد عمده این ورق ها بیشتر در پوشش سقف شیروانی، خودروسازی، یخچال سازی و نمای خارجی ساختمان ها می باشد.

تشریح کلی فرایند نورد سرد

آشنایی با فرایند نورد سرد

ورق حاصل از نورد گرم می تواند به عنوان یک محصول خاتمه یافته به بازار عرضه شده مورد استفاده قرار گیرد و لیکن در صنایعی نظیر اتومبیل سازی، صنایع خانگی و غیره نمی توان از این نوع محصولات استفاده نمود. به همین دلیل الزامی است که عملیاتی نظیر نورد سرد روی این نوع ورق ها انجام گیرد به این صورت که ورق های حاصل از نورد گرم پس از شسته شدن در اسید (جهت اکسید زدایی) و عبور از چند قفسه چهار غلتکی کاهش ضخامت پیدا می کنند.

کاهش ضخامت ورق در نورد سرد خصوصاً ورق گالوانیزه و روغنی به وسیله یک یا چند قفسه نورد رفت و برگشتی و یا چند قفسه نورد تاندم (سلسله ای) صورت می گیرد. هر قفسه نورد شامل یک چارچوب فولادی است که یاتاقانهای غلتک ها در آن جای گرفته است و نیروی وارد شده به یاتاقانها و حاصل از نیروی نورد را تحمل می کند. به منظور کاهش نیرو و توان، افزایش دقت و یکنواختی ضخامت ورق های نازک از قفسه های چهار غلتکه استفاده می شود.

این قفسه ها شامل غلتک کاری و غلتک پشتیبان است. غلتک های کاری با قطر کمتر به صورت مستقیم با ورق در تماس هستند و غلتک های پشتیبان با قطر بزرگ تر به منظور جلوگیری از انحراف غلتک های کاری و خمش آن ها استفاده می شوند.



بخش های مختلف خط نورد

بخش های اصلی خط نورد عبارتند از

- ۱ - ریخته گری: در این مرحله شمش هایی به طول تقریباً ۱۰ متر و ضخامت ۲۰ سانتی متر تولید می شود.
- ۲ - کوره پیش گرم: در کوره پیش گرم شمش به دست آمده از مرحله ریخته گری پیوسته را طوری گرم می کنند تا در شمش دمای یکنواختی ایجاد شود. دمای یکنواخت باعث می شود که شمش در حین فرایند نورد گرم تغییر شکل ناهمگون ندهد. ضمناً باعث کاهش شدید نیرو و گشتاور لازم برای نورد می شود.
- ۳ - نورد گرم: نورد گرم شامل دو قسمت است:
 - الف) نورد گرم رافینگ: در این قسمت از نورد گرم به وسیله نورد گرم سنگین و به کمک کاهش های بزرگ در سطح مقطع، شمش را به تختال تبدیل می کنند. این قسمت معمولاً توسط دستگاه رفت و برگشتی یونیورسال انجام می گیرد.
 - ب) نورد گرم فینیشینگ: در این قسمت تختال ایجاد شده در قسمت رافینگ به ورق هایی با ضخامت تا ۶ میلی متر تبدیل می شود. اگر ورق ها نیاز به نورد سرد و افزایش کیفیت سطح نداشته باشند بعد از این مرحله قیچی زنی می شوند. در غیر این صورت به شکل کلاف پیچ در آمده و وارد خط نورد سرد می شوند.
- ۴ - اسیدشویی: ورق به دست آمده از نورد گرم به جهت افزایش کیفیت سطح و آماده شدن جهت انجام فرایند نورد سرد و پوسته زدایی برای کاهش سایش غلتک ها وارد این مرحله می شوند.
- ۵ - نورد سرد: بعد از مرحله اسیدشویی، کوئل به جهت افزایش کیفیت سطح، کاهش ضخامت و دستیابی به خواص مکانیکی مورد نظر وارد خط نورد سرد می شود که حاصل آن کوئل هایی با ضخامت کمتر و دقت و کیفیت

بالتر به صورت کلاف یا ورق گالوانیزه و روغنی است. در این مرحله عملیات تغییر شکل در دمای زیر دمای تبلور مجدد صورت می گیرد که به همین دلیل به آن نورد سرد گویند.

۶- آنیلینگ: برای افزایش خواص مکانیکی فلز و رسیدن به محصولی یکنواخت تر پس از نورد سرد به دلیل اینکه عملیات های مختلفی روی ورق گالوانیزه و روغنی انجام شده است روی کلاف عملیات حرارتی انجام می شود.

۷- تمپر میل: برای حذف تغییر شکل های ناخواسته و تولید ورقی صاف ورق ها با ضخامت بیش از ۰.۵ میلی متر وارد این بخش می شوند.

وجود اصطکاک برای تغییر شکل ورق هنگام فرایند ضروری است به طوری که عمده انرژی لازم برای نورد به وسیله تنش برشی از غلتک ها به ورق انتقال می یابد. اگر اصطکاک بین ورق ها و غلتک ها از حدی کمتر باشد عمل ربایش ورق توسط غلتک صورت نمی گیرد و غلتک ها به روی ورق می لغزند. اصطکاک بیش از اندازه نیز سبب پایین آمدن کیفیت سطح کار می شود. در اصطکاک زیاد ممکن است ورق در نقاطی به طور کامل به غلتک بچسبد و اصطلاحاً جوش موضعی پدید آید که باعث پایین آمدن کیفیت محصول می شود.

از سوی دیگر اصطکاک بیش از اندازه تولید حرارت را افزایش داده و این حرارت باعث بالا رفتن دمای ورق می شود و به این سبب انواع عیوب در ساختار ورق ظاهر می شود. تجربه و آزمایش همچنین تحلیل تنش در ناحیه تغییر شکل فضای بین دو غلتک نشان داده است که افزایش اصطکاک بین غلتک و قطعه کار، فشار غلتک را افزایش می دهد که این افزایش فشار خود عامل افزایش تغییر شکل غلتک ها می شود.

همین عامل امکان ایجاد ورق هایی با ضخامت پایین را از میان می برد. از طرف دیگر اصطکاک زیاد باعث بالا رفتن مصرف انرژی در تولید شده و با توجه به حجم تولید در این صنعت عاملی نامطلوب به حساب می آید. کلیه این عوامل لزوم بهره گرفتن از روانکاری مناسب را نشان می دهد.



مراحل تولید ورق گالوانیزه و روغنی فولاد مبارکه

مجتمع فولاد مبارکه در سال ۱۳۶۰ با توجه به نیاز داخلی کشور به منظور تولید محصولات فولادی احداث شد و با تلاش مهندسان داخلی در سال ۱۳۷۰ به بهره برداری رسید. یکی از خطوط مهم این کارخانه خط تولید محصولات نورد سرد اعم از ورق گالوانیزه فولاد مبارکه و ورق روغنی شده است. این خط دارای قسمت های مختلفی است و مهمترین قسمت آن که به عنوان قلب قسمت نورد سرد شناخته می شد خط نورد سرد پنج قفسه مداوم است.

در سال ۷۹ با توجه به نیاز گسترده بازار جهانی به محصولات فولادی، مجتمع فولاد مبارکه تصمیم به افزایش تولید محصولات خود کرد که در همین راستا می بایست اصلاحاتی در خطوط تولید خود ایجاد می کرد. این اصلاحات در خط نورد سرد پنج قفسه با اضافه کردن تجهیزاتی در ابتدای خط برای پیوسته کردن فرایند نورد صورت گرفت تا بتوان تولید ورق نورد سرد شده را افزایش داد. سرانجام در سال ۸۵ خط تولید جدید با ظرفیت ۱۵۰۰۰۰ تن در سال به بهره برداری رسید.

معرفی واحد نورد دو قفسه ای مجتمع فولاد مبارکه

واحد نورد دو قفسه ای مجتمع فولاد مبارکه یکی از واحدهای بخش نورد سرد این مجتمع می باشد. هدف از این واحد کاهش ضخامت ورق در درجه حرارت محیط است. ورق ها به صورت کلاف هایی که معمولاً دارای ضخامت دو میلی متر هستند به این واحد وارد می شوند. این کلاف ها محصول خروجی نورد گرم هستند که پس از عبور از واحد اسیدشویی به این واحد آورده می شوند. در این خط کلاف پس از باز شدن توسط دستگاه کلاف باز کن از دو قفسه چهار طبقه به صورت رفت و برگشتی طی دو یا سه مرحله عبور می کند و از ۶۰ تا ۹۰ درصد کاهش ضخامت پیدا می کند.

ورق خروجی از قفسه دوم در هر مرحله توسط کلاف جمع کن به صورت کلاف در می آید. کلاف جمع کن هر مرحله نقش کلاف باز کن را در مرحله بعد که به صورت معکوس انجام می پذیرد بازی می کند. در این واحد ضخامت ورق خروجی می تواند تا ۰٫۱۸ میلی متر کاهش پیدا کند. محدوده عرض ورق هایی که در واحد نورد دو قفسه ای نورد می شوند ۶۲۰ تا ۱۲۵۰ میلی متر است. محصول خروجی از این واحد به یکی از واحدهای قلع اندود، ورق رنگی، ورق گالوانیزه و یا واحد بازپخت و ادامه سیکل نورد ارسال می گردد.

کلاف ها در این واحد طی دو یا سه مرحله کاهش ضخامت پیدا می کنند. تعداد مراحل بسته به ضخامت خروجی و مطابق با جدول تنظیمات فروکاست تعیین می گردد. دو استراتژی مختلف برای تعیین تعداد مراحل وجود دارد: استراتژی کیفیت یا استراتژی تولید.

در مجتمع فولاد مبارکه هر دو عملیات نورد گرم (جهت تولید ورق سیاه) و نورد سرد (جهت تولید ورق روغنی ، ورق گالوانیزه و رنگی) بر روی ورق های فولادی انجام می شود که عملیات نورد سرد در واحد نورد سرد انجام می پذیرد. این واحد از چندین خط مجزا تشکیل شده که عبارتند از:

- خطوط اسیدشویی
- واحد تاندم میل (نورد پنج قفسه ای)
- واحد نورد دو قفسه ای
- واحد شستشوی الکترولیتی
- واحد تمپر میل
- واحد قلع اندود
- کارگاه غلتک



خط نورد سرد پیوسته

با توجه به پیشرفت کشور در طول سالیان متمادی و افزایش تقاضا برای محصولات نورد شده، مدیران اجرایی فولاد مبارکه تصمیم به گسترش واحد نورد سرد ۵ قفسه ای این مجتمع به منظور افزایش تولید گرفتند. زیرا در خط قبلی زمان زیادی برای آماده سازی کلاف به هدر می رفت که با از بین بردن این زمان، امکان افزایش تولید فراهم می شد. به همین منظور باید زمان مرده در تولید حذف می شد و نهایت استفاده از زمان برای نورد انجام می گرفت. پس از انجام مشورت های لازم با شرکت طراح، این شرکت طرحی ارائه کرد که براساس آن یک سیستم تغذیه در ورودی نورد در نظر گرفته شده بود که بتواند با پیوسته کردن ورق، عمل نورد به صورت مداوم انجام گیرد.

برای افزایش تولید، ورق می بایست به صورت مستمر وارد خط می شد و با توجه به اینکه حداکثر سرعت نورد، سرعت خاصی است باید یک سیستم کلاف باز کن با سرعت بیشتری از سرعت نورد تعبیه می شد تا با سرعت بالاتری حلقه تغذیه را پر نماید و زمانی که حلقه تخلیه می شود، در قسمت ورودی کلاف های بعدی به هم جوش داده شوند.

این سیستم تغذیه به این صورت طراحی شده است که در ابتدای آن دو مکانیزم کلاف باز کن برای باز کردن ورق اسیدشویی شده قرار گرفته است. پس از آن دو قیچی برای برش سر و انتهای ورق قرار دارد و سپس گران ترین تجهیز این خط، که یک دستگاه جوش لیزری ۵ میلیون دلاری است، قرار گرفته است که وظیفه جوش دادن انتهای یک کلاف را به ابتدای کلاف بعدی، برای پیوسته کردن آن ها بر عهده دارد. پس از آن یک حلقه برای ذخیره ورق تعبیه شده است. این حلقه در ۸ ردیف قابلیت ذخیره سازی ۱۰۰۰ متر ورق را دارا می باشد. پس از آن ورق وارد قفسه های نورد می شود و در انتها توسط کلاف جمع کن ورق کوئل می شود.

مزیتی که استفاده از این خط جدید نسبت به خط قبلی ایجاد می کند از بین بردن زمان های مرده خط است. زیرا خط تولید قبلی دارای یک سیستم کلاف باز کن در ورودی قفسه های نورد بود که کلاف بعد از انتقال بر روی آن باز می شد و پس از نورد در خروجی قفسه ها توسط سیستم کلاف جمع کن بسته می شد. پس از اتمام کلاف ورودی یک کلاف دیگر جایگزین می گردد و عملیات از سر گرفته می شود.

معایب سیستم نورد سرد فولاد مبارکه

این سیستم دارای معایب زیر بود

زمان بسیاری صرف انتقال کوئل بر روی سیستم کلاف باز کن و هدایت کردن سر ورق به درون خط نورد می شد. برای اینکه سیستم نورد بتواند داده های نورد را با مقدار واقعی هماهنگ کند مدت زمانی صرف می شد که این سبب صحیح نورد نشدن ابتدا و انتهای ورق می شد.

هدایت ابتدا و انتهای ورق به داخل ۵ قفسه نورد و جلوگیری از صدمه زدن سر و انتهای ورق به غلتک های کاری، کار بسیار دشوار و زمانبری می باشد.

توقف و حرکت سیستم نورد باعث ایجاد نوسانات شدید و شوک در کل مجموعه می شود. همچنین سرد و گرم شدن غلتک ها در زمان نورد و یا توقف در طول نورد در سطح غلتک ها ایجاد تنش حرارتی می نماید که سبب از بین رفتن سطح غلتک می شود.

شرکت فولاد مبارکه با توجه به مزیت های خط پیشنهادی نسبت به خط موجود، تصمیم به توسعه خط قدیم و پیوسته کردن آن در سال ۷۹ گرفت و در سال ۸۵ واحد نورد ۵ قفسه به صورت پیوسته افتتاح گردید. یکی از مزیت های خط جدید هماهنگی آن با خط قدیم بود. زیرا به علت محدودیت مکانی این واحد امکان استفاده از

خط جدید در امتداد قفسه های نورد وجود نداشت زیرا طول خط پیشنهادی حدود ۲۰۰ متر بود و چنین فضایی برای استقرار این خط در این امتداد وجود نداشت و به همین علت طراح پیشنهاد کرد خط عمود بر قفسه های نورد نصب گردد و سپس ورق توسط یک ماشین ۹۰ درجه چرخانده شود تا در امتداد قفسه های نورد قرار گیرد. ماشین پیشنهاد شده شامل یک استوانه بزرگ می باشد که بر روی آن غلتک های کوچکی در ۷ ردیف ۲۷ تایی در امتداد ۴۵ درجه تعبیه شده است و سپس خود این استوانه در امتداد ۴۵ درجه نسبت به قفسه های نورد و خط تغذیه قرار گرفته است. در این ماشین ورق از بالای آن وارد شده و با پیچش ۱۸۰ درجه حول این استوانه از زیر آن خارج می شود که در این صورت ورق ۹۰ درجه تغییر راستا می دهد. این پیچش ۹۰ درجه، توسط ماشین چرخش ورق انجام می گیرد. این ماشین در ارتفاع ۳ متری از کف سالن اصلی قرار گرفته است. این ماشین در عین سادگی یکی از مهمترین وظایف خود نورد سرد را بر عهده دارد.