گزارش کارآموزی

تهیه کنندگان:

احسان مکارمی

مسعود اکبری

کارشناس و استاد کار:

مهندس حمید نوری

تابستان۱۳۹۱

مجتمع فولاد مبارکه

فرایندهای کلی

واحد آهن سازی

سنگ آهن از معادن سنگ به وسیله ی خطوط ریلی وارد مجتمع فولاد مبارکه می شود . در آنجا پس از خورد شدن و پودر شدن با بنتونیت یا آهن هیدراته تلفیق گشته و به صورت گلوله هایی به نام گندله خارج می شود . در این مرحله گندله ها پخته می شود تا فرایندهای انبار داری و جابه جایی با استحکام بیشتر گندله ها ، فراهم گردد.

پس از آن گندله ها که حاوی مقدار بسیار زیادی اکسید آهن می باشد به واسطه احیای مستقیم تا حدود زیادی اکسید زدایی می شود ، بدین صورت که گازهای کربن مونواکسید وهیدروژن ، در دمای حدود ۷۰۰ درجه سانتی گراد وارد برج احیا می شود و با احیای گازهای اکسید آهن ، گازهای کربن دی اکسید و بخار آب از محیط خارج می شود.

به واسطه ی از بین رفتن اکسیدهای آهن از سطح گندله ، منافذی روی سطح آن به وجود می آید . به گندله های حاوی این منافذ ، پس از احیای مستقیم ، آهن اسفنجی می گوییم.

واحد فولاد سازی

با ورود آهن اسفنجی فرایند فولاد سازی اغاز می گردد ، آهن اسفنجی ذوب می گردد و به صورت تختاله وارد نورد گرم می گردد .

فرایند فولاد سازی بدین صورت است که ابتدا برای برقراری اتصال مقداری زائدات آهن را به داخل کوره ی قوس الکتریکی میریزند (کوره ی قوس الکتریکی ، حاوی سه الکترود با ولتاژ بالا میباشد که به واسطه ی مقاومت فلز و گرمای حاصل از آن ، فلز را ذوب میکند) بر روی این زائدات ذوب شده ، آهن اسفنجی را اضافه می کنند . پس از تکمیل مرحله ذوب ، مذاب را به صورت تختاله وارد نورد گرم می کنند.

واحد نورد گرم

تختاله ی تولید شده ، با ورود به ناحیه ی نورد گرم ، تا دمای ۸۰۰ درجه سانتی گراد گرم می شود (این عمل داخل کوره های تعبیه شده در این واحد صورت می گیرد .

آهن گداخته شده پس از خروج از کوره روی غلطک های این واحد حرکت می کند و در قفسه هایی تحت فشار وکشش ضخامت کمتر وطول بیشتری پیدا می کند و در انتهای این واحد به صورت کویل یا صفحات فولاد پیچیده شده ، بسته می شود.

واحد نورد سرد۱ و نورد سرد ۲

صفحات ایجاد شده حاوی مقادیر زیادی اکسید آهن که به واسطه ی حرارت دادن فولاد ایجاد شده ، می باشد.

برای از بین بردن این اکسیدهای سطحی واحدهای اسیدشویی نورد سرد تعبیه شده اند بدین صورت که اکسیدهای آهن در واکنش با اسید کلریدریک به آب ، کلر یونی و یون آهن تبدیل می گردد.

$$fe_2o_3+6HCL\rightarrow 2Fecl_3+3H_2O$$

پس از مرحله ی اسیدشویی آهن رنگ روشن تری پیدا میکند و اماده ی نورد می شود . نورد ۵ قفسه ایی بعد از مرحله ی اسید شویی قرار دارد . بدین صورت که ورقه ی آهن تحت فشار و کشش طی ۵ مرحله دارای ضخامت کمتر و طول بیشتر می شوند .

پس از نورد ۵ قفسه ایی بسته به اینکه سفارش مشتری ، ورقه هایی با چه ضخامتی است ، ورق وارد نورد ۲ قفسه ایی می شود.

در نورد ۲ قفسه ایی ورق تحت فشار بسیار بالا و کشش بیشتر نسبت به ۵ قفسه ایی قرار می گیرد وضخامت تا حدود ۰/۱۸ میلی متر پیدا می کند.

ازآنجا که ضخامت ۰/۱۸ میلی متر بسیار اسیب پذیر است و احتمال پاره شدن ورق طی نورد ، وجود دارد از امیلسیون آب و روغن نورد استفاده می کنند.

این روغن به استحکام ورق هنگام نورد ومقابله آن با کشش و تنش کمک می کند .

ورقه های با ضخامت بسیار کم ، بسته شده و به واحد ECL وارد می شوند.

واحد ECL

میدانیم که به واسطه افزودن روغن نورد به ورقه سطح آن حاوی این روغن شده است و از آنجایی که روغن حاوی اسید چرب می باشد سعی در شستشوی روغن با سود از روی سطح ورق می کنیم.

این عمل در حوضچه DT انجام می گیرد .

پس از آن ورق را در اسکرابر ۱ (scr 1) برس زده می شود و وارد حوضچه ECT می شود

در این حوضچه به منظور جلوگیری از به هم چسبیدن لایه های ورق در باز پخت هیدروژنی ، پشت و روی ورق لایه های سیلیکات نشانده می شود .

بعد از آن ورق وارد اسکرابر۲ (scr2) می گردد و مجددا پشت وروی آن برس زده می شود .

سپس وارد مخزن CRT شده و با آب مقطر ، کاملا شسته می شود پس از آن خشک شده وبه صورت کویل پیچیده می شود .

ورقه ی حاوی روغن و آب وارد واحد ECL(Electrolitic Cleaning Line) می شود . در ابتدای این واحد ، کویل باز شده و ابتدای آن بریده می شود تا قسمت های ناصاف و با ضخامت ناخواسته از کویل حذف شود.

سپس ابتدای آن با انتهای کویل قبلی به هم جوش می خورد و وارد تانک DT (Dunk Tank) می شود . در این تانک محلول حاوی ۵ درصد سود با دمای ۸۴ درجه سانتی گراد وجود دارد .

از آن جا که روغن نورد نوعی اسید چرب دارد با سود واکنش داده و یون کربوکسیلات و الکل تولید می کند.

$$c_{5H_5}\{(CH_2)15-COOH\}3 + 3NaOH \rightarrow C_{5H_5}(OH)3+3CH_3(CH_2)14COONa$$

پس از اینکه میزان مولکول های الی موجود در محلول از حد خاصی بالاتر رفت (میزان این مولکول های الی را با *COD* محلول می سنجند) محلول تازه ایی را به تانک شارژ می کنند و محلول قبلی را تخلیه می نمایند.

فرایندهای فعلی قسمت *DT*

در قسمت *DT* روغن روی سطح ورق به واسطه ی حضور سود (الکالین) به یون کربوکسیلات و الکل تبدیل می شود .

یون کربوکسیلات به خاطر داشتن بار منفی در آب که حلالی قطبی است حل می شود و الکل نیز به خاطر عامل هیدروکسیل وایجاد پیوند هیدروژنی با مولکول های آب در آن محلول می باشد .

در فرایند *DT* با افزایش *COD* محلول ، ظرفیت آن برای پاک کردن روغن از روی ورق کاهش می یابد و با رسیدن *COD* به مقدار ۱۵۰۰۰ ، تقریبا محلول دیگر توانایی از بین بردن روغن های سطح ورق را از دست میدهد .

فرایندی که برای کاهش میزان *COD* محلول ، پیشنهاد شده است ، افزایش آهک خام و اسید کلریدریک به محلول می باشد .

با افزایش اسید کلریدریک به آهک خام ، گاز کربن دی اکسید ، بخار آب ، و یون کلسیم آزاد میشوند.

صابون های کلسیم ، از کم محلول ترین صابون های موجود میباشند یعنی به واسطه ی آزاد شدن یون کلسیم به داخل محلول ، یون کربوکسیلات با آن ترکیب شده و صابون کلسیم نامحلول آن ، تولید می شود .

با رسوب این صابون ، یون کربوکسیلات از محلول ، حذف شده و *COD*محلول ، در حد چشمگیری کاهش میابد .

واکنش های مربوطه به شرح زیر میباشد :

واکنش کلسیم کربنات با اسید کلریدریک و آزاد شدن یون کلسیم:

$$CaCO_3+2HCl \rightarrow CaCl_2+H_2CO_3$$

$$H_2CO_3 \rightarrow H_2O+CO_2 \uparrow$$

$$CaCl_2 \rightarrow Ca^{2+}+2Cl^-$$

واکنش یون کلسیم با یون کربوکسیلات و تشکیل رسوب صابون کلسیم :

$$Ca^{2+}+2CH(CH_2)14COO^- \rightarrow Ca\{CH(CH_2)14COO\}\downarrow$$

سایر فعل و انفعالاتی که در محلول رخ می دهد و می تواند مهم باشد:

$$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$$

$$Ca^{2+}+2OH^- \rightarrow Ca(OH)2 \downarrow$$

فرایند پیشنهادی :

در فرایند فعلی می دانیم که کاهش میزان ***COD*** به واسطه حضور یون کلسیم رخ می دهد . از طرف دیگر یون کلسیم با هیدروکسیل موجود در محلول دچار واکنش شده و رسوب کلسیم هیدروکسید تولید می کند که البته میزان کلسیم هیدروکسید رسوبی با عدد مربوط به ***ksp*** آن نسبت معکوس دارد یعنی هر چه ***Ksp*** مربوط به کلسیم هیدروکسید در دمای فرایند (حدود$^{\circ}$C ۶۵) بیشتر باشد میزان کلسیم های ازاد در محلول برای ترکیب شدن با یون کربوکسیلات بیشتر خواهد بود.

$$Ksp=[Ca^{2+}][OH^-]2$$

در فرایند فعلی با افزایش هیدروژن کلراید و آهک خام به محلول کاهش میزان الکالین موجود در محلول را شاهد هستیم . علت کاهش میزان الکالین محلول را می توان به دو عامل نسبت داد . یکی افزایش اسید کلریدریک به محلول که الکالین را خنثی کرده و از محیط حذف می کند و عامل دیگری که می تواند سبب کاهش میزان الکالین شود ، مربوط به واکنش هیدروکسید وکلسیم می باشد که البته مقدار آن کاملا به ***Ksp*** مربوط به هیدروکسید کلسیم و عدد آن در دمای فرایند یعنی ۶۵ درجه سانتی گراد بستگی دارد .

عدد مربوط به *Ksp* همیشه میزان کلسیم را درون محلول ، عددی ثابت نگه می دارد چرا که با کاهش میزان کلسیم محلول به واسطه ی واکنش آن با یون کربوکسیلات ، مقداری کلسیم با حل شدن رسوب کلسیم هیدروکسید به محیط ، اضافه میشود و جایگزین آن میشود.

پس تا اینجا ،نتیجه حاصل شد که غلظت یون کلسیم در محلول ثابت و وابسته به مقدار *Ksp* می باشد .

مقدار الکالین کاهش یافته به دلیل افزایش یون کلسیم در فرایند فعلی قابل جلوگیری نمی باشد چرا که خواه ، ناخواه رسوب هیدروکسید کلسیم تشکیل میشود و یون OH^- را از محیط حذف می کند .

پس سعی در کاهش میزان افت الکالین در محلول به واسطه ی افزایش اسید می نمایم .

از آنجا که اسید با سود مستقیما واکنش داده و آن را از محیط حذف می کند بایستی دنبال راه کاری برای حذف اسید باشیم .

طبق بررسی هایی که انجام دادیم و با توجه به وابستگی کامل میزان کلسیم موجود در محلول به عدد مربوط به ksp هیدروکسید کلسیم ، می توان به محیط به صورت مستقیم هیدروکسید کلسیم افزود تا با کاهش یون کلسیم محیط ، از خود ، یون کلسیم ، ازاد نماید.

هیدروکسید کلسیم از موادی است که در مجتمع فولاد مبارکه کاملا در دسترس می باشد . این ماده از واکنش آهک پخته با آب حاصل می شود که به آن شیره ی آهک یا آب آهک نیز می گویند .

$CaO+H_2O \rightarrow Ca(OH)2$

با توجه به کمبود امکانات امکان تعیین میزان Ksp هیدروکسید کلسیم در دمای فرایند فراهم نبود و تمام این متن بر اساس تئوری بوده ودر مرحله عمل تست نشده.

شرایط ارمانی

با توجه به محاسبات زیر مقدار غلظت سود ۵ درصد برحسب مولار بدین صورت بدست می اید

$$\frac{5gNaOH}{100ccH_2O} * \frac{1mol\ NaOH}{40gNaOH} * \frac{1000ccH_2O}{1litH_2O} = 1.25M$$

یعنی غلظت سود ۵ درصد ، ۱/۲۵مولار می باشد .

از طرف دیگر به ازای هر NaOH یک OH^- که از بین رفتن روغن از سطح ورق را سبب می شود ، تشکیل می شود.

با توجه به مطالب گفته شده ، چنانچه Ksp کلسیم هیدروکسید ، برابر با عدد خاصی باشد می توان OH^- را در غلظت مورد نیاز نگه داشت.

$Ksp=[Ca^{2+}][OH^-]2$

$[OH^-]=1.25$

$[Ca2^+]=[OH^-]/2$

KSP=.625*(1.25)^2=0.98

یعنی چنانچه ksp کلسیم هیدروکسید عدد ۰/۹۸ باشد (البته در دمای فرایند) غلظت OH^- همیشه و تا هنگامی که رسوب کلسیم هیدروکسید داریم با مقدار OH^- حاصل از سود ۵٪ برابر خواهد بود.

اما به علت اینکه کربنات کلسیم در فرایند فعلی نقش هسته برای رسوب دادن صابون را بازی میکند.

فرایند پیشنهادی قابل اجرا نیست و راندمان بسیار پایینی دارد.

پس از تانک DT ورق وارد تانک scrubber1 می شود .در این تانک زیر و روی ورق آب پاشی شده و توسط برسهایی که یک در میان زیر و روی ورق را برس می زنند ، برس زده می شود . این عمل باعث می شود که کربوکسیلات کلسیمی که تبدیل به رسوب شده و ممکن است روی سطح ورق نشسته باشد ، ازبین برود.

پس از اسکرابر۱ ، ورق وارد تانک ECT یا Elctrical Cleanig Tank میشود

در این تانک صفحات حاوی بار الکتریکی در اطراف ورق قرار دارند که با ولتاژحدود ۳۶v مستقیم پشتیبانی می شوند.

این صفحات که یک در میان مثبت و منفی می شوند وظیفه ی خاصی را دنبال می کنند که به شرح زیر است

حوضچه ی ECT حاوی مقادیری سیلیکات سدیم و مقداری سود یا قلیا می باشد که سود مسئول شستشوی روغن های باقی مانده ی روی سطح ورق و سیلیکات نیز با نشستن روی سطح ورق مانع از چسبیدن صفحات آن در پخت هیدروژنی میشود .

سیلیکات دارای بار منفی است وقتی که صفحاتی با بار مثبت در اطراف ورق وجود داشته باشد باعث می شود که ورق به صورت موضعی بار منفی به خود بگیرد و یون های مزاحم سطح آن که بار منفی دارند از سطح ورق جدا شوند وقتی که صفحاتی با بار منفی در اطراف ورق وجود داشته باشند ورق به صورت موضعی بار مثبت می گیرد و سیلیکات های محیط را اصطلاحا به سطح ورق می کوباند.

در مجموع این صفحات باعث نشاندن SiO_2^{2-} روی سطح ورق می شوند.

پس از هر بار ورود ورق ، بار صفحات حاوی بار عکس می شود تا یون های مزاحم روی سطح آنها حذف شود .

درصد سیلیکات در این تانک ۱٪ و درصد سود ۳٪ می باشد

پس از تانک ECT مجددا نوبت به برس زنی سطح ورق می رسد . این عمل همانند اسکرابر ۱ ولی در اسکرابر ۲ اتفاق می افتد .

در اسکرابر ۲ همانند اسکرابر ۱ پشت و روی ورق آب پاشی می شود و برس زده می شود تا ناخالصی های روی سطح آن حذف شود .

پس از آن ورق وارد حوضچه ی شستشو می شود ، تانک CRT یا (CascateRinse Tank) این حوضچه شامل ۳ محفظه است که آب دمین از یک طرف و ورق از طرف دیگر وارد می شود .

بدین صورت که آب دمین وارد محفظه ی شماره ۱ می شود و از آن به محفظه ی شماره ۲ سرریز می کند. و از محفظه شماره ۲ به محفظه ی شماره ۳ سرریز شده واز آن جا به فاضلاب فرستاده میشود.

ورق نیز از حوضچه شماره ۳ وارد شده و پس از گذر از حوضچه ی شماره ۲وارد حوضچه شماره ۱ شده و از آنجا خارج می شود.

بدین ترتیب ورق در واپسین مرحله ی شستشوی خود وارد تمیز ترین آب می شود و ورق با بیشترین الودگی وارد حوضچه ناخالص ترین آب می شود.

پس از تانک CRT نوبت به خشک کردن ورق میرسد . با ورود ورق از CRT به خشک کن یا Dryer با استفاده از هوای داغ ورق خشک می شود .

عملیات خشک کردن ورق به وسیله ی خشک کردن مستقیم صورت می گیرد و به صورت پیوسته می باشد . عملیات خشک کردن از این لحاظ حاوی اهمیت است که با حذف رطوبت از سطح ورق ، اولا از شوره ی سطحی آن جلوگیری می شود و در ثانی از آن در مقابل خوردگی و سایر اسیب های جدی تا حدودی جلوگیری می شود ، پس از خشک کردن ورق ، ورق ، کمی قبل وکمی بعد از محل جوش بریده می شود و توسط دستگاه کلاف پیچ ، پیچیده می شود .

پس از مرحله ی ECL به منظور نظام دادن به ساختار شبکه ای آهن آن را می پزند . این عمل درون واحد BAP اتفاق می افتد .

واحد BAP

در این واحد به واسطه ی گاز هیدروژن که کم حجم ترین گاز در دسترس است ، کلاف ها به صورت غیر مستقیم پخته می شوند تا هم ساختار شبکه ایی منظمی پیدا کند وهم ناخالصی های روی سطح آن ها به واسطه ی احیای هیدروژن ازبین بروند.

در این واحد کلاف ها تا دمای ۷۰۰°C به واسطه ی ۱۰ شعله ی متان و یک شعله ی استیلن که باعث گرم شدن inner cover که حاوی گاز هیدروژن است. به صورت غیر مستقیم پخته می شوند . پس از این واحد بسته به سفارش مشتری یا ورق به همین صورت فروخته می شود یا به واحد قلع اندود می رود یا وارد واحد گالوانیزه و رنگی می شود.

در واحد قلع اندود به واسطه ی ولتاژ اعمالی به ورق در الکترولیت ENSA یا اتوکسیلیتید نفتول سولفونیک اسید ، قلع فلزی به صورت یون در امده و بر روی ورق می نشیند.

در واحد گالوانیزه و رنگی نیز با ورود ورق به حوضچه روی مذاب ورق گالوانیزه حاصل می شود و یا با رنگ امیزی با قلموهای رنگی چرخان ورق رنگی به وجود می اید .

این ورق ها بسته به سفارش مشتری ساخته می شوند.

ازمایشگاه قلع اندود

در این ازمایشگاه سیلیکات سطحی ورق ، سیلیکات محلول ECT ، COD محلول DT وپستی و بلندی های سطح ورق اندازه گیری می شود.

سیلیکات های محلول ECT و COD محلول DT به واسطه ی شیمی تر ، اندازه گیری می شود وسایر گزینه ها با استفاده از دستگاه .

ازمایشگاه گالوانیزه – رنگی

در این ازمایشگاه خواص فیزیکی ورق های گالوانیزه و رنگی مثل استحکام در برابر ضربه و ترک های رنگ اندازه گیری می شود . میزان مقاومت رنگ در برابر اسید نیز اندازه گیری شده و گزارش می شود .