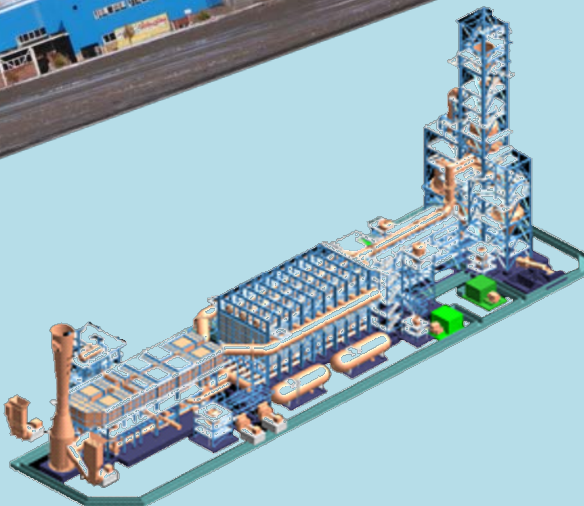


امیای مستقیم فولاد به روش PERED

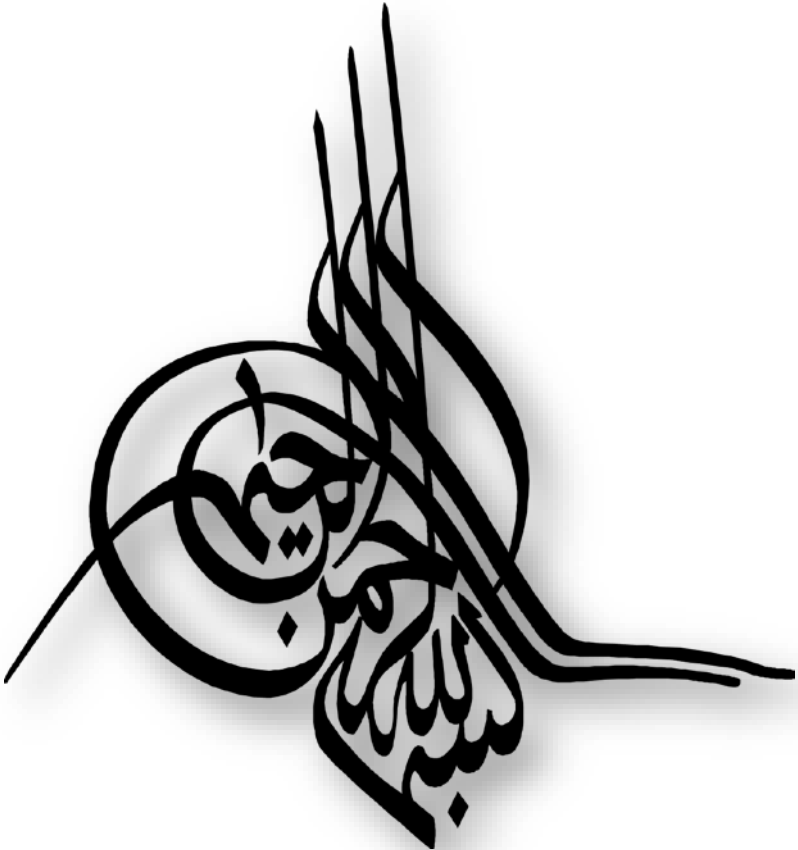
(Persian Direct Reduction Technology)

با نگاهی گذرا به پروژه کارخانه فولاد بافت



در این کتاب فرآیند احیای مستقیم فولاد به روش پرد بصورت مختصر توضیح داده شده است و ضمن تشریح فرآیند، از تصاویر پروژه کارخانه احیای مستقیم فولاد بافت که توسط موسسه ثارا... در حال ساخت می





فهرست مندرجات

- 1- مقدمه 1
- 2- معرفی پروژه کارخانه احیای مستقیم فولاد بافت 8
- 3- تشریح فرایند احیاء 9
- 4- تکنولوژی احیاء به روش پرد 13
- 5- تشریح مراحل مختلف احیاء اکسید آهن به روش پرد 15
- 5-1- گاز پروسس (Process Gas) : 15
- 5-2- عملیات احیاء در کوره 25
- 5-3- گاز احیایی خروجی از بالای کوره (Top Gas) 30
- 5-4- گاز خنک کننده (Cooling Gas) 32
- 6- گاز آب بندی (Seal Gas) 37
- 7- گاز پاک کننده (Purge Gas) 39
- 8- پروسس آب 41
- 8-1- سیستم های پروسس آب 41
- 8-1-1- سیستم تامین آب 41
- 8-1-2- سیستم پروسس آب کثیف 42
- 8-1-3- سیستم پروسس آب تمیز 44
- 8-1-4- سیستم آب خنک کننده تجهیزات و ماشین آلات 45

- 2-8- عملیات های تصفیه آب مصرفی فرآیند احیاء در روش پرد (Water Treatment) 48
- 8-2-1- عملیات لجن زدایی 49
- 8-2-2- عملیات ضد رسوب 52
- 8-2-3- عملیات آفت کشی 54
- 8-2-4- عملیات ضد خوردگی 57
- 9- انتقال مواد (Material Handeling) و توزیع بار کوره 61
- 9-1- بارگیری و تخلیه 61
- 9-2- انتقال اکسید های آهن (گندله) به کوره (Oxide Material) 67
- 9-3- توزیع بار در کوره 72
- 9-4- حمل و انتقال محصول (آهن اسفنجی) (Product Material) 78
- 10- بریکت سازی سرد 81
- 11- تجهیزات مورد استفاده در کارخانه احیاء به روش پرد 83
- 11-1- جداکننده ها (Separators) 83
- 11-2- Mist Eliminators 84
- 11-3- کولرها (Coolers) 89
- 11-4- شستشو دهنده گازها (Gas Scrubbers) 90
- 11-5- سیستم های غبار گیر (Dust Collection Systems) 94
- 11-6- خشک کن ها (Dryers) 100

105 کمپرسورها 7-11
112 پمپ ها 8-11
117 دمندهها (Blowers) 9-11
117 هواکشها (fans) 10-11
119 برج خنک کننده (Cooling Tower) 11-11
131 نگاه تصویری به پروژه کارخانه ی احیای مستقیم فولاد بافت 12
143 فرهنگ اصطلاحات 13
152 منابع 14

1- مقدمه

صنعت فولاد را می توان یک از پایه های مهم اقتصاد هر کشوری دانست. برخی محققان حتی مصرف سرانه فولاد را به عنوان یک شاخص جهت ارزیابی صنعتی بودن یک کشور برشمرده اند. امروزه در ایران نیز فولاد در بخش های تولیدی و صنعتی نقش بسیار مهمی را ایفا می کند. صنعت فولاد به عنوان صنعتی مادر نقش اساسی در اقتصاد ملی و رفاه جامعه دارد. بنابراین توسعه این صنعت عاملی اثر بخش بر توسعه سایر بخش های اقتصادی، صنعتی، علمی و اجتماعی کشور می باشد.

اولین تلاش برای تاسیس کارخانه آهن و فولاد در کشور به قبل از سال 1930 میلادی بر می گردد، تلاشی که در آن زمان به علت جنگ جهانی دوم هرگز نتوانست رنگ و بوی واقعیت به خود بگیرد. تا اینکه در پایان سال 1350 سرانجام اولین کارخانه ذوب آهن با ظرفیت 550 هزار تن در سال در اصفهان بهره برداری شد. تقریباً دو دهه بعد از اتمام جنگ جهانی دوم، دو عامل بهبود وضعیت اقتصادی کشور و همچنین افزایش تقاضای داخلی فولاد، سنگ بنای تاسیس اولین کارخانه تولید محصولات فولادی در ایران را گذاشتند. در این ارتباط یک واحد نورد جهت تولید فولادهای ساختمانی در کشور بنا شد که این واحد با واردات محصولات فولادی نیمه تمام و انجام عملیات نورد بر روی آنها، محصولات خود را به بازار عرضه می کرد.

روش های اصلی تولید فولاد در دنیا به طور کلی به دو دسته تقسیم می شود:

- 1- بر اساس سنگ معدن (Ore-Base) Integrated Mill : در این روش ماده اولیه سنگ معدن (اکسید آهن) می باشد که اکسید آهن در فرایند آهن سازی و با استفاده از یک ماده احیاء کننده احیاء شده و به آهن تبدیل می شود. پس از آن در فرایند فولادسازی با افزودن کربن و سایر افزودنی های ضروری، آهن به فولاد تبدیل می گردد.
- 2- بر اساس قراضه: در این روش ماده اولیه، قراضه های آهن و فولاد است که پس از ذوب در کوره های قوس الکتریکی، حذف ناخالصی ها، افزودن کربن و سایر مواد ضروری به فولاد تبدیل می گردد.

روش اول به دو تکنولوژی زیر تقسیم می گردد:

الف) تکنولوژی کوره بلند – کنورتر

در این روش از کوره بلند (Blast Furnace) در تولید آهن با استفاده از ماده احیاء کننده کک که از زغال سنگ حاصل می شود و از کوره های اکسیژنی (BOF) جهت تولید فولاد از آهن استفاده می گردد. در کنار فرایندهای اصلی (آهن سازی و فولاد سازی)، فرایندهای جانبی شامل کک سازی جهت تهیه ماده اولیه عملیات احیاء و آگلومراسیون جهت آماده سازی سنگ معدن آهن نیز وجود دارند که در واقع خوراک مورد نیاز فرایند های اصلی را فراهم می کنند. این تکنولوژی مهم ترین شیوه تولید فولاد خام در جهان به شمار می آید و حدود 60 درصد فولاد خام دنیا به این روش تولید می شود. در این روش برای تبدیل چند مذاب به فولاد از کوره های اکسیژنی استفاده می شود که در این کوره ها چند مذاب و قراضه های آهن به سرعت و با استفاده از اکسیژن با خلوص بالا به فولاد با مقدار کربن مورد نظر تبدیل تبدیل می شوند.

ب) احیاء مستقیم – کوره های قوس الکتریکی

تکنولوژی دیگر تولید فولاد روش احیاء مستقیم می باشد. در این روش گاز طبیعی (CH_4) عامل احیاء سنگ معدن است و در کشورهای با منابع غنی گاز طبیعی مانند ایران مورد توجه می باشد. با کشف و اثبات وجود ذخائر عظیم گاز طبیعی کشور و احداث شبکه سراسری انتقال گاز طبیعی و توسعه روش احیاء مستقیم در دنیا، ایجاد صنایع فولاد به روش احیاء مستقیم مورد توجه قرار گرفت.

روش های تولید آهن به روش احیاء مستقیم

تولید آهن به روش احیاء مستقیم به روش های متعددی انجام می گیرد.

الف) روش HYL از نام اولین کمپانی سازنده مکزیکی بنام HYSA گرفته شده است و اولین واحد صنعتی آن در مکزیك با ظرفیت 75 هزار تن ساخته شد که از این روش استقبال خوبی به

عمل نیامد اساس کار در این روش استفاده از گاز احیاء کننده حاصل از تغییر فرم گاز طبیعی به بخار آب و استفاده از آن در راکتور ساکن می باشد.

ب) روش پروفر: پروفر یک کمپانی آلمانی و ارایه کننده روشی برای تولید آهن می باشد که این روش نیز مورد استقبال قرار نگرفت و تنها کمتر از 10 درصد تولید آهن به روش احیاء مستقیم از این روش بدست می آید.

ج) روش احیاء مستقیم میدرکس: در این روش گاز احیاء گرم از قسمت پایین ناحیه احیاء کوره وارد کوره شده و به طرف بالا حرکت می کند و سپس گاز احیاء مصرف شده از بالای کوره خارج می شود. آهن اسفنجی داغ احیاء شده پس از عبور از ناحیه احیاء کوره و قبل از تخلیه شدن تا 40 درجه خنک می شود. خنک کردن آهن اسفنجی داغ توسط یک جریان گاز بر خلاف جهت حرکت آهن احیاء شده انجام می گیرد.

د) احیاء مستقیم به روش پرد (PERED): فرآیند احیاء مستقیم پرد، گندله های اکسید آهن را به آهن فلزی (آهن اسفنجی) تبدیل می کند که برای فولادسازی با کیفیت بالا مفید است. کوره احیای استوانه ای از یک جریان فرآیند پیوسته با بازدهی بالا استفاده می کند.

اکسید آهن از مخزن تغذیه کوره احیاء (Charge Hopper) توسط نیروی جاذبه و از طریق یک لوله عایق شده توسط گاز آب بندی (Seal Leg) به لوله های توزیع کننده (Oxide Distributer) و از آنجا به کوره احیاء شارژ می شود

در کوره گندله ها در اثر نیروی وزن و با کمک فیدر ارتعاشی و Burden Feeder ها به سمت پایین حرکت کرده و توسط تماس مستقیم با جریان مخالف گازهای احیا کننده در منطقه احیاء به فلز آهن تبدیل می شوند. کوره استوانه ای به سه منطقه با سیستم گاز مجزا تقسیم می شود: منطقه بالایی برای احیاء، منطقه انتقالی برای کربن دهی و منطقه پایینی برای خنک کردن.

کارخانه تولید آهن اسفنجی به روش پرد از سه بخش اصلی زیر تشکیل شده است:

1. سیستم حمل و نقل مواد Material Handling System

2. ناحیه مرکزی Core Area

3. واحد عملیات آبی Water Treatment

سیستم حمل و نقل مواد به سه بخش: 1- تخلیه بار و انباشت و برداشت 2- انتقال اکسید آهن به کوره 3- انتقال محصول از کوره به سیلوهای ذخیره، تقسیم میشود.

تجهیزات و سازه های اصلی این بخش ها شامل نوار نقاله ها، برج های انتقال، مخازن و سیلوهای ذخیره مواد، فیدرها و سرندها و همچنین سیستم توزین نوارنقاله ها می باشند.

ناحیه مرکزی شامل واحدهای زیر میباشد:

1. کوره که عمل احیاء اکسید آهن در آن انجام میشود.
2. ریفرمر که گاز احیاء در آنجا تولید میشود.
3. واحد بازیابی گرما (Heat Recovery) که از گرمای حاصل از سوختن سوخت در مشعل های ریفرمر برای تولید و پیش گرم کردن گاز تغذیه و همچنین پیش گرم کردن هوای مورد استفاده در مشعل های اصلی استفاده می نماید.
4. بلوور (Blower) که عمده کمپرسورها و دمنده های مورد استفاده در فرایند احیاء در این ناحیه قرار دارند و همچنین داکتها و لوله های انتقال از این ناحیه عبور می کنند.
5. اتاق کنترل که وظیفه کنترل سیستم های برقی و ابزار دقیق را بر عهده دارد.

واحد عملیات آبی وظیفه تامین و تصفیه آب مورد استفاده در قسمت های مختلف فرایند احیاء را برعهده دارد.

واحدهای جانبی کارخانه احیاء شامل سیستم های غبارگیر و واحد بریکت سازی می باشند. غبارگیرها گرد و غبار ناشی از انتقال مواد و همچنین واحد هایی که تولید غبار می کنند (مثل بریکت سازی و کوره) را برطرف می سازد. در واحد بریکت سازی، ریزدانه های محصول (آهن اسفنجی) به خسته تبدیل می شوند تا قابل استفاده در واحد ذوب گردند.

در این کتاب به فرایند احیاء مستقیم پرد پرداخته می شود. امید است گامی هر چند اندک در معرفی این فرایند به خوانندگان عزیز برداشته باشیم.

2- معرفی پروژه کارخانه احیای مستقیم فولاد بافت

پروژه کارخانه احیای مستقیم فولاد بافت در استان کرمان، شهرستان بافت، 12 کیلومتری غرب این شهرستان در مسیر جاده بافت - سیرجان واقع می باشد. ارتفاع پروژه از سطح دریا بطور متوسط 2314 متر می باشد.

این کارخانه جهت تولید آهن اسفنجی به میزان 800 هزار تن در سال با فن آوری *PERED* طراحی شده است. فن آوری *PERED* که مخفف کلمات Persian Direct Reduction Technology و به معنی فن آوری احیای مستقیم فارسی است توسط شرکت *MME* که یک شرکت ایرانی ثبت داده شده در آلمان می باشد، ابداع شده است.

کارفرمای این پروژه شرکت ملی فولاد ایران وابسته به وزارت صنعت، معدن و تجارت و مشاور آن شرکت مهندسی برسو می باشد.

روش اجرای این پروژه *EPC* (مهندسی، تامین تجهیزات و اجرا) بوده و توسط یک کنسرسیوم اجرا می گردد.

اعضاء کنسرسیوم اجرای این پروژه شامل قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء (ص) - قرب کر بلا - مؤسسه ثارا...، شرکت *MME* و شرکت فنی و مهندسی فولاد پایا می باشد که بخش مهندسی بعهدہ شرکت های *MME* و فولاد پایا و بخش اجرا بعهدہ قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء (ص) - قرب کر بلا - مؤسسه ثارا... بوده و بخش تامین تجهیزات توسط هر 3 عضو مشارکت انجام می پذیرد.

در مجموع، 59.21٪ ارزش ریالی پروژه توسط قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء (ص) - قرب کر بلا - مؤسسه ثارا... و 40.79٪ آن توسط دو عضو دیگر مشارکت انجام می گردد و قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء (ص) - قرب کر بلا - مؤسسه ثارا... بعنوان رهبر مشارکت می باشد.

آب مورد نیاز پروژه از سد بافت در فاصله 14 کیلومتری، برق مورد نیاز از پست برق شهرستان سیرجان در فاصله 75 کیلومتری و گاز مورد نیاز از ایستگاه گاز شهرستان بافت واقع در 10 کیلومتری محل پروژه تامین می گردد.

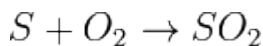
3- تشریح فرایند احیاء

واژه‌ی احیاء (کاهش) ابتدا در مورد واکنشهایی به کار گرفته می‌شد که در آنها یک ترکیب اکسیژن دار، اکسیژن خود را از دست می‌داد و در مقابل به واکنشهایی که در آنها مواد با اکسیژن ترکیب می‌شدند را واکنشهای اکسایش می‌گفتند.

با کشف الکترون این تعاریف دقیق تر شد و کلیه واکنشهایی که طی آنها ماده ای الکترون از دست می‌دهد و یا الکترون دریافت می‌نماید را به ترتیب واکنشهای اکسایش و کاهش نامیده شدند.

امروزه اکسایش - کاهش بر مبنای تغییر عدد اکسایش تعریف می‌شوند. اکسایش فرایندی است که در آن عدد اکسایش یک اتم افزایش میابد و کاهش (احیاء) فرایندی است که در آن عدد اکسایش یک اتم کاهش می‌یابد.

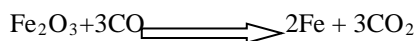
اکسایش و کاهش به تنهایی انجام پذیر نیستند. چون یک ماده نمی‌تواند کاهشده شود مگر آن که هم‌زمان ماده‌ای دیگر اکسیده گردد. ماده کاهشده شده، عامل اکسایش است و بنابراین عامل اکسندۀ نامیده می‌شود و ماده‌ای که خود اکسید می‌شود، عامل کاهشده می‌نامیم. همچنین در هر واکنش، مجموع افزایش اعداد اکسایش برخی عناصر باید برابر مجموع کاهش شماره اکسایش عناصر دیگر باشد. برای نمونه در واکنش گوگرد و اکسیژن، افزایش شماره اکسایش گوگرد، ۴ است. کاهش شماره اکسایش اتم اکسیژن، ۲ است، چون دو اتم اکسیژن در معادله شرکت دارد، کاهش اکسیژن نیز ۴ است.

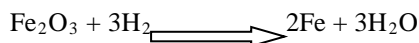


برای مثال احیاء اکسید آهن هماتیت (Fe_2O_3) را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

برای احیاء اکسید آهن از عناصر هیدروژن (H_2) و مونواکسید کربن (CO) استفاده می‌نماییم.

واکنش های کلی به صورت زیر انجام می پذیرند:





در واکنشهای بالا هر اتم آهن 3درجه احیاء شده و عدد اکسایش آن به همین میزان کاهش میابد. چون در هر واکنش دو اتم آهن حضور دارد در کل در هر واکنش عدد اکسایش آهن 6 درجه کاهش می یابد.

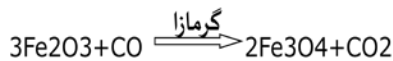
در واکنش اول عدد اکسایش هر اتم کربن 2 درجه افزایش میابد و چون سه اتم کربن در واکنش شرکت دارند در کل کربن در واکنش اول 6 درجه اکسید می شود که این میزان با عدد احیاء آهن برابر است.

در واکنش دوم هر مولکول H_2 ، 2درجه عدد اکسایشش افزایش میابد و چون در واکنش مزبور 3 مولکول هیدروژن حضور دارد پس در کل عدد اکسایش هیدروژن از صفر(عدد اکسایش عناصر در حالت آزاد) به 6 افزایش میابد که با میزان کاهش عدد اکسایش آهن برابری می کند.

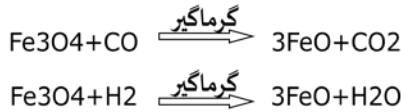
شکستن اکسید آهن هماتیت و تبدیل آن به آهن خالص بصورت آنی و طی یک مرحله امکان پذیر نمی باشد بلکه هر دو واکنش احیاء بالا در سه مرحله با واکنش دهنده ها و محصولات متفاوت صورت می گیرند.

در اصل احیاء Fe_2O_3 توسط احیاءکننده های H_2 و CO در مراحل زیر انجام می گیرد:

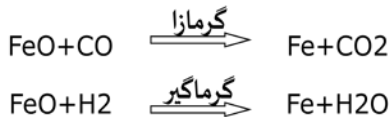
مرحله اول: تبدیل هماتیت به مگنتیت



مرحله دوم : تبدیل مگنتیت به وستیت



مرحله سوم : تبدیل وستیت به آهن فلزی



با موازنه طرفین واکنش های هریک از احیاء کننده های H_2 و CO می توان به واکنش اصلی دست یافت .

واکنشهای احیاء بطور معمول گرماگیر و واکنشهای اکسایش گرمازا میباشد. همانطور که قبلا نیز ذکر شد واکنشهای اکسایش - کاهش ترکیبی می باشند و بسته به میزان گرمای آزاد شده در واکنش اکسایش و گرمای مورد نیاز برای احیاء، گرماگیر یا گرمازا بودن کل واکنش متفاوت است.

برای مثال در مرحله سوم واکنشهای فوق تبدیل وستیت به آهن فلزی توسط منوکسید کربن گرمازا بوده ولی تبدیل آن توسط هیدروژن گرما گیر است .

در کل احیاء اکسید آهن هماتیت و تبدیل آن به آهن فلزی گرماگیر می باشد.

واکنشهای فوق دو طرفه نیز می باشند. واکنشهای دوطرفه واکنشهایی هستند که بعد از رسیدن به حالت تعادل برگشت پذیر میشوند. در این نوع واکنشها برای اینکه واکنش یکطرفه صورت بپذیرد باید از به تعادل رسیدن واکنش جلوگیری به عمل آورد. برای این امر، با افزایش غلظت واکنش دهنده ها یا محصولات بیش از میزان مورد نیاز برای تعادل (تغییر درنسبت تعادل) و یا

تغییر در گرمای مورد نیاز جهت انجام واکنش (کاهش یا افزایش) و همچنین کاهش و یا افزایش فشار (در سیستمهای گازی زمانی که مولهای گازی در دو طرف واکنش برابر نباشند) میتوان واکنش را در جهت دلخواه پیش برد. برای مثال برای انجام واکنشهای بالا بایستی نسبت احیاء کنندهها (CO ، H_2) به اکسیدکنندهها (CO_2 ، H_2O) در هر یک از واکنشهای فوق بیش از نسبت تعادلی باشد.

4- تکنولوژی احیاء به روش پرد



Persian Direct Reduction Technology

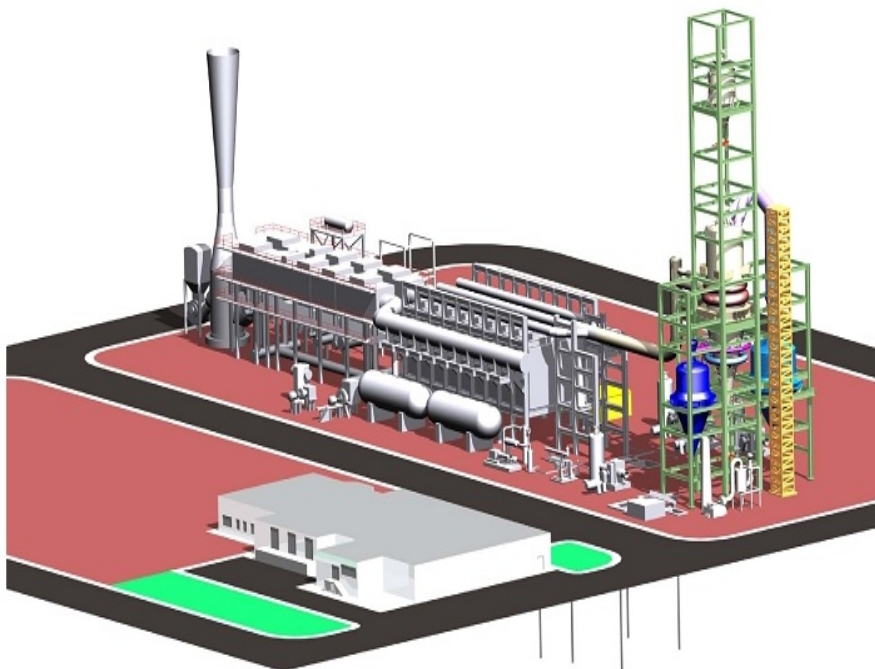
تکنولوژی احیاء پرد، اکسید آهن را تبدیل به آهن اسفنجی می کند، که برای فولاد سازی بسیار مناسب می باشد.

برای انجام این احیاء سازی، سیستم از یک گاز کاهنده بهره می گیرد تا به صورت شیمیایی اکسیژن را از گندله (اکسید آهن) جدا کرده و محصول احیاء شده را کربنیزه سازد.

پروسه احیاء در واقع پایین تر از دمای ذوب مواد ورودی انجام می شود. گاز کاهنده شامل مخلوطی از هیدروژن و منواکسید کربن و سایر عناصری که در ریفرمر از بازآرایی مولکول متان تشکیل می شوند می باشد. گاز کاهنده با ورود به کوره و بالا رفتن در کوره بر خلاف جهت حرکت گندله، امکان تماس بیشتر با گندله و احتمال موفقیت احیاء سازی را افزایش می دهد.

مهمترین ویژگی های فرآیند پرد عبارتند از :

1. فراهم سازی یک سیستم پیوسته برای احیاء اکسید آهن. (این روش بدون وقفه به تولید مواد می پردازد)
2. کمترین مصرف سوخت با توجه به بازیابی مجدد حرارت از گاز درون ریفرمر.
3. در طراحی ویژه این سیستم از دی اکسید کربن و بخاری که در هنگام احیاء اکسید آهن تولید می شوند، در تبدیل کاتالیستی متان استفاده می شود.
4. بیشترین حد بازیابی حرارت با پیش گرمایش هوای مورد نیاز مشعل های اصلی، گاز طبیعی، گاز تغذیه و تولید بخار با استفاده از حرارت گاز تولید شده از سوختن مشعل ها، انجام می شود.



نمای کلی از کارخانه احیاء به روش پرد

5- تشریح مراحل مختلف احیاء اکسید آهن به روش پرد

1-5- گاز پروسس (Process Gas) :

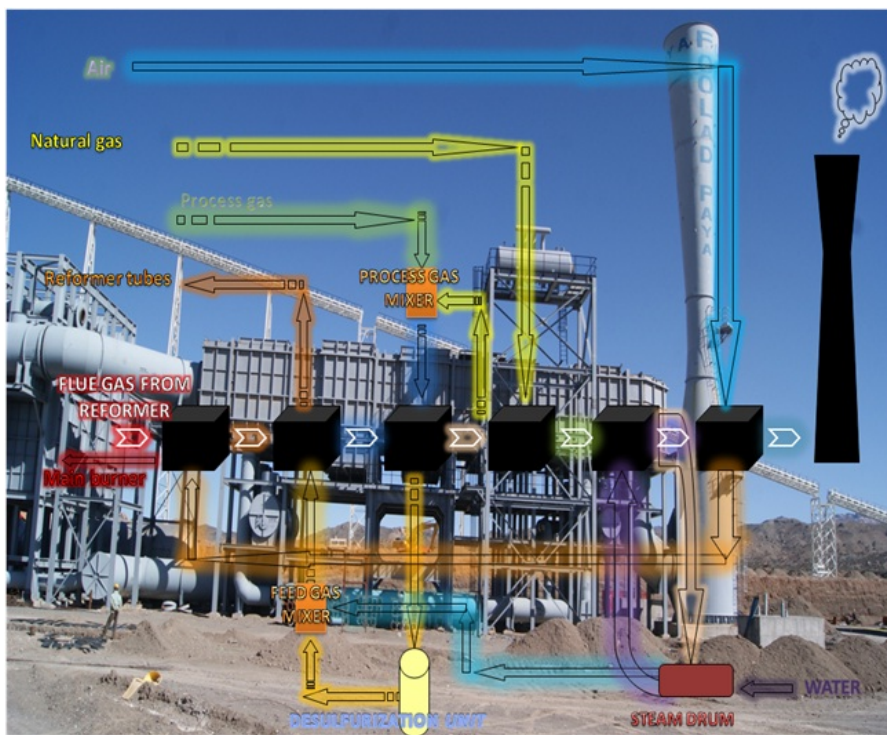
همان طور که قبلاً ذکر شد برای احیاء اکسید آهن هماتیت نیاز به عناصر احیاء کننده H_2 و CO می باشد. برای تولید این عناصر از گاز تغذیه (Feed Gas) استفاده می گردد. عمده گاز تغذیه شامل مقادیر قابل توجهی گاز طبیعی CH_4 ، بخار آب و گاز CO_2 می باشد.

بخشی از این گازها از گاز پروسس (گاز برگشتی از کوره) تأمین می شوند و بخش دیگر از طریق تزریق گاز طبیعی و بخار آب بدست می آیند.

واحدی که در آن گاز تغذیه تولید می شود واحد بازیاب حرارت (Heat Recovery) نام دارد. که در این واحد از حرارت گاز سوخته شده در مشعل های ریفرمر (Flue Gas) که بعداً توضیح داده می شود) برای پیش گرم کردن گاز تغذیه و آماده کردن آن برای تولید عناصر احیاء در واحد ریفرمر استفاده می گردد .

اساس کار به این نحو است که $\frac{2}{3}$ گاز خروجی از بالای کوره (Top Gas) که بعد از عبور از مراحل مختلف دارای دما و فشار و کیفیت مناسب است، با مقداری گاز طبیعی (Natural Gas) که از قبل در یک مرحله داخل سیستم بازیابی گرما پیش گرم شده است، درون یک محفظه اختلاط (Process Gas Mixer) مخلوط می شود. سپس محصول بعد از یک مرحله پیش گرم شدن با بخار آبی که از قبل داخل یک بویلر (مبدل حرارتی) درون قسمتی از سیستم بازیابی گرما پیش گرم شده و داخل یک دیگ بخار (Steam Drum) به حالت بخار اشباع (بخاری که در تماس با آب است) درآمده، مخلوط می گردد. این اختلاط درون محفظه اختلاط گاز تغذیه (Feed Gas Mixer) صورت می پذیرد. در نهایت مخلوط حاصله که شامل گاز پروسس، گاز طبیعی و بخار آب است، دوباره در مرحله ای دیگر داخل سیستم بازیابی گرما پیش گرم شده و به دما و فشار مناسب می رسد. محصول نهایی همان گاز تغذیه است.

شایان ذکر است که گاز تغذیه دارای یکسری گازهاست که مفید نبوده و حتی ممکن است اثر سوء نیز بر محصول بگذارد. یکی از این گازها که اگر میزان آن از مقدار تعیین شده بیشتر شود باعث پایین آمدن کیفیت محصول می شود، گازدی اکسید گوگرد (SO_2) است. برای متعادل کردن این گاز، گاز تغذیه را از درون واحدی بنام واحد سولفورزدایی (Desulfurization Unit) عبور داده می شود. این مرحله قبل از اختلاط گاز تغذیه با بخار آب صورت می گیرد.



شکل 5-1: نمای کلی از واحد پیش گرم کن (Heat Recovery)

بیشتر بدانید:

مخلوط گاز خروجی از ریفرمر (Bustle Gas) که برای انجام عملیات احیاء روی اکسید آهن وارد کوره می شود شامل 90 تا 92 درصد گازهای احیایی CO و H₂ می باشد. از این میزان تنها 22 درصد در کوره صرف احیا و 70 درصد آنها از بالای کوره خارج می شود. دلیل این حجم بالای گاز احیایی که به کوره فرستاده میشود آن است که چون در کوره، احیاء اکسید آهن جامد، توسط گاز صورت می گیرد برای رسیدن به احیایی یکنواخت و باکیفیت مورد نظر (92٪) باید مقدار گاز احیایی بیش از مقدار استوکیومتری لازم باشد.

حدود $\frac{2}{3}$ گاز خروجی از کوره که شامل 46٪ عوامل احیایی است پس از شستشو با آب و خنک شدن، با گاز طبیعی (به همان شکلی که قبلاً ذکر شد) مخلوط شده و محصول به سمت ریفرمر باز گردانده میشود. بدین ترتیب بواسطه استفاده دوباره از عوامل احیاء کننده گاز احیاء مصرف شده، فقط نصف گاز احیاء تازه (شامل 46٪ عوامل احیاء) مورد نیاز، توسط شکستن گاز طبیعی تامین می شود.

$\frac{1}{3}$ مابقی گاز خروجی از بالای کوره برای تامین سوخت مورد نیاز در مشعل های ریفرمر فرستاده می شود. این میزان گاز از ازدیاد حجم گاز ناشی از شکستن گاز طبیعی در لوله های ریفرمر حاصل می شود.

این طراحی در روش پرد باعث شده از مقدار گاز طبیعی مصرفی در فرآیند به میزان قابل توجهی کاسته شود.

بیشتر بدانید:

همانطور که ذکر شد میزان زیاد گوگرد موجود در گاز ورودی به ریفرمر (Feed Gas) می تواند سبب کاهش فعالیت و طول عمر کاتالیست های ریفرمر شود که در نتیجه ی آن ظرفیت تولید کاهش میابد.

منابع گوگرد در پروسس پرد گندله و گاز طبیعی می باشند. برای جلوگیری از نفوذ بیش از اندازه گاز گوگرد به درون گاز تغذیه ، می بایست گندله و گاز طبیعی دارای حد معینی از گوگرد و ترکیبات آن باشند. میزان گوگرد مجاز در گندله ماکزیمم 0/004 درصد و ترکیبات آن درون گاز طبیعی حد اکثر 16-15 ppm می باشد.

چون گاز احیایی در یک سیکل بسته کار می کند بعد از مدتی میزان گاز گوگرد در آن بیش از میزان مجاز می گردد . برای برطرف کردن گوگرد از داخل گاز احیایی می توان از روشهای متداول زیر بهره گرفت:

1- روش جریان کار جایگزین (فلوشیت آلترناتیو):

در این روش گاز احیایی خروجی از بالای کوره را قبل از فرستادن به واحد ریفرمر و بازگشت به پروسس، از روی محصول که آهن اسفنجی است عبور داده تا سولفور اضافی آن جذب محصول گردد. در این روش میزان سولفور جذب شده نباید بیش از 0/02 درصد در محصول باشد زیرا کیفیت محصول را شدیداً کاهش می دهد.

2- روش واحد سولفور زدایی:

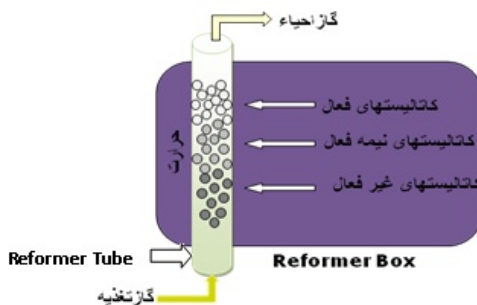
همانطور که ذکر شد سولفور می تواند توسط کاتالیزور جذب گردد. در این روش گاز احیایی را از درون محفظه ای که از کاتالیست پر شده عبور میدهند. کاتالیست های مورد استفاده از پایه سرامیک و عنصر فعال اکسید روی می باشند. این نوع کاتالیزور نسبت به کاتالیزور مصرفی در ریفرمر ارزانتر است. در این روش نه آسیبی متوجه کاتالیزورهای ریفرمر می شود و نه محصول کیفیتش پایین می آید.

پرد از این روش برای سولفور زدایی استفاده می کند.

گاز تغذیه با دمای در حدود 507 درجه سانتیگراد و فشاری معادل 2/008 بار فشار گیج برای جدایش و تولید عناصر احیاء (CO ، H_2) وارد ریفرمر (Reformer) می شود. ریفرمر فضایی بسته ی آب بندی شده ای است که در آن حرارت لازم برای تهیه گاز تغذیه فراهم می شود و گازهای احیاء در این مکان تولید می شوند. روند کار به این صورت است که گاز تغذیه تولید شده از سیستم بازیابی گرما که شامل گازهای CO_2 ، H_2O ، CH_4 و گازهای احیایی H_2 و CO می باشند، از پائین ریفرمر توسط هدر های موازی وارد لوله های ریفرمر (Reformer Tubes) می شوند. این گاز قبل از ورود به لوله های ریفرمر برای رفع انبساط حرارتی لوله ها، از یک لوله انعطاف پذیر می گذرد. لوله های ریفرمر بطور عمودی داخل فضای ریفرمر قرار دارند. داخل این لوله ها از کاتالیست پر می شود. به این شکل که کاتالیستهای موجود در سه نوع غیرفعال، نیمه فعال و فعال تهیه شده اند.

در ابتدای لوله های ریفرمر، چون هنوز دمای گاز به دمای مناسب برای انجام واکنش شکست گاز طبیعی (حدود 700 درجه) نرسیده است و همچنین احتمال رسوب کربن در این بازه دمایی زیاد می باشد، از کاتالیست های غیرفعال و نیمه فعال پر می شود و بقیه لوله های ریفرمر برای انجام واکنش شکست توسط کاتالیست های فعال پر می شود. به این شکل از صدمه رسیدن به کاتالیستهای فعال جلوگیری بعمل می آید و باعث افزایش طول عمر آنها می شود.

گاز تغذیه با عبور از بین لایه های کاتالیست به عناصر احیاء شکسته می شود و آماده انجام فرآیند احیاء می گردد.



شکل 5-2: نمایی از طریقه قرار گرفتن کاتالیزورها داخل لوله های ریفرمر

بیشتر بدانید:

کاتالیزور

کاتالیزور ماده ای است که باعث تسریع واکنش می گردد، بدون اینکه در واکنش مصرف شود و یا در ماهیت آن تغییر حاصل گردد. فرایند شکست (ریفرمینگ) یک واکنش کاتالیک هتروژنی است که مواد شرکت کننده در واکنش گازی شکل و کاتالیزور جامد میباشد. این کاتالیزور ها مرکب هستند زیرا از دو فاز شیمیایی تشکیل شده اند: فاز فعال که از نیکل تشکیل شده است. فاز پایه و حامل که از آلومین می باشد. جنس و ماده پایه کاتالیزور، توزیع و اندازه منافذ، تخلخل، شکل و مقاومت از مهمترین خواصی هستند که بر روی فعالیت و عمر آنها تاثیر می گذارد.

حرارت مورد نیاز جهت تهیه گاز احیاء داخل ریفرمر از طریق مشعل هایی که در زیر ریفرمر تعبیه شده اند تأمین می گردد.

مشعلهای به کار برده شده در ریفرمر در دونوع می باشند :

1- اصلی (Main Burner) : که خودشان نیز به دو نوع تقسیم می شوند:

- نوع اول MBL: این مشعلها در بین دو ردیف از لوله های ریفرمر (Reformer) Tubes قرار می گیرند و هرکدام توان تولید حرارت 1/5 گیگا کالری در ساعت را دارند.
- نوع دوم MBS: این مشعلها بین دیواره ریفرمر که نسوزکاری شده و یک ردیف از لوله های ریفرمر قرار می گیرند و بدلیل همین جانمایی توان تولید حرارتی آنها نصف مشعلهای MBL و برابر با 0/75 گیگا کالری در ساعت می باشند.

2- جانبی (Auxiliary Burner): که هر کدام توان تولید حرارت 0/45 گیگا کالری بر ساعت را دارند.

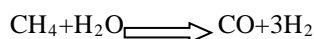
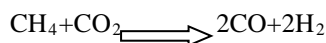
مشعلهای کمکی جهت تامین حرارت مورد نیاز ریفرمر از زمان راه اندازی تا درجه حرارت عملیات (حدود 300 درجه) و همچنین حفظ درجه حرارت ریفرمر در شرایط توقف (زمانی که بار حرارتی جهت واکنش ریفرمینگ وجود ندارد) بکار گرفته می شوند. مشعلهای اصلی نیز توسط همین مشعلها راه اندازی میشوند. این مشعل ها در زمان عملکرد مشعلهای اصلی در کمترین درجه حرارت کار می کنند.

سوخت مشعلهای فرعی از گاز طبیعی و هوای جو توسط یک دمنده (Auxiliary Air Blower) تامین می گردد.

سوخت مشعل های اصلی از $\frac{1}{3}$ گاز خروجی از شوینده گاز بالای کوره (Top Gas Scrubber) که با مقداری گاز طبیعی غنی شده است تامین می گردد. هوای مورد نیاز این مشعل ها توسط دمنده هوای اصلی (Main Air Blower) تامین می گردد. هوای مصرفی مشعلهای اصلی طی 2 مرحله در سیستم بازیابی گرما پیش گرم می گردد. عمده حرارت تولید شده در ریفرمر توسط این مشعل ها تامین می گردد.

بخشی از گاز حاصل از سوختن مشعل ها (Flue Gas) که در فضای داخلی ریفرمر و در دمای 1100 درجه سانتیگراد می باشد توسط داکتهای دو طرف ریفرمر (Flue Gas Ducts) برای بازیافت کردن گرمای آنها و در نتیجه بهینه شدن سیستم به سمت هیت ریکاروی می رود.

واکنش های داخل لوله های ریفرمر به صورت زیر است:

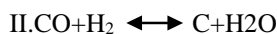
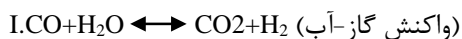


این واکنش ها گرما گیر بوده و گرمای مورد نیاز خود را از داخل ریفرمر دریافت می کنند .

بیشتر بدانید:

واکنشهای ریفرمینگ:

علاوه بر واکنشهای بالا که واکنشهای اصلی داخل ریفرمر می باشند در اثر حضور عوامل احیایی در گاز پروسس برگشتی از کوره، واکنشهای زیر نیز انجام پذیرند:



واکنش اول به واکنش آب گاز معروف است که با واکنشهای اصلی در تعادل قرار می گیرد.

سه واکنش دیگر واکنشهای رسوب گذارند. چون رسوب کربن در لوله های ریفرمر باعث کاهش عملکرد کاتالیستها میشود بررسی این واکنشها بسیار حائز اهمیت است.

واکنشهای 2 و 3 باهم به تعادل می رسند اگر شرایط بگونه ای باشد که واکنش 4 ام دیرتر از دو واکنش دیگر انجام پذیرد در حین تولید کربن توسط واکنش چهارم ، واکنشهای 2 و 3 کربن زدایی می کنند و به این صورت کربن رسوب نخواهد کرد.

کربن در واکنشهای بالا در یک بازه دمایی خاص در حدود 400 تا 700 درجه سانتیگراد رسوب می کند. بهترین راه برای جلوگیری از این عمل این است که گاز را به سرعت به دمای 700 درجه برسانیم به همین منظور محل قرار گرفتن مشعلها در کف ریفرمر واقع در کنار ورودی لوله های ریفرمر می باشد. ورودی لوله های ریفرمر نیز تا ارتفاعی که دمای گاز تغذیه به دمای مزبور برسد از کاتالیستهای غیر فعال پر میشود.

زمانی که واکنشهای ریفرمینگ شروع گردند، میزان CO و H₂ افزایش یافته و در همین زمان CO₂ و H₂O کاهش می یابند که این تغییرات باعث تشدید رسوب کربن در واکنشهای 2 و 3 می شود. برای جلوگیری از رسوب کربن در این مرحله، حدفاصل کاتالیستهای غیر فعال تا فعال را از کاتالیستهای نیمه فعال پر می کنند. ارتفاع این کاتالیستها تا جایی است که دما به حدی برسد تا دیگر کربن رسوب نکند.

پارامترهای موثر در واکنشهای ریفرمینگ:

درجه حرارت: با افزایش درجه حرارت، ظرفیت عملیاتی در لوله های ریفرمر افزایش می یابد و هم چنین باعث کاهش رسوب کربن (کربوراسیون) روی کاتالیستها می شود.

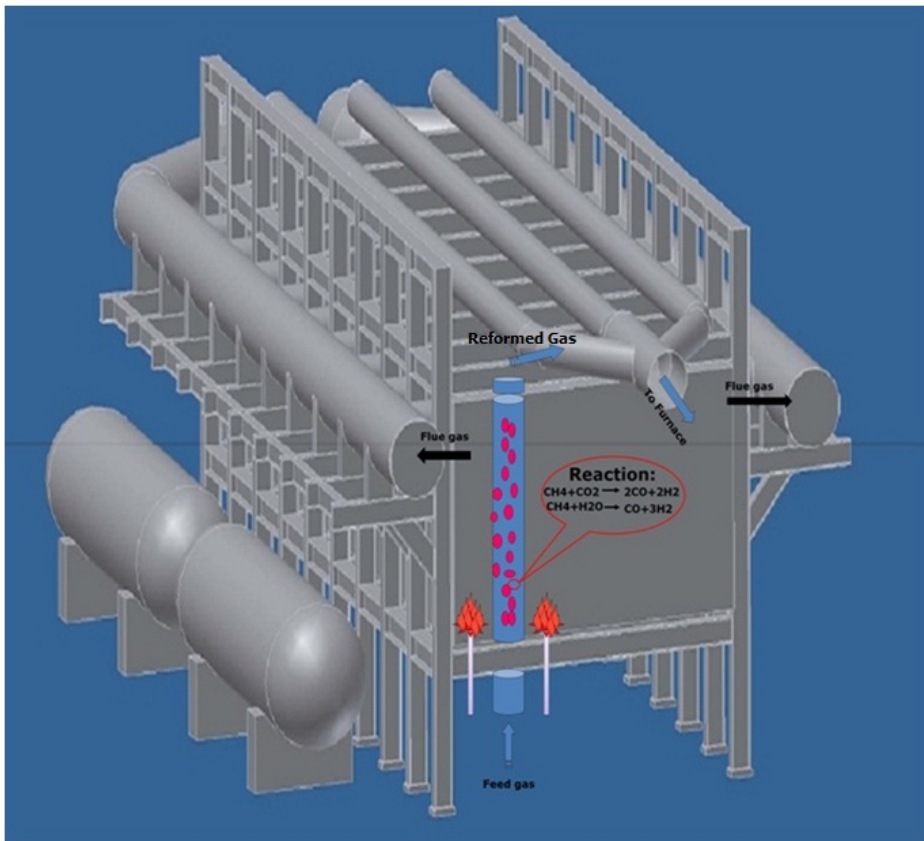
افزایش دما در ریفرمر باعث افزایش تنشهای حرارتی در آن می شود که مطلوب نمی باشد.

فشار: کاهش فشار در رسیدن به تعادل کمک می کند ولی باعث کاهش زمان اقامت گاز در لوله های ریفرمر می گردد.

افزایش فشار اثر قابل توجهی ندارد ولی در کل باعث افزایش رسوب گذاری می شود.

ظرفیت تولید: افزایش ظرفیت تولید (افزایش دبی عبوری از لوله ها) باعث سرد شدن کاتالیزورها و در نتیجه افزایش رسوب گذاری می گردد.

گازهای احیاء H_2O و CO (Bustle Gas) توسط 3 داکت بالای ریفرمر (Reformed Gas Ducts) وارد داکت رابط بین کوره و ریفرمر (Bustle Gas Duct) شده و سرانجام از قسمت وسط کوره (Furnace Middle Part) وارد کوره می شود و آماده انجام واکنش احیاء روی هماتیت می گردند.



شکل 3-5: Reformer

5-2- عملیات احیاء در کوره

مواد به صورت اکسید آهن از بالای کوره توسط لوله های تغذیه کننده به داخل کوره شارژ می شوند. سرعت تولید توسط فیدر خروجی کوره کنترل می شود.

در ناحیه ی احیاء کوره (Reduction Zone) بار کوره با سرعت یکنواختی پایین می آید تا عمل احیاء به خوبی صورت پذیرد. تجهیزات نصب شده در مسیر مواد داخل کوره این امکان را فراهم می کنند.

گاز احیاء با درجه حرارت 885 درجه و ترکیب کنترل شده از کانال های پایین ناحیه احیاء کوره و از طریق منفذ های متعدد طراحی شده در محیط داخلی آنها وارد کوره می شود. این منفذ ها توسط آجرهای نسوزکاری در کانال های درونی کوره به گونه ای طراحی شده اند که گاز بعد از ورود به کانال ها از طریق این دریچه ها، بسمت پایین و مرکز کوره هدایت می شود. این عمل باعث می شود گاز بطور یکنواخت داخل کوره منتشر شود و بسمت بالا جریان یابد

ابعاد این منفذ ها به گونه ای است که باعث می شوند توزیع منظمی از گاز احیاء بین بار کوره اتفاق بیافتد .

سرعت نفوذ گاز درون گندله به درجه حرارت، قدرت نفوذ گازها و سرعت جریان گاز و همچنین غلظت (تراکم) و ساختمان فیزیکی مواد بستگی دارد. میزان گازهای احیایی درون کوره بر سرعت واکنشها تاثیر گذار است.

گاز احیاء در خلاف جهت حرکت اکسیدهای آهن در کوره و بصورت متلاطم به سمت بالا حرکت کرده و این امر باعث تسریع در واکنش احیاء درون کوره می گردد. عمده واکنش احیاء در قسمت بالای کوره صورت می گیرد .

باتوجه به گرماگیر بودن فرایند احیاء اکسید آهن، گرمای لازم برای انجام واکنشهای احیاء و همچنین رساندن دمای اکسید آهن شارژ شده تا دمای واکنش احیاء، باید توسط گرمای گاز احیاء تامین گردد .

همانطوره قبلاً ذکر شد فرآیند احیاء یک فرآیند دوطرفه است. برای جلوگیری از برگشت واکنشهای احیاء نیاز است نسبت احیاء کننده ها (H_2 و CO) به اکسید کننده ها (H_2O و CO_2) بیش از حالت تعادلی باشد. برای این منظور در منطقه انتقال (Transition Zone) و منطقه خنک کن کوره (Cooling Zone) گاز طبیعی تزریق می شود. گاز طبیعی با بهره گیری از حرارت موجود در بار کوره به عناصر احیایی شکسته می شود.

جریان مواد در داخل کوره تا مدت زمان مناسب (حدود 8 ساعت) به طول می انجامد تا به حد مناسبی از احیاء برسد.

بیشتر بدانید:

ریفرمینگ داخلی (IN-Situ)

همانطور که ذکر شد با تزریق گاز طبیعی به داخل کوره احیاء می توان از بازگشت واکنشهای احیایی جلوگیری کرد.

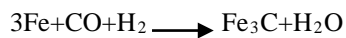
اساس کار به این شکل است که آهن اسفنجی داغ که از ناحیه ی احیاء بسمت ناحیه ی خنک کن در حال حرکت است، بعنوان یک کاتالیزور مناسب جهت احیاء عمل می کند.

گاز طبیعی ضمن برخورد با آهن اسفنجی، با بخار آب و گاز CO موجود در کوره واکنش داده و به عناصر احیایی شکسته می شود.

این روش ریفرمینگ بیشترین حرارت محصول را بازیابی می کند که این خود یک روش مناسب برای بهینه کردن پروسس می باشد.

علاوه بر واکنشهایی که قبلاً در مقدمه برای احیاء اکسید آهن ذکر شد، سرانجام آهن با کربن موجود در گاز طبیعی و گازهای احیایی ترکیب شده و تولید آهن کربن دار سمنتیت (Fe_3C) می نماید.

واکنش ها بصورت ذیل می باشند :



این واکنش ها در جهت اهداف فولاد سازی برای ایجاد سختی مناسب در آهن در کوره های قوس الکتریکی مفید می باشند. پس از گذشت زمان مناسب، محصول در قسمت پائین کوره خنک شده و خارج می گردد و توسط نوارهای نقاله به محل ذخیره (Storage Bin) منتقل می شود.

بیشتر بدانید:

کربوراسیون (کربن دهی)

ترکیب عناصر با کربن را کربوراسیون گویند.

کربن دهی به آهن و تبدیل آن به فولاد، هم در فرایند احیاء مستقیم بر روی گندله (مطابق واکنش های ذکر شده) و تبدیل آن به آهن اسفنجی امکان پذیر است وهم در کوره های ذوب فولاد.

در هر دو روش عامل کربن دهنده، گازی می باشد که در مجاورت ماده کربن گیرنده قرار می گیرد.

درجه حرارت و فشار گاز کربن دهنده بر پتانسیل کربوراسیون (قدرت و توان کربن دهی) تاثیر می گذارد.

کربوراسیون در احیاء مستقیم سطحی بوده و در زمان احیاء به طور کامل انجام می پذیرد و میزان نفوذ آن در مواد تابع زمان نمی باشد (یعنی با افزایش زمان احیاء میزان نفوذ کربن تغییر نمی کند) بنا براین در احیاء مستقیم اصل برانجام پروسس احیاء می باشد و واکنشهای احیایی تعیین کننده ی درجه حرارت، ترکیب و دبی گاز احیایی می باشد.

کربوراسیون در کوره های فولاد سازی تابع زمان است و با گذشت زمان میزان نفوذ کربن در مواد بیشتر می شود.

کربن دهی در احیاء مستقیم در هر سه ناحیه از کوره احیایی (ناحیه احیاء، ناحیه انتقال یا تبدیل، ناحیه خنک کن) صورت می پذیرد.

پتانسیل کربن دهی گاز احیایی به درجه حرارت و فشارهای جزئی گازهای CO ، CH_4 ، H_2O ، CO_2 و H_2 بستگی دارد.

کربن دهی در احیاء مستقیم در بازه دمایی 500 تا 900 درجه سانتی گراد انجام می شود. میزان کربن مورد نظری که در روش پرد به مواد داده می شود بین 1٪ تا 2/5٪ می باشد. این میزان کربن دهی را می توان به روشهای گوناگون در پروسس احیاء کنترل نمود.

روشهای کنترل کربوراسیون در احیاء مستقیم به روش پرد:

1. افزایش درجه حرارت گاز ورودی به ناحیه ی احیاء باعث کاهش پتانسیل کربوراسیون در ناحیه ی احیاء کوره می شود. با این روش می توان میزان کربن موجود در محصول را کنترل نمود.
شایان ذکر است که این افزایش دما تا جایی امکان پذیر است که مواد بههم نچسبند.
2. افزایش غلظت گاز طبیعی (متان) در گاز ورودی سبب افزایش پتانسیل کربن دهی می شود.
این روش بهترین و آسان ترین راه برای کنترل کربوراسیون می باشد.
3. افزایش متان به گاز نفوذ کننده به ناحیه ی تبدیل نیز باعث افزایش میزان پتانسیل کربوراسیون می شود .
باید توجه داشت که این اضافه کردن گاز باید به حدی باشد که باعث سردشدن منطقه ای از ناحیه ی کوره نشود.
4. افزایش نسبت عوامل احیاء به عوامل اکسید (افزایش کیفیت) باعث افزایش پتانسیل کربوراسیون می شود.
5. افزایش درصد بخار آب در گاز ورودی به ناحیه سرد کوره باعث کاهش پتانسیل کربن دهی در این ناحیه می شود.

3-5- گاز احیایی خروجی از بالای کوره (Top Gas)

گاز احیاء پس از انجام فرآیند بر روی اکسیدهای آهن برای بازگشت به پروسس، توسط داکت گاز بالا (Top Gas Duct) از کوره خارج می شود.

قسمت عمده این گاز شامل گازهای احیایی H_2 و CO (حدود 70٪) و محصولات احیاء (H_2O ، CO_2) و مقداری گاز طبیعی می باشد .

گاز در هنگام خروج از کوره دارای دمایی در حدود 380 درجه سانتیگراد و فشاری در حدود Bar 0/682 فشار گیج می باشد.

بالا بودن دمای گاز خروجی دارای دو مزیت می باشد:

1. باعث گرم شدن سریع شارژ تا درجه حرارت لازم جهت احیاء می شود.
2. باعث کاهش صدمات ناشی از متصاعد شدن رطوبت از مواد شارژ شده می شود.

بدلیل ریزش مواد درون کوره مقدار قابل توجهی گرد و غبار وارد گاز پروسس می شود .

برای برطرف کردن گرد و غبار و همچنین پایین آوردن دمای گاز خروجی، آن را وارد شوینده گاز بالای کوره (Top Gas Scrobber) می کنند.

عمل شستشوی گاز به این صورت است که گاز از قسمت بالایی شوینده توسط یک ونتوری به داخل شوینده هدایت می شود. داخل ونتوری طی دو مرحله آب با دمای 60 درجه پاشیده می شود. در مرحله اول آب با دبی کم توسط یکسری نازل درون یک مخروط بر روی دیواره ونتوری پاشیده می شود که هدف از آن حفاظت از ونتوری در برابر بار حرارتی ناشی از گازگرم می باشد. بعد از مخروط ونتوری طی یک مرحله دیگر آب با دبی بیشتری توسط نازل هایی به درون گاز پاشیده می شود که هدف از این مرحله کاهش دمای گاز 380 درجه توسط آب 60 درجه می باشد. گاز پس از عبور از ونتوری و کاهش دمای نسبی، وارد شوینده شده و در فضای داخلی آن آزاد می شود. گاز به سمت بالای شوینده حرکت می کند در این زمان آب 38 درجه از بالای شوینده توسط چند دوش در جهت خلاف حرکت گاز پروسس پاشش می شود. این عمل

باعث تمیز شدن و کاهش دمای گاز در حدود 38 درجه می گردد. جهت آغشته شدن کامل گاز به آب، بسته هایی شامل موادی از جنس پلی پروپیلن که قسمتی از فضای داخل شوینده را کاملاً پوشانده اند، داخل شوینده قرار گرفته اند.

در نهایت گاز از درون رطوبت گیر (Mist Eliminator) عبور می کند و سپس از قسمت بالای شوینده وارد داکت رابط شده و آب نیز از پائین آن به پروسه آب بر می گردد .

گاز بعد از خنک سازی و تمیز شدن توسط شوینده برای جبران کاهش فشار به کمپرسور گاز پروسس (Process Gas Compressor) هدایت می شود.

قبل از ورود گاز به کمپرسور، بدلیل وجود ذرات بیش از حد بخار آب درون گاز پروسس و برای جلوگیری از پائین آمدن راندمان کمپرسور و آسیب رسیدن به آن، گاز را از داخل تجهیز رطوبت گیر اولیه (Process Gas Inlet Mist Eliminator) عبور داده تا مقداری از رطوبت آن گرفته شود

گاز خروجی از کمپرسور در دمای 70 درجه سانتیگراد و فشاری معادل 2/2 بار فشارگیج می باشد.

مقدار گازی که به کمپرسور برای بازگشت به چرخه گاز احیاء فرستاده می شود تنها $\frac{2}{3}$ گاز خروجی از شوینده گاز بالای کوره است و همانطور که قبلاً نیز به آن اشاره شد $\frac{1}{3}$ مابقی برای تغذیه مشعل های اصلی ریفرمر فرستاده می شود. این عمل در جهت بهینه سازی و افزایش راندمان و در نهایت کاهش هزینه های پروسس صورت می پذیرد.

بخار موجود در گاز پروسس بدلیل فشردگی حاصل از کمپرسور متراکم می شود. برای برطرف کردن رطوبت حاصل از تراکم، گاز به داخل یک رطوبت گیر (Process Gas Mist Eliminator) هدایت می شود.

محصول نهایی مجموع این فرآیندها گازی است با دمای 70 درجه سانتیگراد و فشار 2/16 بار با کیفیت مناسب و آماده برای وارد شدن به سیستم بازیابی گرما و تولید گاز تغذیه به روشی که قبلاً ذکر شد می باشد .

5-4- گاز خنک کننده (Cooling Gas)

قسمتی از گاز پروسس در حالیکه در دمای 420 درجه سانتیگراد و فشار 1/643 بار قرار دارد از قسمت پائین کوره (Lower Part) توسط داکت تعبیه شده (Cooling Gas Off-Take Duct) گرفته می شود.

این گاز پس از شستشو، گرفتن رطوبت، خنک شدن و تنظیم فشار به منظور خنک سازی محصول خروجی از کوره که همان آهن کربن دار است مورد استفاده قرار می گیرد.

روند به این صورت است که گاز خروجی از پایین کوره، توسط لوله های تعبیه شده برای شستشو و خنک کاری وارد شوینده گاز خنک کننده کوره (Cooling Gas Scrobber) می شود.

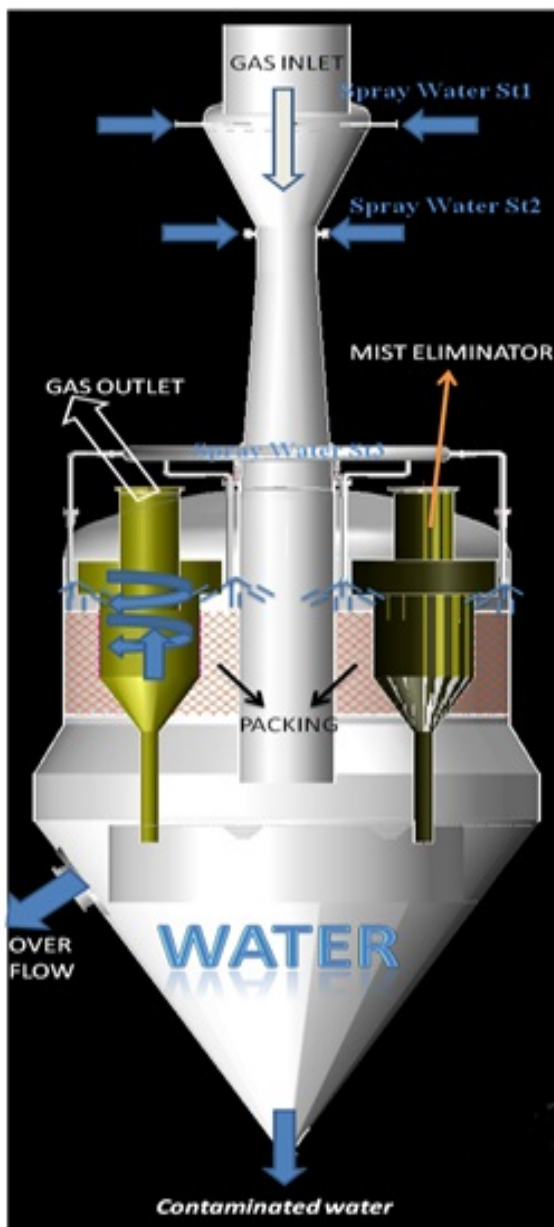
عمل شستشو به همان شکل شستشوی گاز بالای کوره ولی در حجم کمتری انجام می گیرد.

بعد از عملیات خنک سازی و تمیز کاری، برای کاهش رطوبت موجود در گاز، آن را به داخل تجهیز رطوبت گیر اولیه (Cooling Gas Inlet Mist Eliminator) فرستاده و از آنجا برای جبران کاهش فشار به کمپرسور گاز خنک کننده (Cooling Gas Compressor) هدایت می شود.

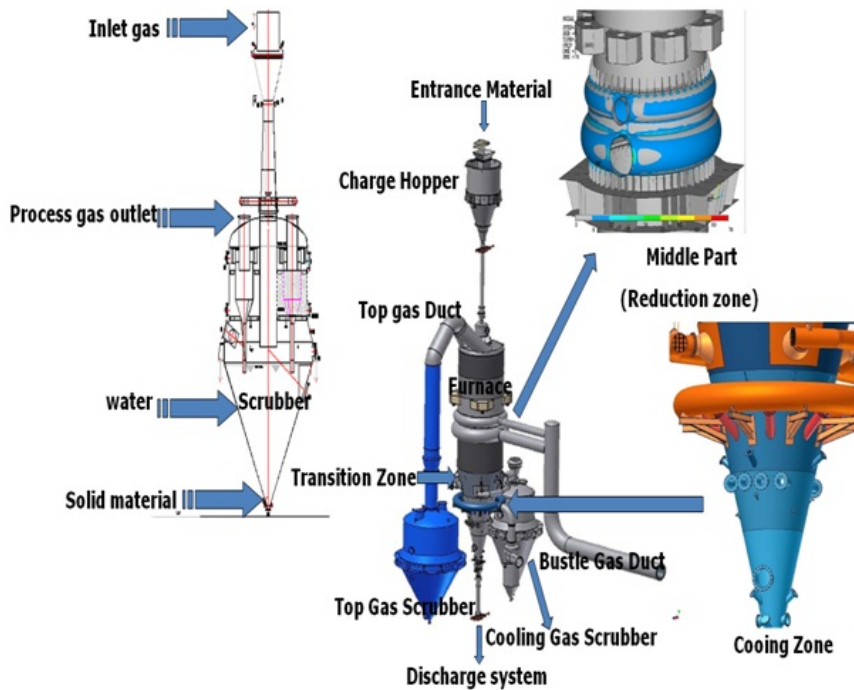
گاز وارد کمپرسور (Cooling Gas Compressor) شده و تافشاری معادل 1/848 بار فشار گیج فشرده می شود و دمای آن به 44 درجه سانتیگراد میرسد.

گاز خروجی از کمپرسور برای خنک سازی بداخل یک کولر (Cooling Gas After Cooler) فرستاده می شود.

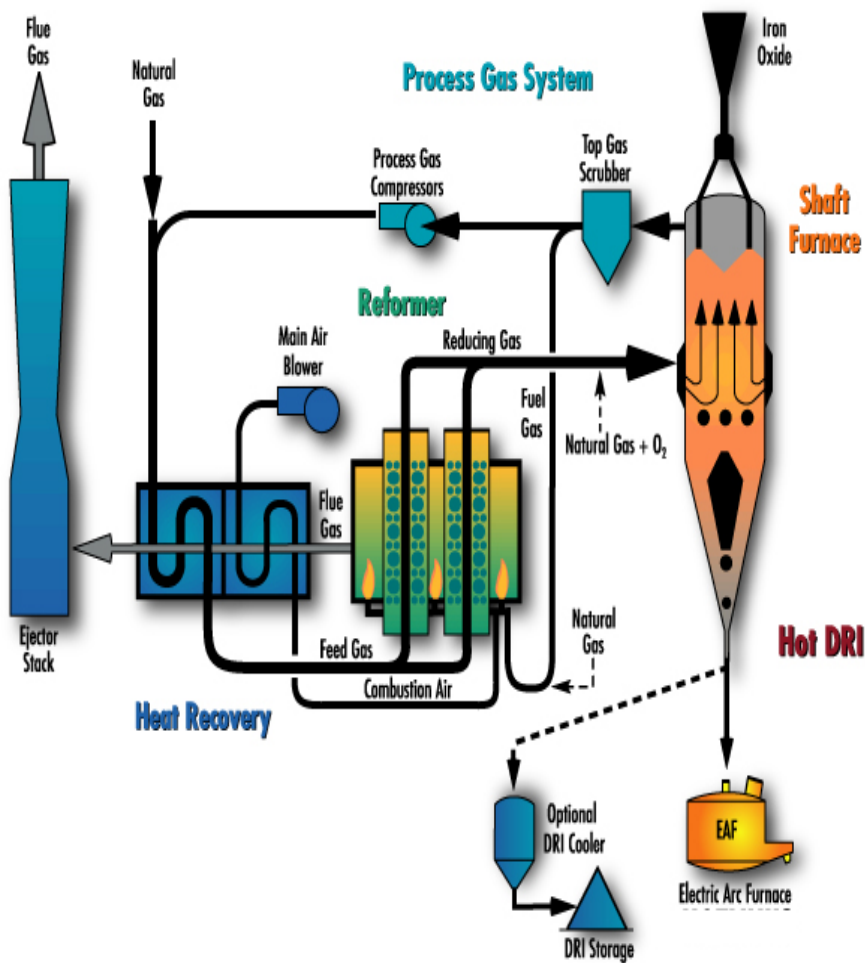
گاز پس از خروج از کولر برای رطوبت زدایی نهایی وارد یک رطوبت گیر (Cooling Gas Mist Eliminator) شده و بعد از آن به قسمت پائین کوره برگشت داده می شود. این عمل توسط یک دسته لوله توزیع کننده (Cooling Gas Distribution Header) و از طریق دریچه هایی که دورتا دور قسمت پائین کوره تعبیه شده صورت می گیرد تا عمل خنک سازی بصورت کامل و یکنواخت انجام پذیرد.



شکل 5-4: نمایی از شوینده مورد استفاده در روش پرد



شکل 5-5: Furnace & Scrubbers



شکل 5-6: نمای کلی از فرایندهای انجام شده روی گاز پروسس

6- گاز آب بندی (Seal Gas)

گاز پروسس یک گاز پر هزینه و در عین حال سمی می باشد که رهاشدن آن در جو علاوه بر خطر انفجار می تواند اثرات زیست محیطی بدی روی محیط اطراف بگذارد. در قسمت هایی از پروسس، گاز می تواند به محیط راه یابد. برای مثال از بالا و پائین کوره در زمان شارژ یا تخلیه محصول.

در این مکان ها که نمی شود راه خروج گاز پروسس را بست، می بایست از یک گاز ارزان با آلاینده کمی کم که دارای فشاری بیشتر از گاز پروسس است برای آب بندی استفاده نمود. محصول کارخانه احیاء که آهن اسفنجی می باشد دارای میل ترکیبی زیادی با اکسیژن است. به همین دلیل نیاز است که محصول در محفظه ها و سیلو هایی نگهداری شود که با هوای بیرون هیچ گونه ارتباطی نداشته باشند. برای این منظور نیز از یک گاز عایق جهت آب بندی نمودن مخازن و سیلوهای انباشت محصول استفاده می شود.

در فرآیند احیاء به روش پرد از مقداری دود خروجی از ریفرمر (Flue Gas) که در اثر سوختن مشعل ها تولید می شود برای این امر استفاده می گردد. Flue Gas دارای ترکیبات اصلی CO_2 ، H_2O ، O_2 و CO می باشد.

وجود گاز سمی و کشنده منواکسید کربن در گاز آب بندی مطلوب نمی باشد. برای برطرف نمودن این گاز، قسمتی از Flue Gas که برای تولید گاز آب بندی نیاز است قبل از انجام عملیات های مورد نیاز، وارد تجهیزاتی به نام Flue Gas After Burner می شود. این تجهیز عبارتست از محفظه ای که در آن Flue gas توسط چند مشعل بطور کامل سوخته و از گاز منواکسید کربن عاری می شود.

میزان اکسیژن گاز عایق نیز باید کنترل گردد تا باعث اشتعال نگردد. (میزان اکسیژن مورد قبول بین 0/9٪ تا 3٪ است)

گاز خروجی از Flue Gas After Burner توسط داکتی جهت خنک ساختن، وارد یک کولر (Seal Gas Cooler) می شود و دمای گاز از 1120 درجه به 42 درجه سانتیگراد می رسد.

برای ایجاد فشار مناسب، گاز آب بندی را به داخل یک واحد کمپرسور (Seal Gas Compressor) فرستاده و فشار آن را به 2/08 Bar(g) می‌رسانند. با افزایش فشار دمای گاز نیز افزایش می‌یابد و به حدود 165 درجه سانتیگراد می‌رسد.

برای برطرف کردن این افزایش دما، گاز وارد یک کولر دیگر (Seal Gas After Cooler) می‌شود. گاز خروجی از کولر در دمای 40 درجه سانتیگراد و فشار 2/05 Bar(g) قرار دارد.

برای قسمت هایی که گاز آب بندی با محصول کوره (آهن کربن دار) در ارتباط است مثل پایین کوره، این گاز نباید دارای رطوبت بالایی باشد که باعث شود محصول دوباره اکسید شود. برای این منظور قسمتی از گاز آب بندی خروجی از کولر که برای عایق نمودن قسمت پائین کوره مورد نیاز است، توسط یک خشک کن (Seal Gas Drier) رطوبت زدایی شده و به قسمت مربوطه فرستاده می‌شود.

چون خشک کردن گاز آب بندی هزینه بر است برای قسمت هایی که وجود رطوبت دارای اهمیت چندانی نمی‌باشد (مثل بالای کوره) نیازی به خشک کردن گاز نمی‌باشد و گاز مستقیم بعد از کولر به قسمت مربوطه برای عایق نمودن فرستاده می‌شود.

7- گاز پاک کننده (Purge Gas)

در مواقع قطع برق و یا نقص در سیستم گاز آب بندی و همچنین تعمیر کردن قسمتی از خط نیاز است که گاز سمی و قابل اشتعال پروسس از کل مسیر و یا قسمتی از آن تخلیه شود و میزان قابل اشتعال گاز احیاء به زیر 4٪ کاهش یابد که برای این منظور، گازی پرفشار با دبی بالا و بدون ضرر مورد نیاز است.

گاز پاک کننده در زمان مورد نیاز از قسمت‌های مختلف وارد سیستم می شود و سپس از طریق سیستم گاز آب بندی بالا و پایین کوره سیستم احیاء را ترک می کند.

برای تولید این گاز از گاز آب بندی (Seal Gas) استفاده می شود. به این صورت که بعد از اینکه قسمتی از گاز آب بندی خشک شد، شاخه ای از خروجی خشک کن گاز آب بندی (Seal Gas Drier)، به دو واحد کمپرسور (Purge Gas Comp.) هدایت می شود. گاز خروجی از کمپرسورها با دمای 40 درجه سانتیگراد و فشار 13 Bar به داخل یک خشک کن دیگر (Purge Gas Drier) فرستاده می شود و در پایان توسط یک توزیع کننده (Purge Gas Distribution) به قسمت های مختلف پروسس فرستاده می شود.

این گاز بطور معمول مورد استفاده قرار نمی گیرد و در شرایط خاص بهره گیری می شود (مثل زمانی که قطعی برق داریم) به همین دلیل گاز را داخل مخزنهایی (Purge Gas Tanks) با فشار 13 Bar ذخیره کرده و در صورت لزوم از آن استفاده می کنیم این عمل دارای دو مزیت می باشد :

1. باعث می شود که تجهیزات تولید گاز پاک کننده (کمپرسورها و خشک کن) در شرایط عادی خاموش باشند.
2. در صورت نیاز به گاز پاک کننده می توان از مخازن ذخیره تا زمان راه اندازی سیستم تولید گاز استفاده نمود. (مخازن یک حالت گذاشت و برداشت دارند).

8- پروسس آب

صنعت احیاء مستقیم فولاد در زمینه مصرف آب جزء صنایعی بشمار می آید که مصرف بالای آب را دارند. به همین دلیل باید در مکانهایی احداث شوند که در تامین آب آن مشکلی وجود نداشته باشند.

مصرف بالای آب در این کارخانجات، اهمیت استفاده از روشها و تجهیزاتی که مصرف آب را کاهش داده و در فرایند تولید خللی ایجاد نماید را بیشتر می نماید. روش پرد از جمله روشهایی است که این موضوع مهم را جزء اصول اساسی خود در طراحی گنجانده است.

8-1- سیستم های پروسس آب

بر این اساس پروسه آب را در روش پرد می توان به 4 قسمت عمده تقسیم نمود :

1. سیستم تامین آب Make Up Water System
2. سیستم پروسس آب تمیز Clean Process Water System
3. سیستم پروسس آب کثیف Contaminated Process Water System
4. سیستم آب خنک کننده تجهیزات و ماشین آلات Machinery Cooling Water System

8-1-1- سیستم تامین آب

در فرآیند احیاء مستقیم در قسمت های مختلف نیاز به آب می باشد. قسمت هایی مثل : دیگ بخار (Steam Drum) برای مصرف در فرآیند احیاء، شوینده ها (Scrubbers)، کولرها (Coolers)، کمپرسورها، غبارگیرها (Dust Collection) و ...

عمده این آب از پروسس آب تمیز تأمین می شود اما به دلیل پیامدهایی مثل تبخیر و کاهش کیفیت قسمتی از آب، با کمبود آب مواجه هستیم و نیاز به یک منبع خارجی می باشد که کمبود آب مورد نیاز را جبران کند.

8-1-2- سیستم پروسس آب کثیف

موارد مصرف آب در فرآیند احیاء را می توان به 4 بخش عمده تقسیم کرد:

1. استفاده در گاز پروسس
2. خنک کاری تجهیزات مثل کمپرسورها و پمپ ها
3. خنک کاری و شستشوی گاز پروسس و گاز خنک کننده در شوینده ها
4. خنک کاری گاز عایق بندی (Seal Gas)

آبی که در گاز پروسس مصرف می شود جهت تامین گاز احیا بوده و مستقیم از سیستم تامین آب تهیه می شود.

برای خنک کاری تجهیزات از آب تمیز با کیفیت مناسب، جهت حفاظت از آنها استفاده می شود. این آب فقط دمای آن افزایش می یابد و آلوده نمی شود. دریک سیکل نسبتا بسته جریان دارد و به پروسس آب تمیز جهت خنک کاری باز می گردد.

آب مصرفی در شوینده های بالا و پایین کوره چون در ارتباط مستقیم با گاز پروسس می باشد، بدلیل افزایش دمای زیاد و همچنین نفوذ آلودگی ناشی از گرد و خاک، قبل از بازگشت به پروسس آب تمیز باید یکسری عملیات جهت بهسازی روی آن انجام گیرد. به این سیستم پروسس آب کثیف گویند.

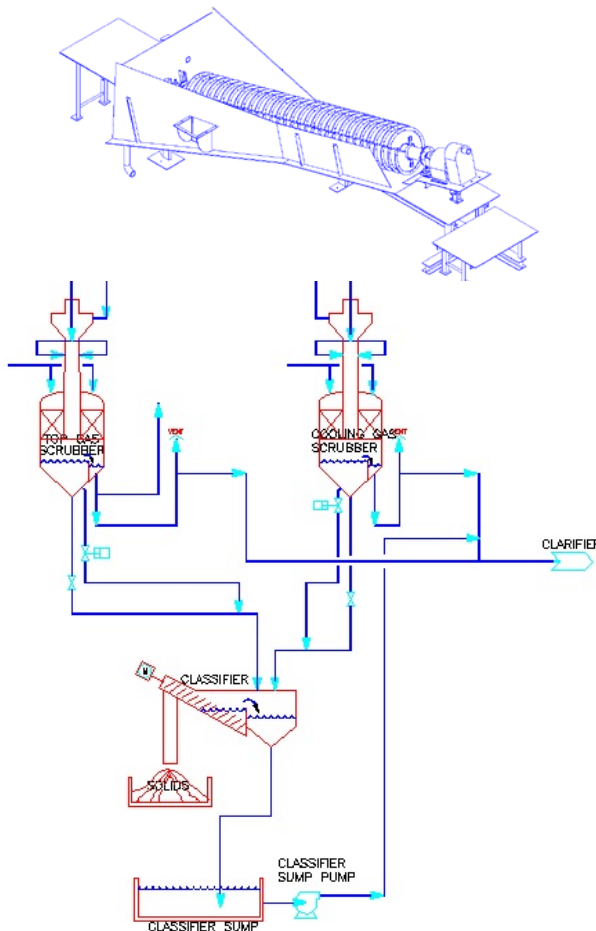
خروج آب از شوینده ها به دو صورت انجام می شود :

عمده آب از طریق سرریز شدن از بالای مخروط شوینده ها مستقیما به سازه ای به نام کلاریفایر (Clarifier) که در ادامه توضیح داده می شود) می ریزد. این آب مواد جامد کمتری نسبت به آب مانده داخل مخروط شوینده ها دارد.

آبی که داخل مخروط شوینده ها می ماند دارای مواد جامد زیادی می باشد. این مواد به مرور زمان داخل مخروط ته نشین می شوند. وقتی که میزان این مواد زیاد شد شیر پایین شوینده باز می شود و محتویات آن وارد تجهیز بنام کلاسیفایر (Celasifier) می شود.

کلاسیفایر دستگاهی است با یک محور حلزونی شکل که درون آب کثیف قرار می گیرد. این محور در زمانی که کلاسیفایر دارای آب می باشد توسط موتور شروع به چرخش می کند و به آرامی مواد جامد درون آب را بعد از ته نشین شدن، به صورت جسم جامد از آن خارج می کند.

آب خروجی از کلاسیفایر بصورت سر ریز داخل یک حوضچه می ریزد و از آنجا توسط پمپ به کلاریفایر منتقل می شود.



شکل 8-1: تصویری از کلاسیفایر و دیاگرام پایپینگ آن

آب خروجی از رطوبت گیرها، خشک کن ها و کولر گاز خنک کننده کوره مستقیماً وارد کلاریفایر می شوند.

کلاریفایر بصورت یک حوضچه بزرگ استوانه ای جهت لجن زدایی از آبهایی که به دلیل آلوده شدن کیفیت خود را از دست داده اند می باشد. (چگونگی این فرایند در قسمت عملیات های بهسازی روی آب ذکر می گردد).

کلاریفایر دارای دو پاروی می باشد که لجن های ته نشین شده در کف کلاریفایر را جهت تخلیه به پایین آن هدایت می کند. آب تمیز شده جهت خنک شدن و بازگشت به پروسس آب تمیز، به برجهای خنک کن فرستاده می شوند.

8-1-3- سیستم پروسس آب تمیز

آب خروجی از کلاریفایر دارای دمای بالایی در حدود 65 درجه سانتیگراد می باشد. این آب وارد یک چاهک بنام هات ول (Hot Well) می شود. بخشی از آن برای سرد کردن گاز پروسس در داکت ورودی به شوینده ها استفاده می شود. (گاز ورودی به شوینده ها دارای دمایی در حدود 380 درجه سانتیگراد می باشد. برای بهینه کردن عمل خنک کاری ابتدا گاز را توسط آب 60 درجه کلاریفایر کاهش دما داده و سپس با استفاده از آب سرد شده دمای گاز را تا 38 درجه سانتیگراد سرد می نماید. این عمل باعث کاهش هزینه های مصرفی می شود).

همچنین از این آب در جاهایی که دمای آن اهمیت ندارد نیز استفاده می شود. (مثل عمل شستشو در غبار گیرها و روان سازی جریان در شارژر بین) از این طریق روش پرد توانسته هزینه های ناشی از خنک سازی آب را بصورت قابل محسوسی کاهش دهد.

در شوینده ها برای پایین آوردن دمای گاز تا دمای 38 درجه سانتی گراد لازم است که دمای آب هات ول پایین تر بیاید. برای این منظور آب توسط پمپ هایی به برج های خنک کن فرستاده می شود و از آنجا توسط پمپ به شوینده ها هدایت می شود.

آبی که برای خنک سازی گاز عایق بندی استفاده می شود به دلیل تمیز بودن گاز عایق، فقط افزایش دما پیدا می کند و دارای هیچ آلودگی دیگری نمی باشد. این آب بعد خروج از Seal Gas

Cooler وارد تجهیز بنام سیل لگ (Seal Leg) شده و از آنجا برای خنک سازی به برج های خنک کننده مجزایی فرستاده می شود. آب خروجی از این برجهای همراه با اضافه نمودن آب جبرانی ناشی از تبخیر، برای تغذیه سیستم آب خنک کننده تجهیزات و ماشین آلات و همچنین بازگشت به کولرهای گاز عایق فرستاده می شود.

4-1-8- سیستم آب خنک کننده تجهیزات و ماشین آلات

دستگاه ها و تجهیزاتی که در فرآیند احیاء مورد استفاده قرار می گیرند، اغلب گران قیمت می باشند. به همین دلیل حفاظت از آنها در برابر آسیب های احتمالی امری ضروری بشمار می آید.

تجهیزاتی مثل کمپرسورها، خشک کن ها و واحد هیدرولیک نیازمند خنک کاری می باشند. برای خنک کاری این تجهیزات نیاز است که از آبی با کیفیت خوب و حامل عاملی برای جلوگیری از رسوب گذاری باشد، استفاده نمود. برای این منظور از آب تمیز استفاده می گردد.

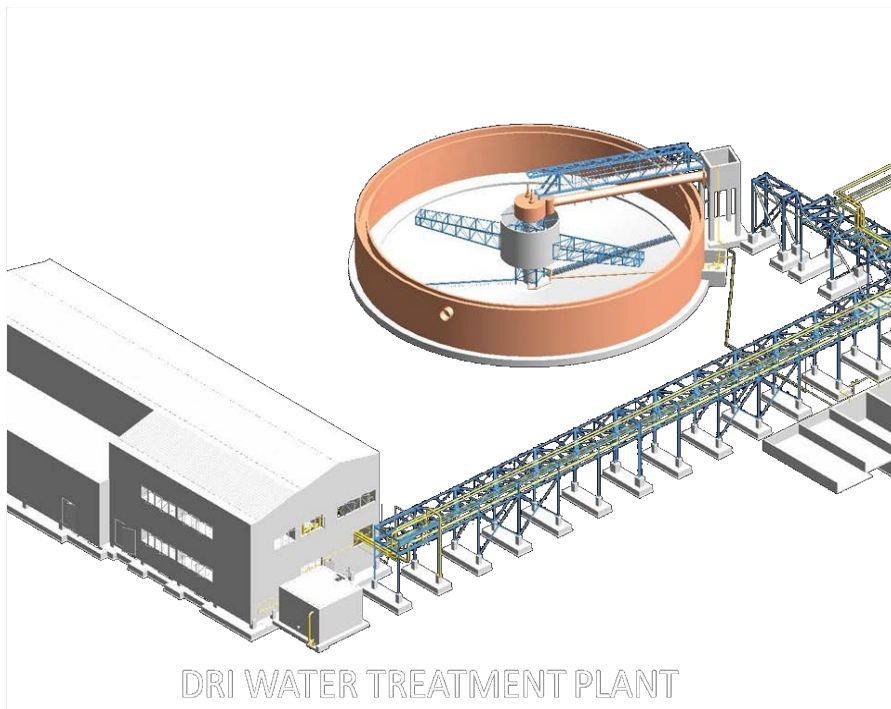
یکی از عواملی که تجهیزات در برابر آن به شدت آسیب پذیرند خوردگی می باشد. برای جلوگیری از خوردگی تجهیزات علاوه بر اینکه خود تجهیزات باید در برابر خوردگی مقاوم باشند، عملیاتی جداگانه روی آب مصرفی تجهیزات انجام می شود تا خوردگی آن کم شود. (روند کار در قسمت عملیات های بهسازی آب مصرفی پروسس توضیح داده می شود).

چون این عملیات هزینه بر است، خنک سازی آب مصرفی تجهیزات در یک سیکل بسته و توسط مبدل حرارتی (Heat Exchanger) انجام می شود و عوامل ممانعت کننده از خوردگی فقط در این سیکل افزوده می شوند.

آب مصرفی برای خنک کاری ماشین آلات از آب جبرانی (Make Up Water) و همچنین آب بازگشتی از سیستم آب خنک کننده تجهیزات و ماشین آلات تهیه می شود. این آب داخل یک حوضچه با عامل ضد خوردگی مخلوط شده و سپس داخل مبدلهای حرارتی در ارتباط غیرمستقیم با آب سرد خروجی از برجهای خنک کننده در پروسس آب تمیز، قرار می گیرد. آب خنک شده برای خنک سازی تجهیزات توسط پمپ ها به قسمتهای مربوطه فرستاده می شود.

استفاده از مبدل حرارتی باعث می شود که از میزان کاهش آب در اثر تبخیر بشدت کاسته شود و این موضوع با توجه به هزینه بر بودن پروسس تامین آب بخصوص در قسمت ماشین آلات بسیار مطلوب و تاثیر گذار می باشد.

Water Treatment



8-2- عملیات های تصفیه آب مصرفی فرآیند احیاء در روش پرد (Water

(Treatment

آبی که در فرآیند احیاء مورد استفاده قرار می گیرد دارای دو وظیفه اصلی می باشد که عبارتند از: 1- خنک کاری 2- تمیز کاری

آب برگشتی از سیستم ها، آبی است با دمای بالا و در بعضی قسمتها همراه با آلودگی، که هر دو مورد شرایط مناسبی را برای رشد میکروارگانیسم ها و همچنین افزایش میزان رسوب گذاری و خوردگی در تجهیزات را بهمراه دارد.

این آب را به دلیل آلودگی بالا و داشتن مشکلات زیست محیطی فراوان نمی توان به طبیعت باز گرداند. از طرفی همانطور که قبلا نیز ذکر گردید فرآیند احیاء یک فرآیند پر مصرف در زمینه ی مصرف آب می باشد. با توجه به کاهش منابع تامین آب در کشور ما، استفاده از آب مصرف شده در فرآیند احیاء و بازگشت آن به فرآیند یک امر ضروری در روش پرد بشمار آمده و با انجام یکسری عملیاتها و استفاده از تجهیزات مناسب، اتلافات آب را به حد اقل رسانده اند.

با توجه به مطالبی که قبلا نیز ذکر گردید، برای برطرف کردن افزایش دمای آب، آن را به داخل برج های خنک کننده می فرستند و دمای آن را به دمای مطلوب می رسانند. (کاهش دمای در حدود 30 درجه)

تلفات آب در برج های خنک کننده ناشی از تبخیر و وزش باد، پرد را برآن داشته که در طراحی خود در مواردی که اتلافات باعث مشکلات زیادی می شوند از مبدل حرارتی جهت خنک سازی آب استفاده کند.

آب که به قسمت های مختلف فرستاده می شود از نظر کیفیت و میزان دما متفاوت بود و بسته به نوع آب مورد نیاز عملیات های متفاوتی روی آن جهت بهسازی انجام می گیرد.

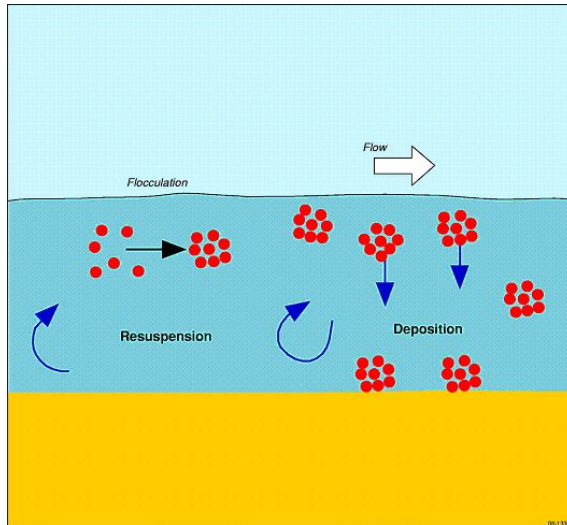
کل عملیات هایی که روی آب بازگشتی جهت ارتقاء کیفیت آن و بازگشت به پروسس آب انجام می شوند عبارتند از:

1. عملیات لجن زدایی
2. عملیات ضد رسوب
3. عملیات آفت کشی
4. عملیات ضد خوردگی

8-2-1- عملیات لجن زدایی

آبی که وارد کلاریفایر می شود حامل ذرات جامد بصورت محلول ناهمگن می باشد. این ذرات درون کلاریفایر ته نشین شده و از آن خارج می شوند. ماده ای که برای ته نشین شدن ذرات جامد در کف کلاریفایر استفاده می شود فلوکولانت (Flocculant) یا منعقد کننده نام دارد.

فلوکولانت (منعقد کننده) یک پلیمر خطی با جرم مولکولی زیاد و دارای نیروی جاذبه پیوندی برای جذب ذراتی که در آب پراکنده می شوند، می باشد. این ماده ممکن است آنیونی یا کاتیونی و حتی در بعضی مواد خنثی باشد.



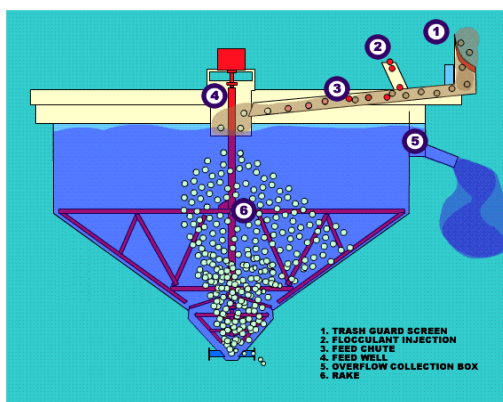
شکل 8-2: واکنش فلوکولانت با ذرات جامد

آب کثیف حاصل از شستشو دهنده های گاز بالای کوره و خنک کننده و پمپ های فاضلاب غبار گیر و کلاسیفایر از طریق محفظه تغذیه (Feed Chamber) وارد کلاریفایر می شود.

برای ته نشینی بهتر ذرات، ماده فلوکولانت در محفظه تغذیه به آب افزوده و آب با منعقد کننده فراوری می شود. اضافه کردن منعقد کننده به ذرات ریز جامد اجازه می دهد تا تشکیل ملقمه داده و در کف کلاریفایر ته نشین شود.

آب با ماده افزودنی فلوکولانت درون کلاریفایر توسط پاروهای که با سرعت 15-20 rpm حرکت می نماید به آرامی مخلوط می شود. مخلوط کردن آرام برای این منظور انجام می شود که اندازه ذرات رشد کند و به 0/1-2 mm برسد تا به آسانی رسوب نمایند.

مخلوط کردن آرام یک فرایند هیدرودینامیک است که منجر به تشکیل ذرات بزرگ و قابل رسوب می شود. سپس این ذرات می توانند در کلاریفایر رسوب کنند و مابقی در فیلترها گرفته می شوند.



- جریان آب آلوده
- افزودن فلوکولانت
- انتقال به محفظه تغذیه
- محفظه تغذیه
- سر ریز کلاریفایر
- پاروهای لجن کش

شکل 8-3: قسمت های مختلف عملیات لجن زدایی در کلاریفایر

واحد فلوکولانت شامل تجهیزات زیر است:

- تانک
- سیستم لوله کشی آب ورودی تر کننده
- پمپ تزریق
- همزن
- تغذیه کننده پودر و قیف
- پانل کنترل
- ابزار دقیق

واحد تانک همراه با میله های همزن، چنگک های تغذیه کننده خشک و کابین کنترل، به سه محفظه مجزای، آماده سازی، عمل آوری و نگهداری تقسیم می شود. این سه بخش مدت زمان کافی برای فراوری محلول ذخیره را تضمین می کنند.

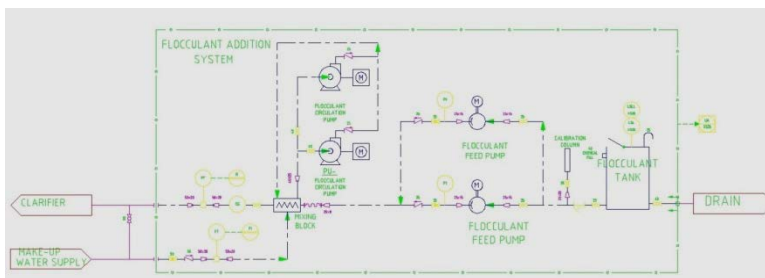
این تقسیم بندی تانک از مخلوط شدن محلول فرآوری شده با محلول جدید جلوگیری کرده و اجازه خروج پیوسته مواد را می دهد.

سیستم لوله کشی، آب مورد نیاز برای انحلال پودر را تامین می کند.

شیر کنترل فشار، میزان فشار کاری را در حد صحیح نگه می دارد.

دبی سنج، بطور پیوسته دبی جریان را لحظه به لحظه به کنترل کننده منتقل می کند. همچنین

یک شیر توقف دستی برای مخزن آب جهت انجام تعمیرات تعبیه شده است.



شکل 8-4: نمای کلی از واحد منعقد کننده

این واحد تنها یک خروجی دارد که به محفظه تغذیه کلاریفایر می ریزد.

8-2-2- عملیات ضد رسوب

برجهای خنک کننده، لوله ها و دیگر تجهیزات از جهات مختلف مورد حمله رسوبات قرار می گیرند و راندمان آنها به شدت کاهش می یابد. این ناخالصیها از طریق آب و هوا وارد تجهیزات می شوند.

بعضی از عواملی که باعث ایجاد خلل در روند کار آنها می شوند عبارتند از:

1. در اثر گرم شدن آب، نمکهای کلسیم و منیزیم محلول در آب به کربنات های نامحلول تبدیل گردیده و بصورت کریستالهای آهکی بر روی جداره لوله ها و سایر تجهیزات ایجاد رسوب می کنند.
2. ایجاد لجن های میکروبیولوژیکی که در اثر فعالیت جلبکها، باکتریها و قارچها بوجود می آید بر روی سطوح نشسته و ایجاد رسوب حجیم می کند .
3. بعلت تماس با هوا، اکسیژن، دی اکسید کربن و دی اکسید گوگرد را جذب کرده و خوردگی آب را تشدید می کند و محصول خوردگی در جای دیگر ته نشین شده و خود ایجاد رسوب می کند .

علاوه بر مشکلات خاص خود رسوب، عوامل خورنده زیر رسوب نفوذ کرده و باعث خوردگی میشود.

برای جلوگیری از تشکیل رسوب و یا متلاشی کردن رسوب های ایجاد شده باید از ماده پخش کننده (Dispersant) استفاده نمود.

مواد پخش کننده محتوی پلیمرهایی می باشند که با افزایش بار الکتریکی سطح ذرات معلق و ته نشین شونده، و ایجاد حالت دافعه بین ذرات، آنها را از هم دور نگه داشته و سبب پراکندگی آنها می شوند و یا با نفوذ به رسوب های ته نشین شده موجبات متلاشی شدن آنها فراهم کرده و در فضای آب پخش می کند .

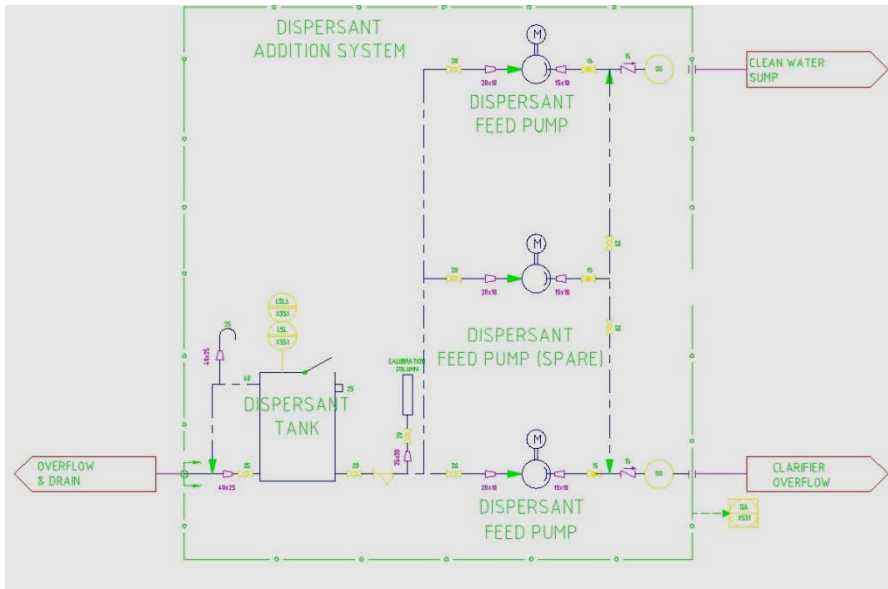
سیستم پخش کننده در کارخانه احیاء به روش پرد دارای تجهیزات زیر می باشد:

- یک تانک نگهدارنده برای مواد شیمیایی
- پمپ های تزریق

- همزن
- پانل کنترل موضعی
- شیرهای تخلیه خروجی
- مستهلک کننده های ارتعاشات
- ابزار دقیق
- تجهیزات مربوط به لوله کشی و اسکلت فولادی

این سیستم برای تزریق کاملاً اتوماتیک مواد شیمیایی عمل آوری آب خنک کننده طراحی شده است .

خروجی واحد پراکنده کننده رسوبات به آب سرریز کلاریفایر درون چاهک آب داغ (Hot Well) و همچنین به آب ورودی برج خنک کننده پروسس آب تمیز تزریق می شود.



شکل 8-5: نمای کلی از واحد پراکنده کننده

8-2-3- عملیات آفت کشی

خوردگی میکروبی و نقش میکروارگانیسمها

خوردگی زیستی، خوردگی میکروبی، یا خوردگی تاثیرپذیر از عوامل میکروبیولوژیک می تواند به عنوان فرآیندی الکتروشیمیایی تعریف شود که در آن میکروارگانیسم ها قادر به شروع، تسهیل یا تشویق واکنش خوردگی بدون تغییر در طبیعت الکتروشیمیایی آن هستند و البته میکروارگانیسم های متصل به سطوح (که معمولاً بیوفیلم نامیده می شوند) نقش اساسی داشته و شاید شرط لازم برای انجام واکنش ها باشند.

حدود ۴۰ درصد از خسارات خوردگی ناشی از خوردگی میکروبیولوژیک است. بنابراین می توان این جنبه از خوردگی را مخرب ترین نوع خوردگی دانست. این مسئله علت های مختلفی دارد که مهمترین آنها عبارتند از:

- وجود میکروارگانیسم ها در تمام محیط ها

- عدم شناخت دقیق اثر میکروارگانیسم ها

- حساسیت اکثر آلیاژها و فلزات صنعتی

سیستمی که در صنعت احیاء برای برطرف کردن مشکلات میکروارگانیسم ها می باشد، سیستم افزودن آفت کش (Biocide Addition System) نام دارد.

این سیستم باید مواد شیمیایی برای تهیه آب خنک کننده، جهت کنترل رشد اجزاء میکروبی شامل باکتریهای هوازی و غیره هوازی مثل قارچ، مخمر و جلبک را تامین نماید .

کنترل آلودگی میکروبیولوژیکی همراه با آب خنک کننده لازم است، بطوری که لایه های زیستی سیستم را که ممکن است منجر به خرابی تجهیزات مبدل حرارتی، لوله ها و تجهیزات برج خنک کننده و متعاقباً خوردگی میکروبیولوژیکی فلزات مربوط به این سیستم شوند، به حداقل می رساند.

آفت کش در هر دو برج خنک کننده آب آلوده و تمیز برای جلوگیری از رشد باکتری در آنها به مقدار معینی اضافه می شود.

محاسبه مجدد سیستم آب خنک کننده را می توان بطور پیوسته یا متناوب انجام داد.

هدف از عملیات متناوب در این سیستم ها وارد نمودن شوک به میکروبهها با مقدار زیادی از آفت کش است. بعد از آن مقدار آفت کش کاهش داده می شود. بعد از یک دوره تکثیر، رشد جدید با مقدار معینی شوک دیگری متوقف می شود.

بیشتر میکروبهها در سیستم های خنک کننده در صورتیکه به مدت لازم در معرض غلظت کافی از آفت کش ها قرار گیرند را می توان توسط آفت کش های اکسید کننده از بین برد.

سیستم آفت کش پیوسته ممکن است برای کنترل لجن میکروبی خیلی محتاطانه بنظر برسد، اما برقرار کردن یک ته نشینی آزاد پیوسته در بعضی سیستم ها اقتصادی نیست.

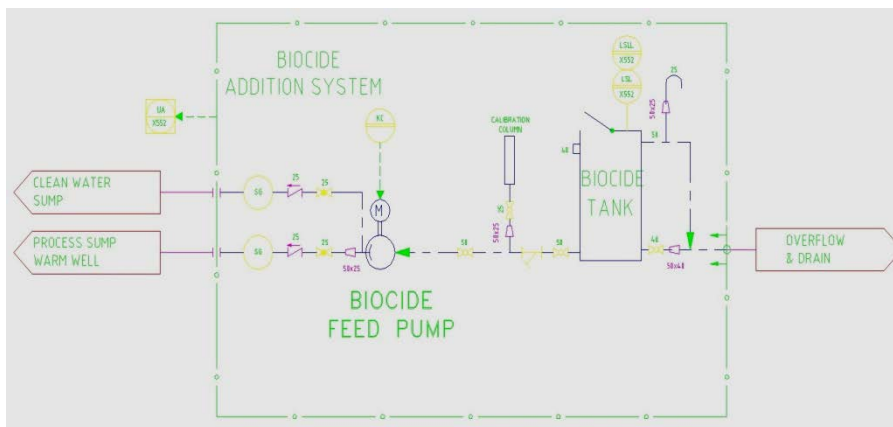
علاوه بر این آفت کشهای اکسید کننده می توانند موجب آلودگی کاتالیست ریفرمر در کارخانه احیاء شوند. بنابر این آفت کش های غیر اکسیدی بهترین گزینه برای کاخانه احیاء هستند.

هر کدام از این سیستم ها شامل موارد زیر می شوند:

- یک تانک نگهداری برای مواد شیمیایی
- پمپ های تزریق
- همزن
- پانل کنترل موضعی
- شیرهای تخلیه خارجی
- مستهلک کننده ارتعاشات
- ابزار دقیق
- اسکلت فلزی و لوازم مورد نیاز مربوطه

همانطور که ذکر گردید این سیستم برای تزریق کاملاً اتوماتیک مواد شیمیایی عمل آوری آب خنک کننده طراحی شده است .

خروجی واحد آفت کشی به حوضچه آب تمیز (Clean Water Sump) و همچنین به آب چاهک گرم (Warm Well) تزریق می شود.



شکل 8-6: نمای کلی از واحد آفت کشی

استفاده مناسب از ترکیبات، جرم گرفتگی میکروبیولوژیکی را که در اثر خوردگی و حفره دار شدن بوسیله باکتری ایجاد شده، بطور موثری کنترل می کند.

تجهیزات تغذیه این واحد در کارخانه احیاء براساس عملیات متناوب ساخته می شوند و فرکانس شوک بستگی به خصوصیات سیستم و شدت مشکلات دارد.

8-2-4- عملیات ضد خوردگی

از بین رفتن ساختمان ها، پلها، سازه های فلزی و غیره فلزی، تجهیزات وتاسیسات خانگی و صنعتی در اثر خوردگی همراه با افزایش خطرات ناشی از نشت مواد، همواره مشکلات جدی و متعددی را بوجود آورده است.

تمام مواد با نسبت های مختلف خورده می شوند. همچنین کلیه محیط ها ممکن است خاصیت خوردندگی داشته باشند. لکن قدرت خوردندگی آنها متفاوت است.

از این رو شناخت عوامل موثر بر خوردگی و همچنین راه های مقابله با خوردگی از اهمیت بالایی برخوردار است.

ممانعت کننده های خوردگی

ممانعت کننده ها مواد شیمیایی هستند که با افزودن آنها به مقادیر جزئی در محیط های خوردنده، میزان خوردگی به صورت قابل ملاحظه ای کاهش می یابد. در عمل از روش های مختلف و مواد شیمیایی گوناگون برای این منظور استفاده می نمایند.

در حملات الکترو شیمیایی موقعی که در اثر واکنش، ترکیب نامحلولی در آند تولید شود (محصول واکنش آندی) خوردگی متوقف خواهد شد. همچنین اگر نتیجه واکنش کاتدی منجر به ایجاد رسوبی گردد، به علت جلوگیری از ورود اکسیژن مورد نیاز و یا به دلیل مسموم شدن نقاطی که آماده واکنشهای کاتدی دیگرند (مانند تولید هیدروژن) خوردگی متوقف می شود.

به این ترتیب مشاهده می شود که دو دسته مواد شیمیایی جداگانه وجود دارند که می توانند باعث کند شدن یا متوقف شدن واکنش های خوردگی گردند. (کند کننده های آندی و کاتدی)

در صورتی که کند کننده های آندی به حد کافی اضافه شده باشند موثر خواهند بود، ولی اگر کمتر از غلظت بحرانی اضافه شوند موجب کم شدن سطح موثر گشته و منجر به تشدید خوردگی های موضعی خواهند شد.

کند کننده های آندی مخصوصاً در شکافها و گوشه ها و نقاط ساکن و مرده سیستم و یا نقاطی که ذرات موجود در محیط به آسانی در آن جمع می شوند خطر ناک می باشند.

برخی از کند کننده های آندی عبارتند از : کربنات سدیم، فسفات سدیم، سیلیکات سدیم و کربنات سدیم.

کند کننده های کاتدی بخوبی کند کننده های آندی عمل حفاظتی را انجام نمی دهند ولی حدودی رضایت بخش می باشند. در ضمن در صورت کم بودن مقدار آنها در محلول خیلی خطرناک نخواهند بود.

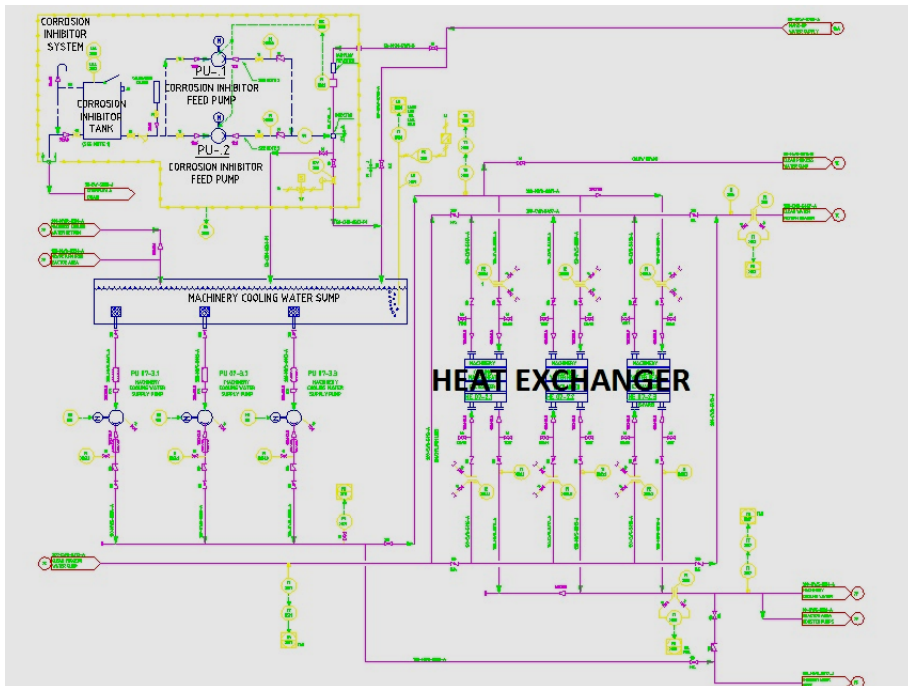
رسوبات کربنات کلسیم در لوله های فولادی حامل آب های سخت که حاوی مقدار زیادی بی کربنات کلسیم $Ca(HCO_3)_2$ می باشند ناشی از واکنش کاتدی بوده و در کاهش میزان خوردگی موثر می باشد.

در روش پرد برای کنترل خوردگی در آب شدیداً خورنده پروسس، ممانعت کننده خوردگی به سیستم آب خنک کننده ماشین آلات اضافه می شود.

سیستم ممانعت کننده از خوردگی در روش پرد دارای موارد زیر می باشد:

- یک تانک نگهداری برای مواد شیمیایی
- پمپ های تزریق
- پانل کنترل موضعی
- شیر های تخلیه
- مستهلک کننده های ارتعاشات
- ابزار انژکتور
- کنترل و ابزار دقیق
- اسکلت فلزی برای لوله ها و سایر تجهیزات

عملیات ضد خوردگی یک عملیات هزینه بر می باشد. به همین خاطر این عملیات تنها برای به سازی آب مورد نیاز جهت خنک سازی ماشین آلات، انجام می شود. خروجی سیستم ضد خوردگی به حوضچه آب خنک کننده ماشین آلات (Machinery Cooling Water Sump) می ریزد که این آب پس از کاهش دما در مبدل‌های حرارتی برای خنک سازی ماشین آلات به واحد های مربوطه فرستاده می شوند.



شکل 8-7: نمایی کلی از سیستم انتقال آب ماشین آلات و سیستم ضد خوردگی

(Corrosion Inhibitor System)

9- انتقال مواد (Material Handeling) و توزیع بار کوره

در این فصل به چگونگی انتقال مواد در کارخانه احیاء بروش پرد و همچنین چگونگی توزیع بار کوره پرداخته می شود.

این فصل به چهار بخش عمده زیر تقسیم می شود:

1. محل بار گیری و تخلیه (Loading & Unloading)
2. انتقال اکسید های آهن (گندله) به کوره (Oxide Material)
3. توزیع بار در کوره
4. حمل و انتقال محصول (آهن اسفنجی) (Product Material)

در این بخش ها به کلیاتی در زمینه انتقال مواد و توزیع بار کوره و همچنین شرح سیستم ها و دستگاه ها مرتبط پرداخته می شود که در همه کارخانه های پرد مشترک می باشد.

9-1 بارگیری و تخلیه

اکسید آهنی که بصورت گندله از واحد گندله سازی به کارخانه احیاء پرد فرستاده می شود باید دارای مشخصات مناسب با اهداف پروسس باشد تا محصولی مناسب و منطبق با پروژه بدست آید.

گندله مصرفی باید دارای ویژگی های زیر باشد:

چگالی حجمی (Bulk Density):

2.3 T/M3

سایز بندی دانه ها (Particle Size):

85 % (Min)

حداقل 85 درصد دانه ها باید در این رنج باشند) 9 - 35mm

10 % (Max)

حداکثر 10 درصد دانه ها می توانند در این رنج باشند) 6.3 - 9 mm

5 % (Max)

حداکثر 5 درصد دانه ها می توانند کمتر از 6/3 میلیمتر باشند) < 6.3 mm

میزان رطوبت (Moisture Content):

<2 %

دما (Temperature):

محیط (Ambient)

(Highly Abrasive) مقاومت بالا در برابر سایش

(Angle Of Repose): زاویه ریزش مواد $33 \pm 3^\circ$

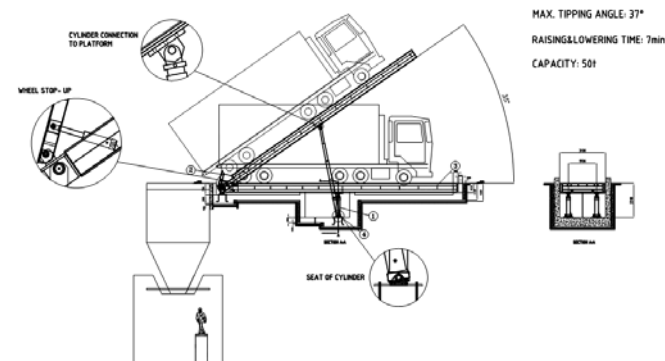
انتقال گندله از کارخانه سازنده به کارخانه احیاء بوسیله کامیون ها، تریلرها و یا از طریق خطوط ریلی و واگن ها امکان پذیر است.

بار ارسالی از کارخانه گندله سازی به محل تخلیه بار (Unloading Station) در کارخانه احیاء رفته و بار در محل تخلیه می گردد.

کامیون ها و تریلرهایی که برای تخلیه بار دارای سیستم هیدرولیکی می باشند بار خود را به وسیله جک به درون سیلوهای تعبیه شده در محل تخلیه بار (Truck Discharge Bin)، می ریزند.

آن دسته از کامیون ها و تریلرهایی که دارای سیستم تخلیه نمی باشند بارشان توسط تجهیزاتی به نام Truck Tipper به درون سیلوها تخلیه می شوند.

دستگاه Truck Tipper شامل یک Plat Form فولادی بوده که در یک انتها بصورت لولایی به زمین متصل گردیده است و با فشار دوجک در قسمت میانی آن زاویه 35 درجه نسبت به سطح زمین پیدا می کند تا بتواند بار تریلی را تخلیه نماید

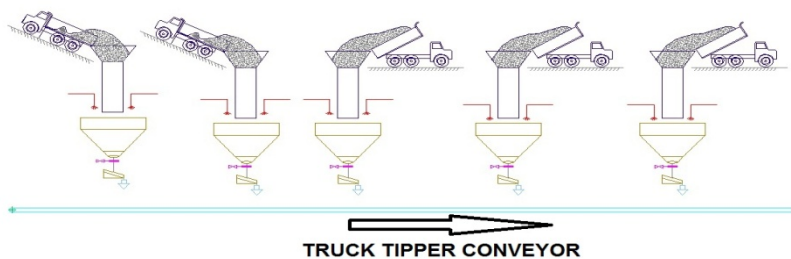


شکل 9- 1: نمایی از Truck Tipper



شکل 9-2: دو تیپ تخلیه بار از کامیون ها و تریلرها

در شکل 9-3 طریقه تخلیه بار درون سیلوهای تخلیه نشان داده شده است:



شکل 9-3: طریقه تخلیه بار درون سیلوهای تخلیه



شکل 9-4: تخلیه بار توسط واگن

همانطور که در شکل نیز مشخص است سیلوه‌های تخلیه در مکانی پایین تر از کامیون ها قرار می‌گیرند تا با به راحتی درون آنها تخلیه گردد.

در زمان تخلیه بار میزان قابل توجهی گرد و غبار به هوا بلند می‌شود که برای ممانعت از این امر، مقداری آب درون سیلوها همزمان با تخلیه باز پاشیده می‌شود.

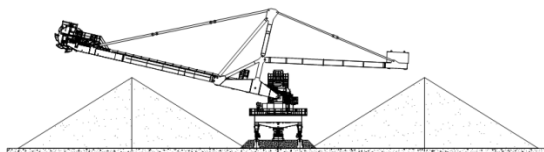
گندله‌ها از پایین سیلوها توسط تغذیه کننده‌ها (Truck Discharge Feeder) بر روی کانوایر تخلیه مواد (Tipper Discharge Conveyor) می‌ریزند. کنترل ریزش مواد به درون تغذیه کننده‌ها توسط دریچه‌های دستی (Truck Discharge Manual Gate) کنترل می‌شوند.

کانوایر ها مواد را جهت ذخیره به واحد انباشت و برداشت (Stacker & Reclaimer) و یا مخزن ذخیره روزانه (Day Bin) منتقل می‌کنند.

گندله‌ها توسط استکر که دارای یک کانوایر بر روی بازوی خود می‌باشد در کپه‌های موازی (Piles) و در ابعاد مشخص انباشته می‌شوند.

برداشت گندله‌ها از محل انباشت توسط دستگاه ریکلایمر انجام می‌گیرد. این کار را توسط پاکت‌هایی که بر روی درام انتهایی خود دارد (Bucket Wheel) انجام می‌دهد. این دستگاه با استکر در یک ترکیب می‌باشند. به این صورت که در زمانی که که بار مازاد باشد توسط کانوایر ها برای ذخیره به محل انباشت فرستاده می‌شوند. در زمان انباشت ریکلایمر غیر فعال بوده و بار توسط بازوی استکر در محل تخلیه می‌شود. در زمانی که نیاز است از محل انباشت گندله برای احیاء فرستاده شود، جهت حرکت کانوایر بازوی استکر برعکس شده و بار توسط پاکت‌های ریکلایمر بر روی کانوایر ریخته شده و به سمت سیلوی تغذیه روزانه کوره (Day Bin) فرستاده می‌شود.

در شکل های 9-5 و 9-6 طریقه انباشت و برداشت گندله نشان داده شده است.



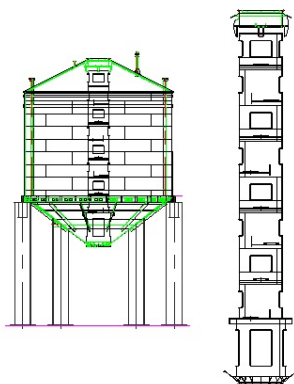
شکل 9-5: طریقه ذخیره گندله



شکل 9-6: Combined Stacker & Reclaimer

همانطور که ذکر شد گندله‌هایی که برای احیاء به کوره فرستاده می‌شوند در دی بین که سیلوی ذخیره روزانه می‌باشد ذخیره می‌گردند. قبل از فرستادن به دی بین برای جدا کردن گندله‌هایی که خیلی بزرگتر از سایز مورد نیاز می‌باشند و همچنین بر طرف نمودن سنگها و آشغال‌هایی که در طول مسیر وارد بارشده اند، گندله‌ها را درون یک سرند درشت دانه (Oversize Grizzly) ریخته و مواد درشت از خط انتقال به بیرون ریخته می‌شوند و بقیه گندله‌ها از زیر سرند بر روی کانوایر ریخته و به دی بین انتقال داده می‌شوند.

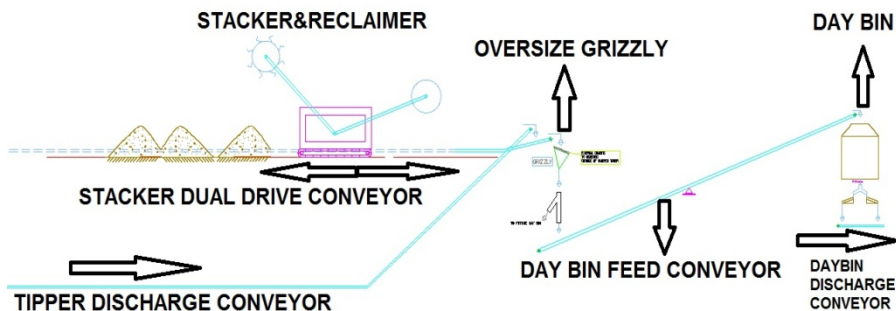
دی بین یک مخزن فولادی بزرگ است که گندله‌ها از قسمت بالا وارد آن میشوند. این مخزن جهت شارژ روزانه کوره می‌باشد. برای جلوگیری از خرد شدن مواد در هنگام ریزش درون دی بین، از تجهیز بنام راک لدر (Rock Ladder) استفاده می‌شود. این تجهیز با ساختمان پله ای که دارد، جلوی سقوط آزاد مواد درون دی بین را می‌گیرد و از خرد شدن مواد جلوگیری می‌کند.



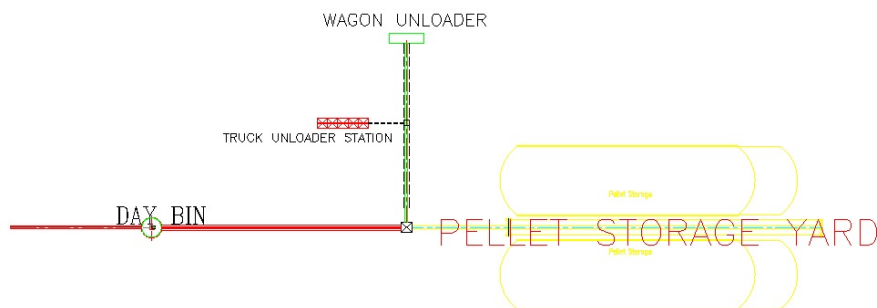
شکل 7-9: نمایی از دی بین و راک لدر داخل آن

مواد از پایین دی بین توسط دو تغذیه کننده (Daybin Discharge Feeders) بر روی نوار نقاله می ریزند که ریزش مواد توسط یک دریچه دستی (Day Bin Discharge Slide Gate) تنظیم می شود.

در شکل 8-9 نمایی کلی از قسمت بارگیری و تخلیه گندله در کارخانه احیاء نشان داده شده است.



شکل 8-9: نمایی کلی از قسمت بارگیری و تخلیه گندله



شکل 9-10: Loading & Unloading

9-2- انتقال اکسید های آهن (گندله) به کوره (Oxide Material)

این واحد از سیستم انتقال مواد دارای 4 قسمت اصلی به شرح زیر می باشد:

Remet Feed	I
Oxide Screen	II
Lime Coating System	III
Oxide Sampler	IV

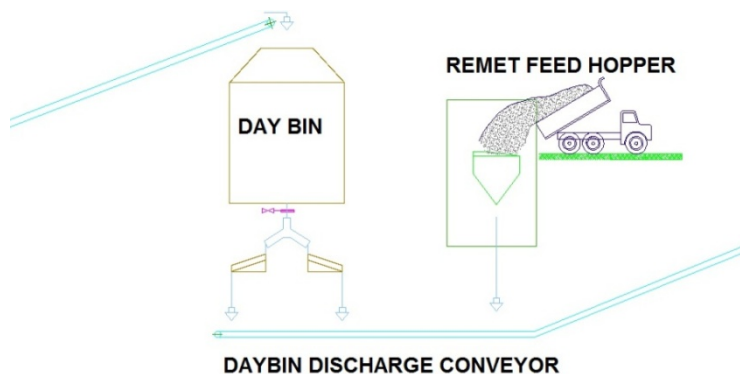
در ادامه به توصیف مختصری در مورد این واحدها می پردازیم.

Remet Feed

این واحد بعد از دی بین قرار دارد. در زمان راه اندازی کارخانه، چون درجه احیاء محصول به میزان مورد نظر نمی رسد لازم است که محصول خروجی از کوره دوباره برای انجام عملیات احیاء به مسیر شارژ باز گردد. بار بازگشتی از کوره در این محل تخلیه می گردد. این عمل (تخلیه کوره و بازگشت مواد به خط شارژ) تازمانی انجام می شود که محصول به درجه مناسبی از احیاء برسد.

درمواقعی که دی بین به دلایلی مثل خراب بودن تغذیه کننده های زیر آن، توانایی شارژ خط را ندارد، تا زمان رفع عیب، از این واحد جهت شارژ اضطراری نیز استفاده می شود.

این واحد دارای یک قیف تغذیه کننده (Remet Feed Hopper) می باشد که گندله توسط کامیون درون آن ریخته می شود. گندله ها توسط ناودانی از پایین قیف روی نوار نقاله می ریزند. ریزش مواد توسط یک دریچه واقع در زیر قیف کنترل می شود.



شکل 9-11: نمای کلی از Remet Feed

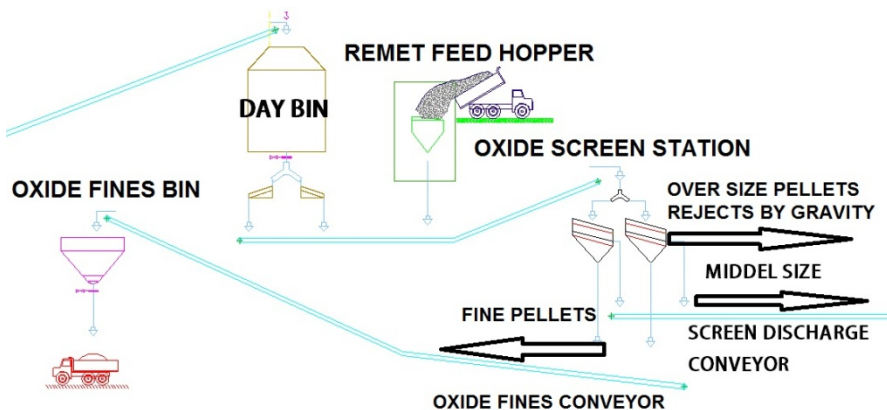
Oxide Screen

در اثر نقل و انتقالات صورت گرفته، مقداری از گندله ها خرد می شوند که نه تنها برای احیاء مناسب نیستند بلکه باعث کاهش کیفیت احیاء نیز می شوند. بعضی از گندله ها نیز بزرگتر از سایز مناسب (8-16mm) برای احیاء می باشند.

مجموع این گندله ها باید از مسیر شارژ کوره خارج شوند. برای این منظور، گندله ها وارد یک یا دو غربال (Oxide Screen) می شوند. در این غربالها گندله ها در سه سایز، ریز دانه، درشت دانه و دانه های مناسب دسته بندی می شوند. درشت دانه ها توسط نیروی ثقلی از بالای غربال به بیرون ریخته می شوند. دانه هایی که دارای سایز مناسبی برای احیاء می باشند از قسمت وسط غربال بر روی نوار نقاله می ریزند و به سمت کوره هدایت می شوند.

دانه های ریز از پایین غربال روی یک نوارنقاله مجزا (Oxide Fines Conveyor) ریخته شده و داخل یک سیلو (Oxide Fines Bin) ذخیره می شوند تا به کارخانه گندله سازی برای استفاده مجدد فرستاده شوند.

در شکل 9-12 نمای کلی از این قسمت نمایش داده شده است.



شکل 9-12: نمای کلی از غربال های اکسید آهن و کانوایر های مربوطه

Lime Coating System

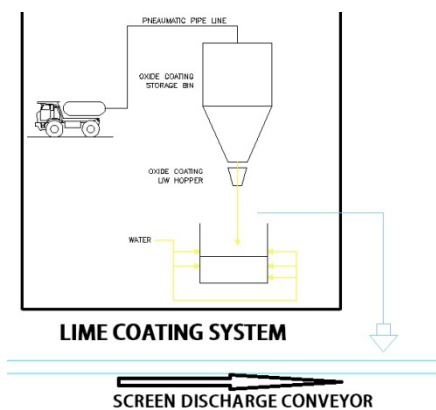
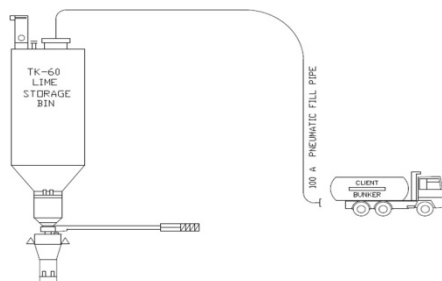
همانطور که قبلاً نیز ذکر شد بالا بودن دمای گاز احیاء باعث افزایش راندمان فرایند احیاء می شود ولی این دمای بالا باعث ذوب سطحی گندله ها شده که در نتیجه آن، گندله ها به هم می چسبند و تشکیل خوشه می دهند. این امر باعث کاهش کیفیت احیاء در آنها می شود.

برای جلوگیری از ذوب سطحی گندله ها و افزایش دمای ذوب آنها، لایه نازکی از آب آهک شامل 0/5 تا 2/5 کیلوگرم به ازای یک تن گندله بر روی مواد پاشیده می شود. این کار توسط واحد آب آهک پاشی (Lime Coating System) واقع در قبل از کوره انجام می شود.

آب آهک توسط یک سیستم پنوماتیکی درون مخزن ذخیره ریخته شده و توسط دریچه تغذیه کننده بر روی گندله ها پاشیده می شود.

برای جلوگیری از ناپایداری آب آهک درون مخزن، یک همزن در قسمت خروجی مخزن قرار دارد.

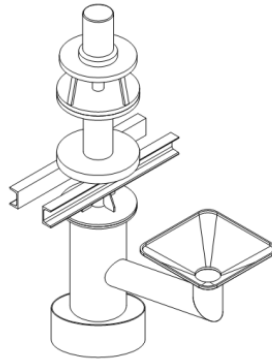
در زیر تصاویری از تجهیزات این واحد آمده است.



شکل 9-13: تصاویری از Lime Coating System

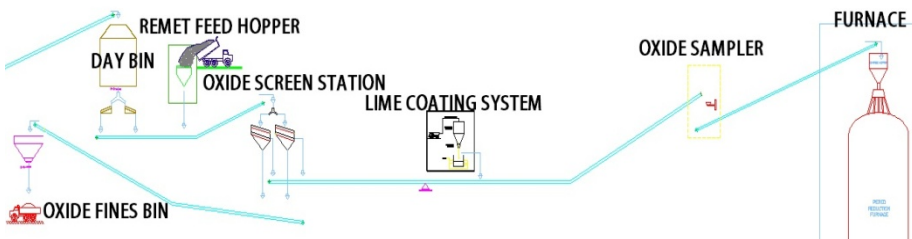
Oxide Sampler

قبل از اینکه گندله ها وارد کوره شوند از آنها بوسیله دستگاه Oxide Sampler جهت بررسی ترکیبات شیمیایی و خواص فیزیکی و مکانیکی و همچنین دانه بندی بصورت ادواری نمونه برداری می شود.



شکل 9-14: Oxide Sampler

شکل 9-15: نمایی کلی از واحد انتقال اکسید های آهن (گندله) به کوره می باشد.



شکل 9-15: نمایی کلی از واحد انتقال اکسید های آهن (گندله) به کوره

9-3- توزیع بار در کوره

گندله ها یی که بعداز عبور از مراحل مختلف دارای شرایط مناسب برای احیاء می باشند به سمت کوره هدایت می شوند. قبل ورود به کوره، گندله ها وارد یک مخزن ذخیره (Charge Hopper) واقع در بالای کوره می شوند. شاژ هاپر یک مخزن استوانه ای بزرگ می باشد که در انتها به یک قیف متصل شده است. این تجهیز جهت نگهداری مقداری گندله جهت شارژ در کوره و ایجاد یک جریان پایا و یکنواخت در کوره مورد استفاده قرار می گیرد.

گندله ها از قیف پایین شارژ هاپر به سمت کوره شارژ می شوند. در قیف شارژ هاپر به دلیل متراکم شدن جریان گندله ها در اثر کاهش سطح مقطع، احتمال تشکیل سازه گنبدی شکل و مسدود شدن مسیر شارژ توسط گندله ها وجود دارد. در صورت ایجاد این انسداد مقداری آب با فشار بالا توسط نازل‌های تعبیه شده درون قیف شارژ هاپر پاشیده می شود. این آب حرکت گندله ها را روان ساخته و از مسیر رفع گیر می نماید.

لازم به ذکر است آبی که در شارژ هاپر استفاده می شود نیاز نیست سرد شده و یا از پروسس آب تمیز باشد. پرد از خروجی پروسس آب گرم در شارژ هاپر استفاده می کند که این خود نشان دهنده یک طراحی دقیق برای کاهش هزینه های ناشی از بهسازی و سرد کردن آب پروسس می باشد.

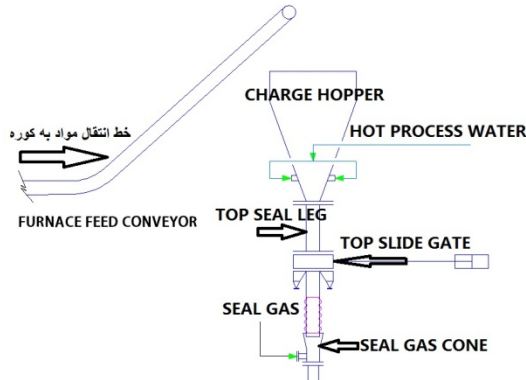
جریان مواد پس از عبور از شارژ هاپر، وارد لوله و پایه ی انتقال مواد بنام تاپ سیل لگ (Top Seal Leg) می شود.

در مسیر سیل لگ، جهت کنترل شارژ مواد به درون کوره، از دریچه ای لغزان و کشویی به نام تاپ اسلاید گیت (Top Slide Gate) استفاده می شود. این دریچه توسط بازوی هیدرولیکی باز و بسته می شود.

کار اصلی که در سیل لگ انجام می شود، تزریق گاز عایق جهت عایق کردن بالای کوره و ممانعت از خروج گاز های احیایی از بالای کوره می باشد. در صورت اینکه سیستم عایق بندی با

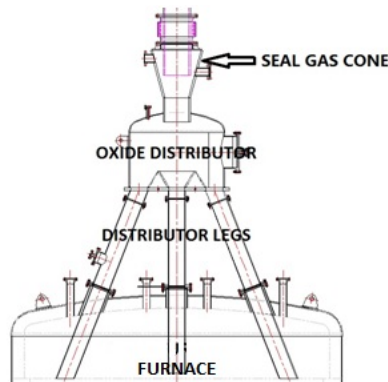
مشکل روبرو شود مسیر خروج گاز توسط اسلاید گیت بسته شده و شارژ کوره تا رفع عیب متوقف می شود.

گاز عایق درون یک مخروطی پس از اسلاید گیت (Seal Gas Cone) تزریق می شود. شکل 9-16 نمای کلی از تجهیزات ذکر شده تا این قسمت را نشان می دهد.



شکل 9-16: نمایی از قسمت های مختلف تخلیه بار در بالای کوره

گندله ها پس از عبور از سیل لگ وارد یک توزیع کننده (Oxide Distributor) می شوند. این توزیع کننده دارای چندین پایه (Distributor Legs) می باشد که از بالای کوره وارد کوره شده اند و باعث می شوند که جریان یکنواختی از گندله درون کوره بوجود آید. به دلیل شکل خاصی که این تجهیز دارد به آن اختاپوسی هم می گویند. در شکل 9-17 نمایی از این تجهیز نشان داده شده است.

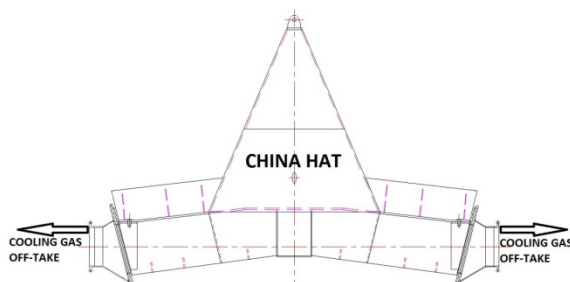


شکل 9-17: نمایی از Oxide Distributor

مواد به صورت یکنواخت وارد کوره می شوند. این جریان یکنواخت باعث می شود که فرایند احیاء با کیفیت بالا و بصورت یکنواخت انجام پذیرد.

مواد پس از عبور از ناحیه های احیاء و انتقال کوره و تبدیل به محصول، برای سرد شدن وارد ناحیه خنک کننده کوره (Cooling Zone) می شوند. تجهیزاتی که ناحیه خنک کننده کوره را از ناحیه انتقال کوره جدا می کند کلاه چینی (China Hat) نام دارد. این تجهیز جریان محصول را به چهار قسمت مساوی تقسیم کرده و به سمت دیواره کوره هدایت می کند. تراکم مواد باعث می شود که فضای خنک کننده کوره از قسمت بالای آن جدا شود.

در شکل 9-18 تصاویری از این تجهیز نشان داده شده است.



شکل 9-18: تصاویری از China Hat

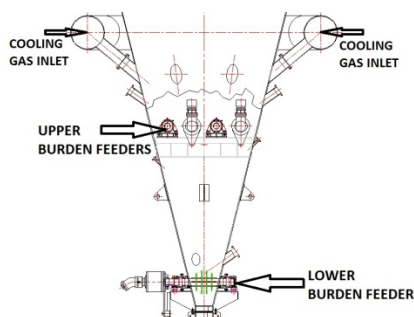
همانطور که قبلاً نیز گفته شد چون فرایند احیاء در دمای بالا و نزدیک به ذوب انجام می شود ممکن است که تعدادی از محصولات بهم بچسبند و تشکیل کلوخه (Cluster) بدهند. برای این منظور در روش پرد از دوردیف کلوخه شکن (Burden Feeders) در وسط و پایین ناحیه خنک کننده کوره برای شکستن کلوخه ها و جدا کردن محصولات بهم چسبیده استفاده می شود.

کلوخه شکن ها عبارتند از یک سری شفت که بر روی آنها تیغه هایی به موازات محور شفت قرار دارد .

شفت هایی که در یک ردیف قرار می گیرند به کمک یک هیدرو موتور حول محورشان می چرخند. این شفتها بصورت مجزی دوران میکنند و این امر باعث می شود وقتی که هر یک از شفتها به دلیلی در حرکتش خللی ایجاد شود بقیه به حرکت خود ادامه دهند.

کلوخه شکن ها باعث ایجاد حرکت دقیق و منظم بار در کوره می شوند.

شکل 9-19 تصویر و جانمایی کلوخه شکن ها در کوره به روش پرد را نشان می دهد.



شکل 9-19: تصویر و جانمایی کلوخه شکن ها در کوره

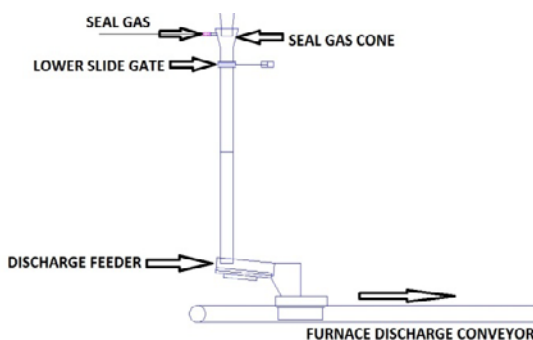
محصول کوره احیاء که همان آهن اسفنجی است بعد از عبور از ناحیه خنک کننده و سرد شدن، توسط لوله انتقال مواد پایین کوره (Bottom Seal Leg) وارد یک مخروط (Seal Gas Cone) می‌شود. گاز عایق به داخل این مخروط تزریق می‌شود و مانع از خروج گاز احیاء از پایین کوره می‌گردد.

بعد از این مخروط یک دریچه (Lower Slide Gate) در مسیر حرکت محصول قرار دارد. این دریچه وظیفه کنترل خروج مواد از کوره را بر عهده دارد. در روش پرد مواد در حدود 8 ساعت درون کوره می‌ماند.

در زمانی که سیستم عایق بندی پایین کوره دچار مشکل شود این دریچه مسیر خروج محصول را تا رفع مشکل بطور کامل مسدود می‌کند.

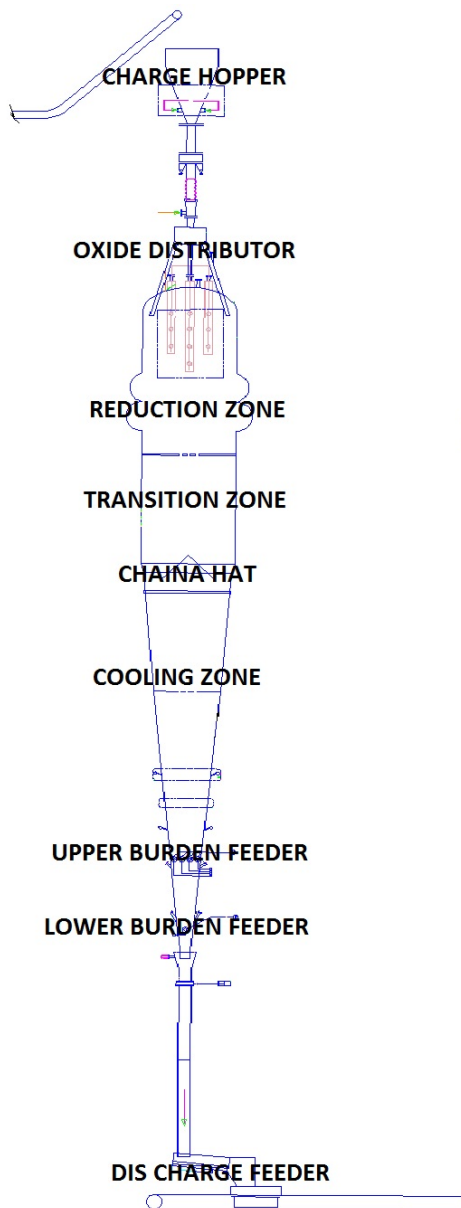
در نهایت محصول توسط لوله های رابط درون یک تغذیه کننده (Discharge Feeder) واقع در زیر کوره ریخته می‌شود. این تغذیه کننده مواد را روی نوار نقاله (Furnace Discharge Conveyor) برای انتقال به مراحل بعد می‌ریزد.

در شکل 9-20 نمایی از این تجهیزات آمده است.



شکل 9-20: نمایی از لوله آب بندی پایین کوره و تجهیزات آن

شکل 9-21 نمایی کلی از قسمت ها و تجهیزات مختلف کوره می باشد.



شکل 9-21: تجهیزات و قسمت های مختلف کوره

9-4- حمل و انتقال محصول (آهن اسفنجی) (Product Material)

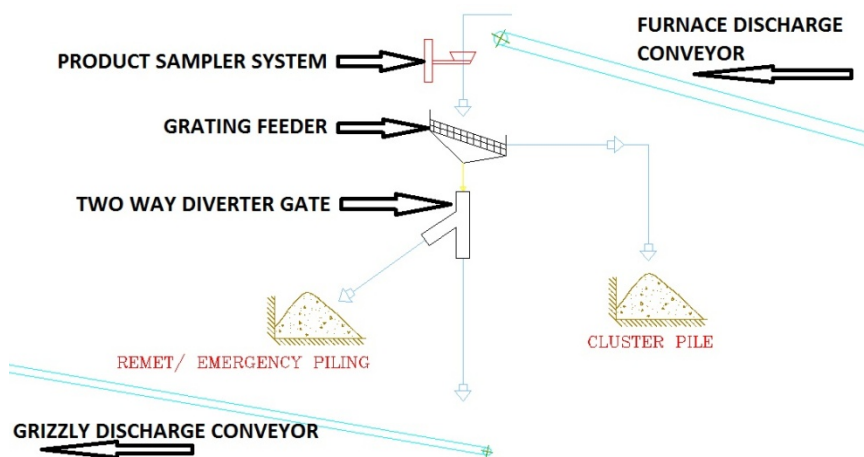
بعد از خروج محصول از کوره توسط دستگاه نمونه گیر (Product Sampler) از آن نمونه برداری می شود.

به دلیل بالا بودن دما در کوره مقداری از محصولات به هم می چسبند و تشکیل خوشه (Cluster) می دهند که برای جدا نمودن آنها از محصول، مواد به یک واحد غربال (Product Grating) (Feeder) هدایت می شوند. در این واحد مواد به هم چسبیده به دلیل بزرگ بودن، از سرندهای غربال عبور نکرده و از دیگر مواد جدا می شوند و بصورت کپه (Cluster Pile) انباشته می شوند. این مواد پس از خردایش به فرآیند احیاء باز گردانده می شوند.

موادی که از غربال عبور می کنند برای انتقال به سیلوهای انباشت (Storage Bins) بر روی نوار نقاله مربوطه (Grizzly Discharge Conveyor) ریخته می شوند.

لازم به ذکر است در صورت پر بودن سیلوهای تغذیه و یا بروز اشکال در سیستم انتقال، محصولات بصورت کپه (Remet/ Emergency Piling) در محل غربال انباشته می شوند و در صورت لزوم مورد استفاده قرار می گیرند. این کار توسط یک دوراهه (Two Way Diverter Gate) انجام می شود.

در شکل 9-22 نمایی از این تجهیزات آمده است.

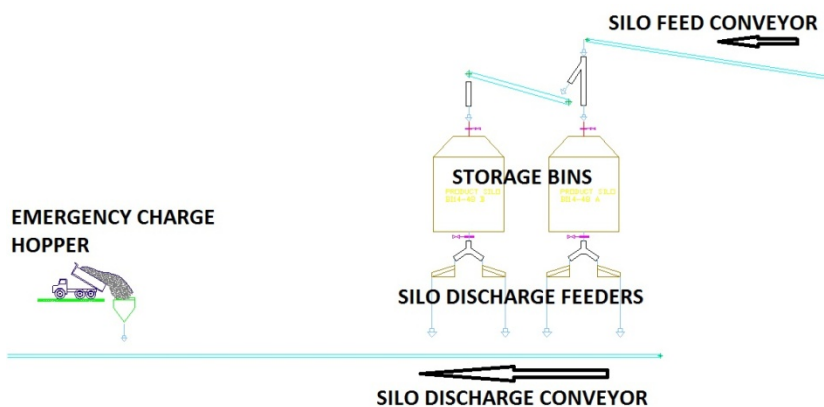


شکل 9-22: نمایی از واحد غربال محصول و کانوایرهای مربوطه

ساختمان سیلوهای ذخیره آهن اسفنجی (Storage Bin) شبیه به دی بین است.

مواد از زیر این سیلوها توسط تغذیه کننده ها (Silo Discharge Feeders) بر روی نوار نقاله (Silo Discharge Conveyor) ریخته می شوند و به یک واحد غربال نهایی (Product Screen) فرستاده می شوند.

در کنار سیلوهای ذخیره محصول، سازه ای شامل یک کیف (Emergency Charge Hopper) وجود دارد که از آن جهت شارژ اضطراری خط استفاده می شود.

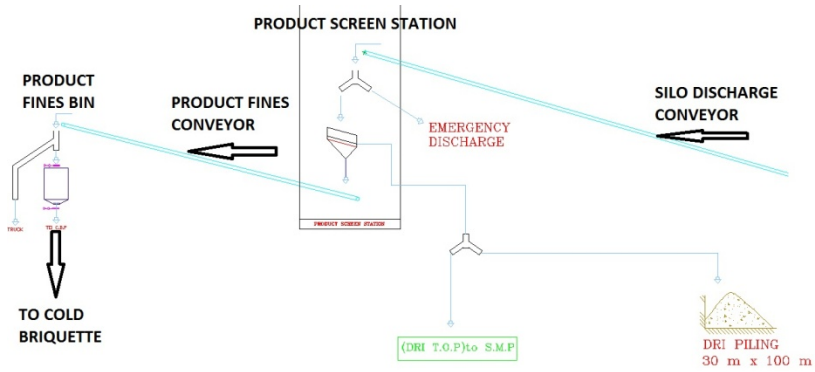


شکل 9-23: نمایی از محل ذخیره محصول

در واحد غربال نهایی، محصولاتی که دارای سایز مناسبی جهت ذوب می باشند به واحد ذوب قوس الکتریکی (S.M.P) فرستاده می شوند و یا بصورت کپه (Pile) انباشته شده تا بعداً به واحد ذوب فرستاده شوند.

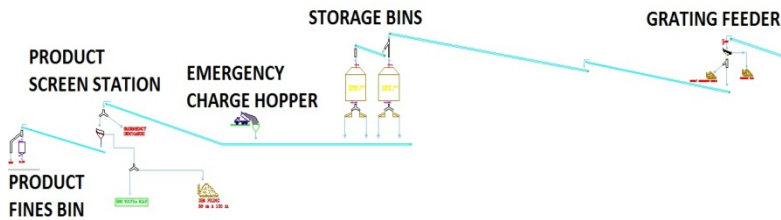
ریز دانه هایی که جهت ذوب مناسب نیستند از غربال عبور نموده و توسط کانوایر مربوطه (Product Fines Conveyor) به محل ذخیره (Product Fines Bin) جهت استفاده در واحد بریکت سازی سرد (Cold Briquette) فرستاده می شوند.

در شکل 9-24 تصویری از تجهیزات این قسمت آمده است.



شکل 9-24: نمایی از واحد غربال نهایی

شکل 9-25 نمایی کلی از تجهیزات حمل و انتقال محصول می باشد.



شکل 9-25: نمای کلی از تجهیزات حمل و نقل محصول

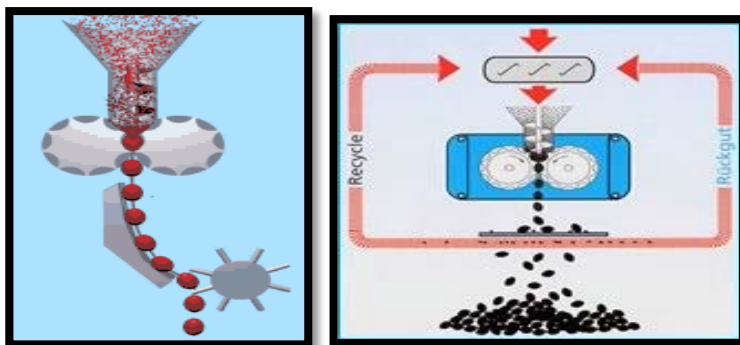
10- بریکت سازی سرد

ریز دانه های محصول که سایز آنها از 5 میلیمتر کوچکتر باشند برای استفاده در واحد ذوب مناسب نمی باشند. به منظور استفاده از این مواد آنها را به واحدی به نام بریکت سازی (خسته سازی) انتقال می دهند .

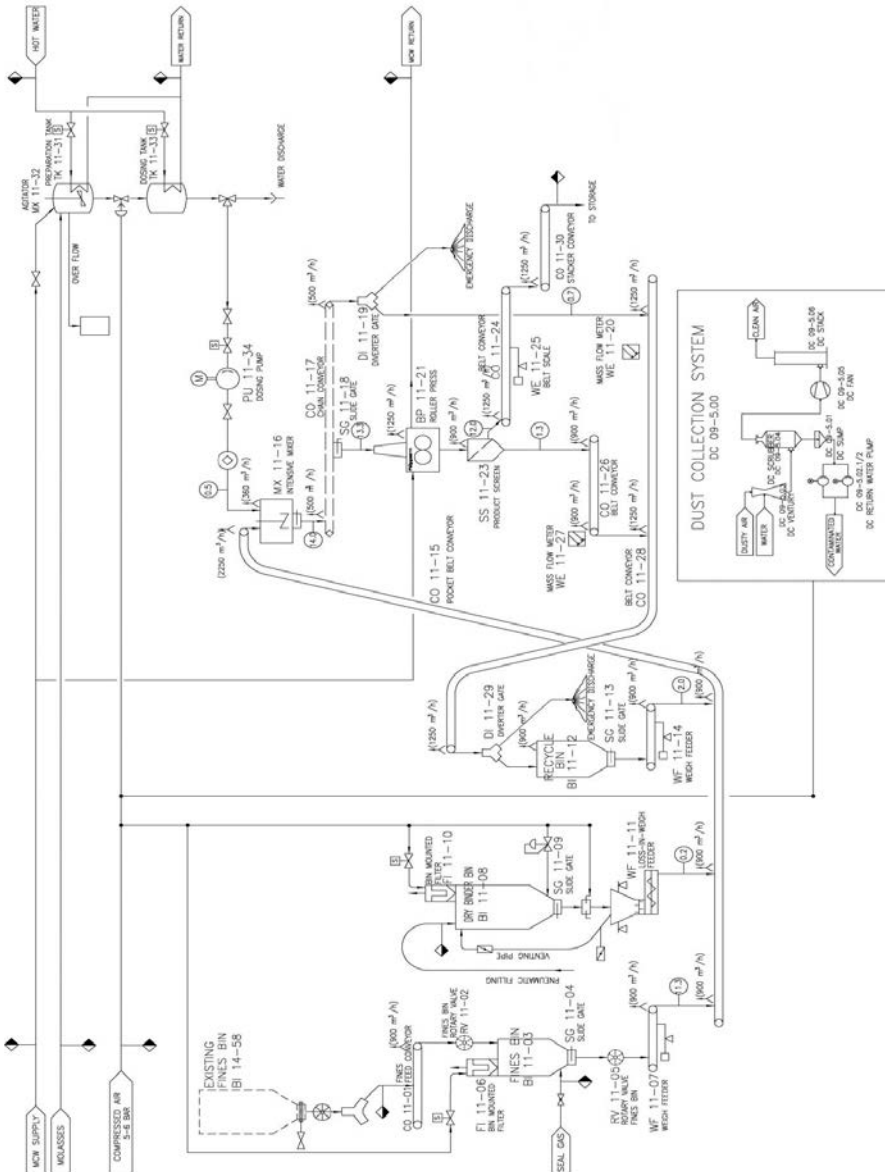
در این واحد با تحت فشار قرار دادن ریزدانه ها آنها را به خسته هایی مناسب برای ذوب تبدیل می نمایند. به همین دلیل به این واحد، بریکت سازی سرد (Cold Briquette) گویند.

تجهیزات این واحد عبارت اند از:

- Fine Bin (مخزن ریزدانه)
- Binder Bin (مخزن چسب)
- Binder Mixer (مخلوط کننده چسب)
- Belt Conveyer For Fine & Briquette (نوار نقاله برای ریزدانه ها و بریکت)
- Briquetting Machine (ماشین بریکت سازی)
- Dedusting System (سیستم غبار گیر)
- Belt Weigher (نوار توزین)



شکل 10-1: تصاویری از طریقه خسته کردن ریز دانه ها در واحد بریکت سازی سرد



شکل 10-2: دیاگرام جریان ناحیه بریکت سازی

11- تجهیزات مورد استفاده در کارخانه احیاء به روش پرد

در این فصل به شرح و وصف بعضی از تجهیزات و سازه های مورد استفاده در پروسس احیاء که پر کار برد می باشند (مثل کمپرسورها) و یا کمی نا آشنا (مثل رطوبت گیر ها و برج های خنک کننده) پرداخته شده است تا از این طریق درک بهتری به خواننده منتقل گردد.

11-1- جداکننده ها (Separators)

در خطوط فرایند، گاهی اوقات سیال دارای فازهای گوناگون می باشد و نیاز است تا آن فازها از یکدیگر جدا گردند. عملیات جدا سازی فازها توسط جداکننده ها انجام می پذیرد.

عملیات جدا سازی بر اساس خواص فیزیکی و شیمیایی مثل اندازه ذرات معلق در سیال، سرعت سیال، میل ترکیبی فازی از سیال با ماده دیگر، خاصیت چسبندگی سطحی، نقطه بخار و نقطه شبنم صورت می پذیرد.

رطوبت گیرها

آب متداولترین و نامناسبترین ناخالصی موجود در گاز است. حضور آب در جریان گاز سبب بروز برخی مشکلات در عملیات مربوط به تولید می شود. بسته به دما و فشار موجود در تأسیسات، آب ممکن است به مایع تبدیل شده و منجر به تشکیل هیدراتها، ترکیبات جامد یا در صورت حضور سازندهای اسیدی در گاز، منجر به خوردگی شدید شود. تشکیل هیدرات چه در فرایند و چه در حمل و نقل و انتقال صورت گیرد، باعث گرفتگی در شیرها و مسیر خطوط لوله ارتباطی گاز شده و سبب از کار اندازی و خرابی دستگاههای ارزشمند می شود. لذا جداسازی آب از گاز، فرایندی ضروری به شمار می رود

رطوبت گیرها جداکننده هایی هستند که رطوبت مضر موجود در سیال را برطرف می کنند.

استفاده از رطوبت گیرها باعث:

- افزایش کارایی گاز (افزایش راندمان گاز)

- افزایش خلوص محصول
- کاهش هزینه های عملیات
- کاهش آلودگی هوا (چون رطوبت گیرها آلودگیهای همراه با سیال را نیز می گیرند).
- کاهش خوردگی مجراها و افزایش طول عمر تجهیزات
- افزایش بازیافت مایعات مفید می شود.

روشهای ومکانیزمهای زیادی برای رطوبت زدایی وجود دارد که می توان به موارد زیر اشاره نمود:

1. جدا کننده های گرانشی (Gravity Separators)
2. جدا کننده های گریز از مرکزی (Centrifugal Separators)
3. برطرف کننده های رطوبت (Mist Eliminator)
4. Filter Vane Separators
5. L/G Coalescers

11-2 - Mist Eliminators

این نوع رطوبت گیرها ذرات بخار موجود در سیال را که قطر آنها بین 0/01 تا 10 میکرو متر ($1 \mu\text{m} = 0.001\text{mm}$) است را از سیال می زدایند.

این رطوبت گیر بطور عمده در 2 نوع زیر ساخته می شوند:

- I. توری (Mesh)
- II. پره ای (Vane)

اساس کار این رطوبت گیرها تفاوت اندازه و وزن ذرات معلق در گاز و همچنین چسبندگی سطحی سطوح آنها می باشد .

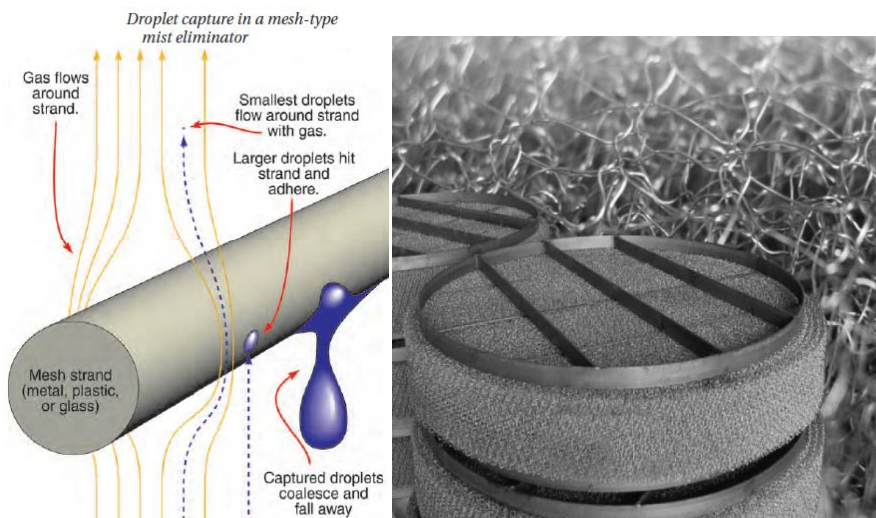
Mesh

مش شبکه ای است که از رشته های بهم بافته شده ساخته می شود. جنس این رشته ها از فلز، پلاستیک و یا شیشه می باشد.

جریان گاز از بین این رشته ها عبور می نماید. قطرات درشت تر بخار آب موجود در گاز، به رشته های مش برخورد کرده و بهم می چسبند. قطرات گرفتار شده یکی می شوند و در نهایت سقوط می کنند.

قطره های کوچکتر همراه با جریان گاز از اطراف رشته ها عبور می نمایند.

برای حذف قطرات ریزتر از 1 میکرون طنابهای چند رشته ای پلاستیکی یا شیشه ای، درون شبکه مش بافته می شوند. محصول یک شبکه کامپوزیتی یا چند بافته می باشد.



شکل 11-1: ساختمان و نحوی عملکرد مشها



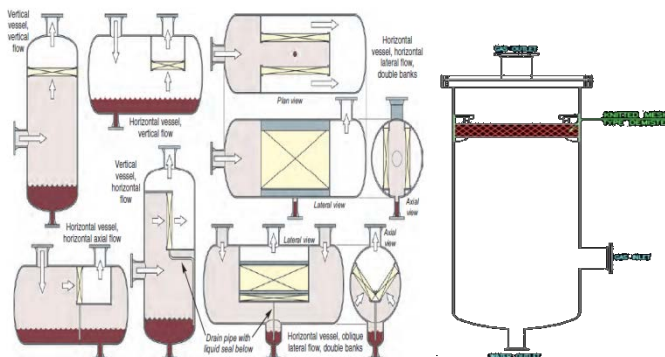
شکل 11-2: مشهای کامپوزیتی

پر کاربرد ترین شکل این شبکه های بهم تابیده شده (مش)، بصورت پدهایی (تشک مانند) با رشته های پیچیده شده با ضخامت 4 یا 6 اینچ می باشد که صلبیت (استحکام) آنها بوسیله ی یک قاب معمولاً فلزی تامین می شود. پدها می توانند به هر شکلی ساخته شوند اما عمدتاً دایره ای با مستطیلی می باشند.



شکل 11-3: پدهای دایره ای

ساختمان این رطوبت گیرها و انواع آنها در شکل 11-4 آمده است.



شکل 11-4: ساختمان رطوبت گیر مشی و انواع آن

Vane

این نوع از رطوبت گیرها متشکل از دسته پره های ثابت و موج با فضای کمی هستند که در جهت جریان گاز قرار می گیرند .

این ابزار عمدتاً برای ذرات ریزتر از 20 میکرون مناسب نمی باشند اما نسبت به پدهای شبکه ای مقاوم تر بوده و افت فشار کمتری را ایجاد می کنند.

آرایه های پره ای می توانند افقی یا عمودی قرار گیرند. گاهی اوقات برای بهینه سازی می توانند در ترکیب با پدهای شبکه ای قرار گیرند.

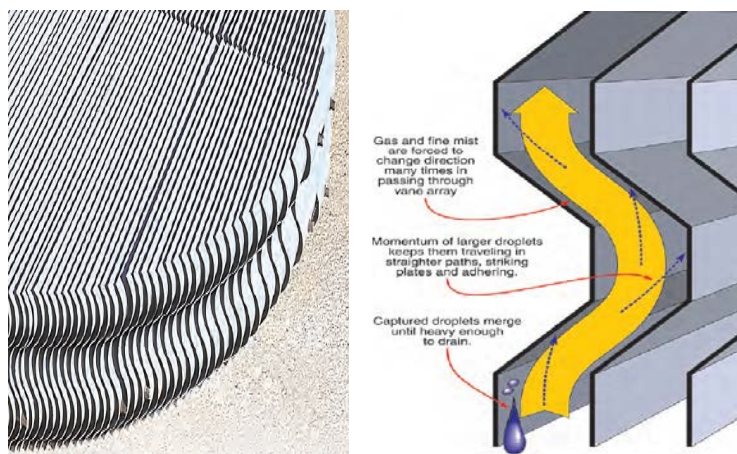
پوشش جلوی پره ها می تواند از فلز یا پلاستیک باشد.

گاز از میان پره های رطوبت گیر عبور می نماید. ممنتوم (اندازه حرکت) قطرات بزرگتر، باعث میشود که آنها در مسیر مستقیم حرکت کنند و با چرخش گاز، از گاز جدا شده و روی پره ها بچسبند.

قطرات گیر افتاده بهم می پیوندند و در نهایت وقتی که سنگین شدند سقوط می کنند .

گاز و قطرات ریز تر از بین صفحات عبور کرده و از رطوبت گیر خارج می شوند.

ساختمان و نحوه ی عملکرد رطوبت گیرهای پره ای در شکل 11-5 نمایش داده شده است:

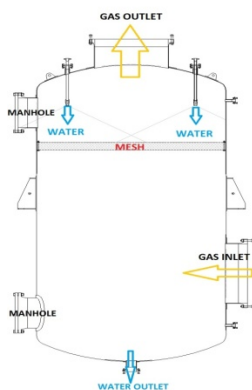


شکل 11-5: ساختمان و نحوه ی عملکرد رطوبت گیرهای پره ای

ساختمان رطوبت گیر های پره ای شبیه رطوبت گیرهای مشی می باشد با این تفاوت که در این نوع بجای استفاده از بسته های مش از بسته های پره ای استفاده می شود. رطوبت گیری هایی که در روش پرد جهت احیاء اکسید آهن مورد استفاده می باشد از نوع مش می باشد. در رطوبت گیر شوینده ها از نوع پره ای آنها استفاده شده است.

Inlet Mist Eliminator

این نوع از رطوبت گیر ها ذرات گرد و غبار و همچنین رطوبت، که اندازه آنها بزرگ تر از 5 میکرون ($5\mu\text{m}$) می باشند را از جریان گاز جدا می کنند و توان جدا کردن ذرات کوچکتر را ندارند. به همین دلیل معمولاً آنها را بعد از شوینده های گاز (Gas Scrubbers) و قبل کمپرسورها قرار می دهند تا ذرات بزرگ گردوغبار و رطوبتی که برای کمپرسورها و کارایی آنها مضر می باشند بر طرف گردند. از لحاظ ساختمانی شبیه دیگر رطوبت گیر ها می باشند با این تفاوت که داخل آنها آب نیز پاشیده می شود.



شکل 11-6: نمایی از Inlet Mist Eliminator

در فرایند احیاء چون کمپرسورهای گاز پروسس و گاز خنک کننده از نوع سانتریفیوژ می باشند برای جلوگیری از آسیب رسیدن به آنها، از این نوع رطوبت گیر در ورودی کمپرسورها نصب می شود.

3-11- کولرها (Coolers)

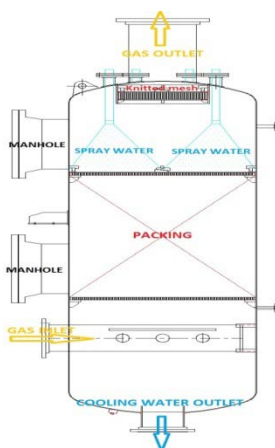
از این تجهیزات جهت خنک کردن گاز استفاده می شود.

عملکرد کلی آنها به این شکل است که گاز از پایین وارد تجهیز شده و آب سرد از بالا توسط یکسری دوش روی گاز پاشیده می شود و گاز سرد شده از قسمت بالای کولر خارج می شود. چون معمولاً گازی که برای خنک سازی به کولر فرستاده می شود یک گاز تمیز و یا با آلودگی کم است، آب خارج شده از کولر ها بعد از خنک سازی به پروسس آب تمیز بر می گردد.

برای بالا بردن عملکرد این تجهیزات از بسته هایی شامل مواد ی از جنس استنلس استیل استفاده می شود که باعث افزایش سطح تماس گاز با آب شده و در نتیجه دمای گاز بیشتر کاهش می یابد. عملکرد این بسته ها به این شکل است که آب از بالا روی این بسته ها پاشیده می شود و آنها را کاملاً خیس می نماید. سپس گاز از قسمت پایین وارد بسته ها شده و دمایش کاسته می شود.

در بعضی موارد نیاز است که گاز خروجی از کولر دارای رطوبت کمی باشد (مثلاً خروجی کولر گاز عایق در پروسس احیاء) در این موارد در قسمت خروجی گاز کولر از بسته های مش و یا پره جهت رطوبت گیری استفاده می شود.

در شکل 11-7 نمایی از این تجهیز نشان داده شده است.



شکل 11-7: نمایی از یک خنک کننده

11-4- شستشو دهنده گازها (Gas Scrubbers)

غبارگیرهایی که از مایعات استفاده می کنند به عنوان اسکرابر شناخته می شوند. در این سیستم ها مایع پاک کننده (معمولاً آب) وارد تماس با جریان گاز حاوی ذرات غبار می شود. افزایش سطح تماس گاز با مایع موجب افزایش راندمان جداسازی می شود. دامنه گسترده ای از اسکرابر وجود دارد اما تمامی این سیستم ها از سه بخش اصلی تشکیل می - شوند.

الف) رطوبت زن

فرآیند رطوبت زنی موجب تجمع ذرات ریز و افزایش توده های بزرگ تر خواهد شد و جمع آوری غبارات را آسان تر می سازد.

ب) تماس مایع و گاز

این بخش از جمله مهم ترین مسائلی است که راندمان غبارگیری را تحت تاثیر قرار می دهد. ذرات و قطرات به وسیله چهار مکانیزم رایج در تماس با هم قرار می گیرند.

اول - جداسازی به کمک اینرسی

زمانی که قطرات در مسیر جریان هوای غبارآلود قرار می گیرند، جریان هوا شکافته شده و دور قطرات جریان می یابد. به سبب وجود اینرسی، ذرات غبار بزرگ حرکت خود را در مسیر مستقیم ادامه خواهند داد و با قطرات آب برخورد کرده و به دام می افتند.

دوم - جداسازی به کمک حائل

ذرات غبار ریز به همراه جریان هوا عبور کرده و با قطرات آب به صورت مستقیم برخورد نمی - کنند اما با عبور از روی ذرات بزرگتر به آنها می چسبند.

سوم - جداسازی به کمک نفوذ

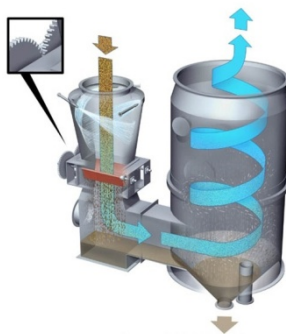
زمانی که قطرات آب در میان ذرات غبار پراکنده می شوند، ذرات غبار بر روی سطوح قطره به سبب وجود حرکت براونی و یا نفوذ ته نشین می شوند. این روش اساس فرآیند جمع آوری ذرات غبار با ابعاد پایین تر از میکرون است.

چهارم - جداسازی به کمک کندانس کردن

اگر جریان گاز عبور کننده در اسکرابر تا یک حد مشخص سرد شود، رطوبت بر روی ذرات غبار کندانس می شود و باعث افزایش وزن و اندازه ذرات می گردد. که این امر منجر به سهولت در جمع آوری آنها خواهد شد.

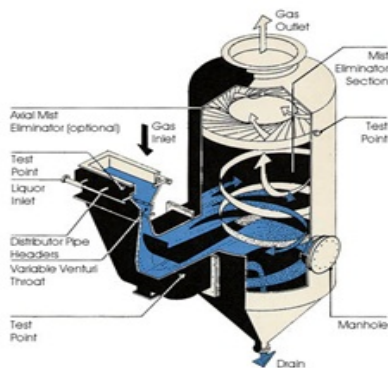
ج) جداسازی مایع از گاز

بدون در نظر گرفتن روش تماس به کار گرفته شده، باید تا حد ممکن مایعات و غبارات موجود جداسازی شوند. در ابتدا تماس به وقوع پیوسته و ترکیب قطرات آب و غبارات به وجود آمده است. با افزایش ابعاد، این ذرات در غبارگیر به سکون خواهند رسید. ذراتی که به حد کافی سنگین شده اند به پایین سقوط می کنند. برای جدا سازی ذرات بزرگتر به گاز حرکت چرخشی داده می شود. قطرات آب و غبار در اثر نیروی گریز از مرکز از گاز جدا شده و به بدنه اسکرابر برخورد نموده و سقوط می کنند. آب کشیف خارج شده از اسکرابر نیز یا پاکسازی شده و تخلیه می شود و یا دوباره به اسکرابر باز گردانده می شود.



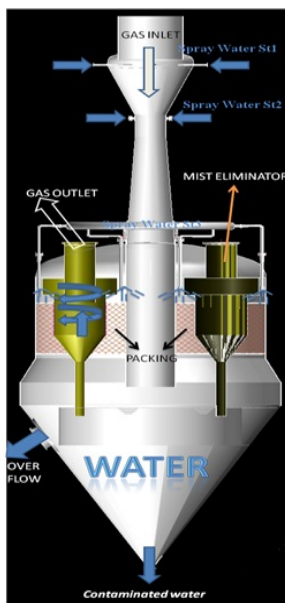
شکل 11-8: نمایی از یک اسکرابر

در بعضی از انواع اسکرابر ها از یک رطوبت گیر پره ای و یا مش برای گرفتن ذرات رطوبت در خروجی استفاده می شود.



شکل 11-9: نمایی از یک اسکرابر دارای رطوبت گیر پره ای در خروجی آن

در شکل 11-10 از اسکرابر مورد استفاده در پروسس احیاء آمده است.



شکل 11-10: تصویری از شوینده پروسس احیاء

رطوبت گیری که در این نوع شوینده استفاده می شود از نوع پره ای می باشد که همزمان با چرخش آب رطوبت را از گاز می گیرد .

برای آغشته شدن بهتر ذرات غبار با آب از بسته هایی (Packing) شامل موادی از جنس پلی پروپیلن استفاده می شود. آب روی این بسته ها ریخته می شود و گاز از پایین وارد این بسته ها شده و با آب مخلوط می شود.

11-5 - سیستم های غبار گیر (Dust Collection Systems)

غبارگیر سیستمی است که به منظور افزایش کیفیت هوای خارج شده از پروسس های صنعتی و تجاری، از طریق جمع آوری غبارات و یا سایر آلوده کننده های محیطی از جریان هوا و یا گاز، مورد استفاده قرار می گیرد.

از این تجهیزات در صنایع چاپ و کاغذ، نساجی، چوب بری و نجاری، رنگ، شیمیایی، پتروشیمی، نفتی، کارخانه های احیاء اکسید آهن و صنایع فولاد سازی استفاده می شود.

غبار گیر ها را می توان به دو نوع کلی خشک و تر تقسیم نمود:

1 - غبارگیر خشک (Bag Filter) :

این دستگاه در صنایع مختلف معدنی نظیر کاشی، چینی، پودرهای میکرونیزه، صنایع سیمان، فولاد و ... کاربرد دارد.

در این دستگاه غبار ایجاد شده از دستگاه های مختلف توسط هودها و کانال ها از منافذ غبارخیز جمع آوری و به صورت شناور در بستر سیال عامل به سمت دستگاه غبارگیر انتقال داده می شوند که این انتقال توسط یک دستگاه فن با ایجاد فشار منفی در داخل شبکه و دستگاه ها انجام می گیرد. سرعت انتقال در داخل کانالها تابع از خواص فیزیکی ذرات غبار می باشد ولی محدوده مجاز طراحی بین 10 - 20 متر بر ثانیه در نظر گرفته می شود.

غبار به همراه هوا وارد محفظه اصلی دستگاه (اتاق کثیف) می گردد و سپس از کیسه ها بی که از جنس الیاف با خواص و دانسیته متفاوت ساخته شده اند عبور کرده و غبار روی کیسه ها به جای می ماند و هوای تصفیه شده پس از عبور از محفظه تمیز وارد فن و از آگزوز خارج می گردد. کیسه ها پس از مدت زمان خاصی توسط غبار پوشیده خواهند شد و در این زمان سنسور اختلاف فشار که اختلاف فشار هوا قبل و بعد از کیسه را کنترل می نماید، فرمان تمیز کاری را صادر می کند. سیستم تمیز کاری شامل یک دستگاه میکروکنترلر منبع هوای فشرده، شیرهای برقی جهت عبور هوای تمیز کاری، شبکه لوله های هوای فشرده و ونتوری های مربوطه می باشد. به این ترتیب وقتی که میزان افت فشار قبل و بعد از کیسه ها به مقدار مشخصی برسد.

میکروکنترلر فرمان بازشدن به شیر برقی را صادر می نماید و شیر برقی در زمانی حدود 100 تا 250 هزارم ثانیه باز و هوای فشرده با فشار 6 بار از طریق لو له ها به دهنه کیسه که ونتوری می باشد، هدایت می گردد که باعث ایجاد یک موج ضربه روی کیسه ها و تخلیه غبار کیسه ها می گردد.

این عمل آنقدر ادامه پیدا می کند که اختلاف هد کیسه ها به میزان دلخواه برسد و کیسه ها تمیز گردد. کیسه ها در این دستگاه معمولاً دارای ابعاد 2500×120 و 3000×160 و $3500 \times$ میلی متر می باشند که به صورت ردیفی در مجموعه 8 تایی و 12 تایی چیده می شوند و هر دریف را یک شیر برقی تغذیه می نماید.

محدوده مجاز سرعت تصفیه روی کیسه ها از $5/0$ الی $5/4$ متر بر دقیقه می باشد که سرعت فوق بستگی به قطر ذره و خواص فیزیکی و میزان خورنده بودن ذره غبار دارد.

میزان افت فشار داخل دستگاه نیز تابعی از سرعت تصفیه جنس پارچه ها است که در محدوده 100 – 250 میلی متر آب می باشد.

جرم غبار معلق در هر متر مکعب هوای قبل از فیلتر معادل 120 گرم در متر مکعب می باشد که پس از تصفیه به 5 میلی گرم در یک متر مکعب می رسد.

در صورتی که جرم غبار بیش از مقدار فوق باشد نیاز به استفاده از سیکلون قبل از فیلتر می باشد.

سرعت مجاز هوا در کانالهای ورودی دستگاه (شبکه غبارگیری) معمولاً بین $10 - 20$ m / s طراحی می گردد که این نیز به دانسیته و سایز ذرات غبار وابسته میباشد.

ظرفیت دستگاه معمولاً بر اساس متر مربع سطح فیلتراسیون بیان می گردد که پارامتر ذکر شده تابعی از حجم هوای مکش شده و میزان غبار موجود می باشد.



شکل 11- 11: تصاویری از غبارگیر خشک

2- غبارگیر تر :

در دستگاه غبارگیر تر، غبار مکش شده توسط فن وارد قسمت ابتدایی دستگاه (ونتوری) می گردد . خود مجموعه ونتوری از سه قسمت اصلی ورودی ، گلوبی و خروجی تشکیل گردیده است .

هوای غبار آلوده در سطح گلوبی سرعتی نزدیک به 70 تا 120 متر بر ثانیه پیدا خواهد کرد و از طرف دیگر آب توسط نازل در گلوبی نیز به روی غبار پاشیده می گردد . آب در مقطع گلوبی به دلیل فشار و سرعت بالا اتمایز می گردد و روی ذرات غبار می نشیند، غبار خیس که در اثر آب پاشیده شده سنگین تر شده است به صورت مماسی وارد محفظه اصلی دستگاه می گردد و پس از تماس با سطح، آب غبار ها را در مخزن آب به جای می گذارد و هوای تمیز که همراه با مقداری آب و غبارهای سوپر فاین (بسیار ریز) می باشد به سمت بالا حرکت می نماید که از آنجا وارد واحد سپراتور (جدا کننده) می گردد که در این واحد هوا و غبار و آب در معرض یک میدان چرخش شدید قرار می گیرد و غبار و آب به سمت جداره حرکت کرده و هوای تمیز از آگزوز خارج می گردد . میزان افت فشار در خود دستگاه با توجه به افزایش و یا کاهش سرعت در گلوگاه ونتوری متغیر می باشد که در محدوده 200 تا 400 میلی متر آب متغیر می باشد . سرعت در گلو گاه نیز تابعی از دانسیته و قطر ذرات غبار می باشد .

این دستگاه جهت تصفیه گاز محلول در آب نیز مورد استفاده می گردد .

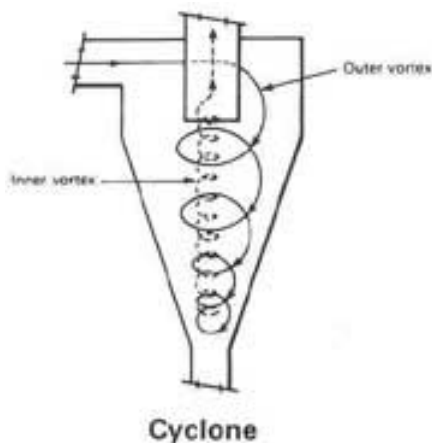


شکل 11- 12: تصاویری غبارگیر تر

غبارگیرهای سیکلون دار:

سیکلون ها از مهمترین وسایلی هستند که بر اساس خاصیت گریز از مرکز به جمع آوری ذرات می پردازند. مکانیزم آنها یکی از مؤثرترین روش های جداسازی و جمع آوری ذرات درشت محسوب شده و به همین دلیل در مقیاس صنعتی به طور وسیعی در سیستم های کنترل ذرات مورد استفاده قرار می گیرند.

سیکلون مخروط ناقص فلزی یا پلاستیکی وارونه ای است که هوای حاوی ذرات از روزه ای در جدار آن وارد شده و پس از حرکت مارپیچ به طرف پایین، سرانجام بواسطه تغییر مسیر در انتهای سیکلون از قسمت بالای آن خارج می شود. هنگام چرخش هوا در سیکلون، ذرات درشت (غیرقابل استنشاق) به دلیل نیروی گریز از مرکز، از جریان هوا جدا شده و در قسمت پایین وسیله جمع می شوند. ذرات ریزتر (قابل استنشاق) نیز همراه جریان هوا به طرف مجرای خروجی حرکت کرده و در صورت قرار دادن فیلتر در مسیر جریان هوا، بر روی فیلتر بدام می افتند. از مزایای این وسیله می توان به قیمت مناسب، سهولت استفاده، بی نیازی به مواد خاص و عدم احتمال ورود مجدد ذرات به جریان هوا اشاره کرد.



شکل 11-13: تصویری از طرز عملکرد سیکلون ها

عموماً از این تجهیز در موارد ذیل در ورودی غبار گیر ها استفاده می شود:

1 - در مواقعی که بار غبار هوای ورودی به فیلترهای کیسه ای بیش از ظرفیت آنها باشد قبل از غبارگیر کیسه ای از سیکلون برای کاهش بار غبار استفاده می شود.

2 - زمانی که ذرات معلق در هوا دارای جرم حجمی بالا باشند .

3 - در مواقعی که ذرات معلق درشت باشند .

غبارگیرهای سیکلونی بیشتر قابلیت جذب ذراتی را دارند که ابعاد آنها حداقل 20 میکرون باشد و ذرات کوچکتر معمولاً همراه هوای خروجی از سیکلون خارج می شود . در شرایط معمولی راندمان سیکلونها حدوداً 85٪ می باشد که بستگی به شرایط مختلفی از جمله میزان و ابعاد ذرات معلق ، سرعت هوا و ابعاد و طرح سیکلون دارد. در مواردی که حجم هوای مورد تصفیه بالا باشد جهت افزایش دبی هوای عبوری از غبارگیر، بدون اینکه فشار افت زیادی داشته باشد، از چند سیکلون بصورت موازی استفاده می شود .

افت فشار در این دستگاهها حدوداً 80 الی 150 میلی متر آب می باشد که بستگی به نوع سیکلون و سرعت تصفیه در سطح مقطع سیکلون دارد .

سرعت تصفیه در سطح مقطع (مؤلفه عمودی جریان هوا) معمولاً بین 2 تا 5/4 متر بر ثانیه انتخاب می گردد افزایش این مؤلفه با افزایش راندمان و افت بیشتر فشار همراه است .

سرعت جریان هوا در داخل سیکلون که برابر با سرعت ورودی آن فرض می شود معمولاً بین 20 الی 25 متر بر ثانیه انتخاب می گردد. افزایش این سرعت به بیش از 30 متر بر ثانیه و یا کاهش آن به کمتر از 15 متر بر ثانیه باعث افت قابل ملاحظه راندمان می گردد .

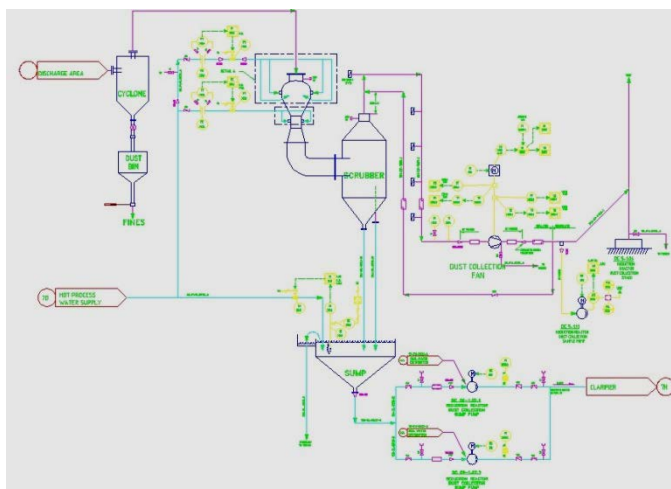
غبارگیری که در فرایند احیاء اکسید آهن به روش پرد مورد استفاده قرار می گیرد از نوع مرطوب و دارای سیکلون در ورودی آن می باشد.

هوای غبار آلوده از قسمت های مختلف مثل خروجی کوره، مخزن ذخیری روزانه، مخازن ذخیره محصول و محل استقرار غربالها، توسط هود جمع آوری شده و برای غبار زدایی وارد غبار گیر ها می شوند. هوا ی آلوده به گرد و غبار وارد سیکلون ورودی شده و در آن ذرات درشت غبار گرفته می شوند و از پایین سیکلون، جهت بارگیری به درون یک مخزن (Dust Bin) می ریزند . هوا از بالای سیکلون توسط داکت های رابط به درون یک ونتوری وارد می شود. آب توسط نازل های تعبیه شده در ونتوری طی دو مرحله متفاوت بر روی هوا پاشیده می شود. شایان ذکر است که

آب مصرفی از پروسس آب گرم می باشد که این خود یک صرفه جویی و کاهش مصرف آب تمیز در روش پرد به شمار می آید.

هوای مرطوب پس از خروج از ونتوری وارد یک اسکرابر می شود و در اثر حرکت چرخشی، ذرات غبار همراه با آب از هوا جدا شده و هوای تمیز از بالای اسکرابر خارج می گردد و توسط یک فن از طریق دود کش به هوای آزاد فرستاده می شود.

آب خروجی از اسکرابر درون یک حوضچه ریخته و توسط پمپ هایی به کلاریفایر فرستاده می شود.



شکل 11-14: نمایی کلی از غبار گیر مورد استفاده در روش پرد

11-6- خشک کن ها (Dryers)

همانطور که قبلا در قسمت رطوبت گیر ها نیز ذکر گردد وجود آب در سیکل گازی باعث بروز مشکلات زیادی برای کیفیت و میزان تولید (کاهش راندمان) و همچنین کاهش عمر تجهیزات مربوطه می گردد.

در بعضی مواقع لازم است که از رطوبت و بخار موجود در گاز، بخاطر حساسیت بالای موضع، تا میزان قابل توجهی کاسته شود. (برای مثال در فرایند احیاء مستقیم آهن، در گاز عایق (Seal Gas) که در ارتباط با محصول می باشد، برای جلوگیری از اکسید شدن دوباره محصول لازم است گاز بطور قابل قبولی آب زدایی گردد).

برای این منظور باید گاز را آب زدایی نمود.

روشهای مختلف فرایند آب زدایی گاز عبارتند از:

1. روش جذب در مایع بوسیله مایعات نمگیر
2. روش جذب جامد بوسیله جامدات نمگیر
3. میعان بوسیله فشرده کردن یا سرد کردن گاز

انتخاب روش آب زدایی بستگی به شرایط گاز (اجزای تشکیل دهنده، فشار، دما و دبی) و میزان آب زدایی دارد. مقدار آب موجود در گاز را می توان با نقطه شبنم گاز در فشار و دمای موردنظر مشخص کرد.

1- آب زدایی به روش جذب در مایع

جذب توسط حلال، رایج ترین فرآیندی است که به منظور آب زدایی گاز طبیعی در صنعت بکار می رود. در حالت کلی در یک فرآیند جذب، گازی که باید فرآوری شود در یک برج سینی دار یا پر شده با حلالی که خاصیت جذب انتخابی دارد به طور غیر همسو در تماس قرار می گیرد. اگر حلالی که از بالای برج وارد آن میشود خالص باشد، مقدار گردش حلال و تعداد سینی ها و یا ارتفاع پرکن ها را در برج می توان به گونه ای تنظیم کرد تا میزان خلوص گاز در هنگام خروج از

برج، منطبق با معیارهای مشخص شده باشد. حلالی که از برج جذب خارج می‌شود جهت بازیابی به یک ستون تقطیر که اغلب در فشار پایین‌تری نسبت به برج قبلی عمل می‌کند، فرستاده می‌شود. پس از بازیابی، حلال دوباره به سمت برج جذب برگردانده می‌شود.

برخی مایعات قابلیت جذب آب از گاز را دارا می‌باشند، اما تعداد کمی از آنها از نظر اقتصادی مناسب هستند. به‌طور کلی حلالی برای آب زدایی مناسب است که دارای خصوصیات زیر باشد:

گرایش شدید نسبت به آب

قیمت کم

غیر خورنده

گرایش کم نسبت به هیدروکربن‌ها و گازهای اسیدی

پایداری حرارتی

بازیافت آسان

گرانروی پایین

فشار بخار پایین در دمای تماس

حلالیت کم در هیدروکربن‌ها

تمایل کم برای تشکیل کف و معلق شدن

جهت نم‌زدایی، هر یک از محلولهای زیر می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند:

کلسیم کلراید

لیتیم کلراید

متانول

اتیلن گلایکول با علامت اختصاری EG و فرمول شیمیایی $C_2H_6O_2$

دی‌اتیلن گلایکول با علامت اختصاری DEG و فرمول شیمیایی $C_4H_{10}O_3$

تری‌اتیلن گلایکول با علامت اختصاری TEG و فرمول شیمیایی $C_6H_{14}O_4$

2- روش جذب جامد به وسیله جامدات نمک گیر

در این روش علاوه بر بخار آب ناخالصیهای دیگر گاز نیز توسط مواد جاذب جدا می‌شوند. مکانیزم

جذب به سه طریق انجام می‌شود:

جذب سطحی

ایجاد آب هیدراته با مواد جامد

واکنش شیمیایی با جامد

روش جذب سطحی بیشترین کاربرد را برای آبگیری در پالایش گاز دارد.

به طور کلی یک ماده جاذب باید دارای خصوصیات زیر باشد:

دارای سطح زیاد بر واحد وزن باشد.

نسبت به اجزاء قابل جذب، فعال باشد.

میزان انتقال جرم در آن زیاد باشد.

احیاء آن آسان بوده و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد.

مدت قابل ملاحظه‌ای مواد جذب شده را در خود نگه دارد.

در مقابل جریان گاز مقاومت کم ایجاد کند.

خرد نشده و به صورت پودر درنیاید.

ارزان، غیرخورنده و غیر سمی باشد و ترکیب شیمیایی ایجاد نکند.

تغییر حجم قابل ملاحظه در موقع جذب و احیا ایجاد ننماید.

در اثر مرطوب شدن مقاومت آن کم نشود.

هر گرم از مواد جاذبی که کاربرد صنعتی دارند، سطحی در حدود 500 تا 600 مترمربع ایجاد

می‌کنند. چنین سطحی در صورتی امکان پذیر است که جسم به علت موئینگی دارای سطح

داخلی زیاد باشد و یا شبکه‌های کریستالی در جسم بوجود آید.

متداولترین و مناسب ترین مواد جاذب که در صنعت کاربرد دارند عبارتند از:

بوکسیت (Al_2O_3) که بطور طبیعی یافت می‌شود.

آلومینا که عبارت است از Al_2O_3 فعال شده که از بوکسیت تهیه می‌شود.

سیلیکاژل که قسمت اعظم آن شامل Al_2O_3 و SiO_2 است و به طور طبیعی یافت می‌شود.

غربالهای مولکولی که شامل سیلیکات کلسیم و سدیم و آلومینیم است.

کربن فعال

در شکل 11-15 یک خشک کن با روش جذب جامد نمایش داده شده است :



شکل 11-15: تصویری از یک خشک کن با روش جذب جامد

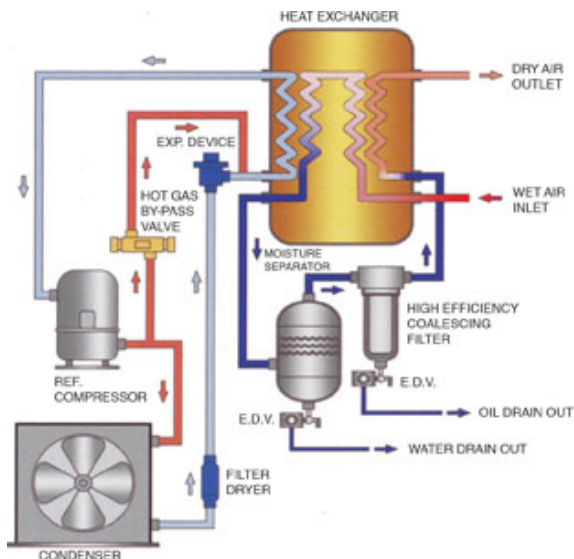
3- میعان بوسیله فشرده کردن یا سرد کردن گاز (Refrigeration Compressed Gas Dryer)

در این نوع خشک کن از یک سیکل تبریدی برای آب زدایی استفاده می شود. عملکرد آنها به این صورت است که گاز مرطوب برای خشک شدن در یک مبدل حرارتی در مجاورت گازی که در یک سیکل تبریدی سرد شده است قرار می گیرد. بخار آب موجود در گاز با سرد شدن گاز و رسیدن به نقطه شبنم، بصورت قطرات آب تقطیر می شود. هر چه درجه حرارت سرمایش پایین تر آید (تقطیر در دمای پایین تری انجام گیرد)، گاز بیشتر خشک می شود.

گاز بعد از سرد شدن وارد یک مخزن جدایش رطوبت می شود و در آنجا آب تقطیر شده جدا میشود.

از گاز خشک شده خروجی که دارای دمای پایینی است برای پایین آوردن دمای گاز مرطوب ورودی استفاده می شود. این عمل باعث بالا بردن راندمان می شود.

شکل 11-16 اجزاء و چگونگی عملکرد خشکن های تبریدی را نشان می دهد.



شکل 11-16: تصویری از یک خشک کن تبریدی

خشک کن هایی که در احیاء مستقیم به روش پرد برای خشک کردن گاز آب بندی (Seal Gas) استفاده می شوند از نوع جذب در جامد و برای خشک نمودن گاز پاک کننده (Purge Gas) از نوع تبریدی می باشند.

11-7- کمپرسورها

کمپرسور دستگاهی است که برای بالا بردن فشار گاز و یا انتقال آن از نقطه ای به نقطه دیگر، در طول پروسس استفاده می شود. در واقع کمپرسور با افزایش سرعت گاز و تبدیل آن به فشار، جریان گاز را در سیستم راحت تر می کند. البته افزایش فشار در نوعی از کمپرسورها به وسیله کاهش حجم صورت می گیرد.

آنچه که در کمپرسورها حائز اهمیت است، نسبت فشار خروجی به ورودی کمپرسور می باشد. در کمپرسورها با افزایش فشار، دمای گاز نیز بالا می رود و این امر باعث ایجاد اختلال در کار قطعات مختلف آن و سیستم روغن کاری می شود.

برای خنک کاری کمپرسورها می توان از یک سیکل بسته سیال سرد (مثل آب) و یا جریان هوا استفاده نمود.

همانطور که ذکر شد در کمپرسورها افزایش فشار به دو صورت انجام می گیرد، برحسب این مورد دو نوع اساسی کمپرسور نیز وجود دارد که عبارتند از:

کمپرسورهای دینامیکی که فشار گاز را با زیاد کردن سرعت آن و سپس، گرفتن سرعت گاز افزایش می دهند.

کمپرسورهای جابجایی مثبت که با کاهش حجم گاز، فشار آن را افزایش می دهند.

البته هر کدام از این کمپرسورها بر حسب شکل ساختمانی و نحوه عملکرد، تقسیم بندی می شوند که در زیر به طور خلاصه آورده شده است:

1- کمپرسورهای دینامیک Compressors Dynamic

- ✓ سانتریفوژ Centrifugal Compressor
- ✓ جریان محوری Axial Flow Compressor

2- کمپرسورهای جابجایی مثبت Positive Displacement Compressor

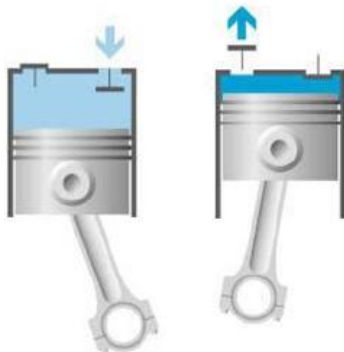
✓ رفت و برگشتی Reciprocating Compressor

✓ دورانی Rotary Compressor

از بین کمپرسورهای نامبرده، کمپرسورهای رفت و برگشتی، سانتریفوژ و جریان محوری بیشتر از سایر کمپرسورها مورد استفاده قرار می گیرند .

کمپرسورهای رفت و برگشتی Reciprocating Compressor

این کمپرسورها را می توان به هر اندازه که مورد احتیاج باشد، ساخت. در نوع یک مرحله ای آنها، با حرکت رفت پیستون فشار گاز از مکش تا خروجی بالا می رود. اساس کار این کمپرسورها حرکت یک پیستون داخل یک سیلندر است که با کاهش حجم گاز، فشار آن را بالا می برد.



شکل 11-17: مسیر ورود و خروج گاز در سیلندر کمپرسورهای رفت و برگشتی

کمپرسورهای رفت و برگشتی یک مرحله ای را بیشتر برای فشار بین 100 تا 150 Psig به کار می برند. از کمپرسورهای دو یا چند مرحله ای زمانی استفاده می شود که فشار خیلی بالا (مثلاً 600 Psig) مورد احتیاج باشد، اما با توجه به افزایش درجه حرارت گاز به هنگام فشرده شدن در کمپرسورهای چند مرحله ای، بعد از هر مرحله از یک خنک کننده استفاده می شود تا درجه حرارت گاز را برای مرحله بعدی پایین بیاورد. چون حرکت گاز در خروجی این کمپرسورها به طور یکنواخت صورت نمی گیرد، در هر حرکت رفت پیستون، به خروجی کمپرسور ضرباتی وارد

می گردد. برای جلوگیری از این ضربات و یکنواخت کردن جریان تدابیر مختلفی به کار می رود که مهمترین آنها عبارتند از:

دو ضربه ای کردن پیستون، یعنی اینکه پیستون هم در حرکت رفت و هم در حرکت برگشت مقداری گاز فشرده به خروجی مشترکی وارد نماید.

به کار بردن ضربه گیر یا خفه کن : (Pulsation Damper)

ضربه گیرمخزنی است که به طور وارونه در خروجی کمپرسور (اگر چند مرحله ای باشد در خروجی هر مرحله یک ضربه گیر) کار گذاشته می شود. اساس کار ضربه گیر بر پایه انبساط و انقباض گازی که وارد آن می شود استوار است یعنی اینکه در حرکت رفت پیستون گاز درون ضربه گیر فشرده می شود و در حرکت برگشت پیستون به علت افت فشار در خروجی کمپرسور، گاز منقبض شده درون ضربه گیر، منبسط شده، از آن خارج شدن وارد لوله خروجی کمپرسور می شود.

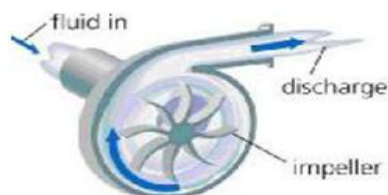
مزایای کمپرسورهای رفت و برگشتی :

هنگامی که احتمال تغییر وزن مولکولی گاز ورودی به تاسیسات وجود دارد، از این کمپرسورها استفاده می شود به این علت که در این کمپرسورها عمل تراکم حساسیت زیادی به وزن مولکولی ندارد. این کمپرسورها در مورد گازهای همراه با نفت (Associate Gas) ، مناسب می باشند. این کمپرسورها راندمان بالاتری نسبت به کمپرسورهای سانتریفوژ دارند، اما دارای سرعت کمتری نسبت به سایر کمپرسورها هستند. لذا بدون احتیاج به جعبه دنده به طور مستقیم می توانند به موتور الکتریکی متصل گردند. برای شروع حرکت نسبت به سایر انواع کمپرسورها توان کمتری لازم دارند. همچنین زمانی که میزان گاز کم باشد، نسبت به انواع دیگر ارجح هستند.

کمپرسورهای سانتریفوژ Centrifugal Compressor

در این کمپرسورها افزایش فشار گاز بر اثرافزایش سرعت آن صورت می گیرد. به این صورت که

سرعت گاز بر اثر حرکت پروانه (Impeller) زیاد شده پس از آن سرعت گاز با برخورد با پخش کننده ها کاهش پیدا می کند و در عوض فشارش بالا می رود.

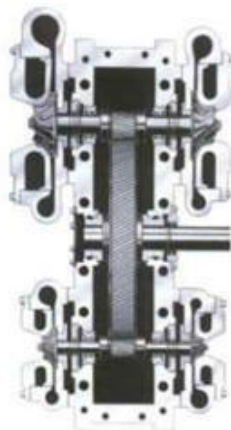


شکل 11-18: نحوه حرکت گاز توسط پروانه کمپرسور

کمپرسورهای سانتریفوژ تشکیل شده اند از یک پروانه که داخل پوسته ای می چرخد. اساس کار این کمپرسورها بر پایه نیروی گریز از مرکز طراحی شده است. در کمپرسورهای سانتریفوژ فاصله بین پوسته و پروانه خیلی کم است. بنابراین جنس محور کمپرسور باید از فلز یا آلیاژی باشد که در دوره های بالا حداقل انحنای داشته باشد تا پروانه با پوسته تماس پیدا نکند. همچنین گاز ورودی به کمپرسور باید کاملاً خشک باشد و هیچ مایعی به همراه نداشته باشد. برای همین، قبل از هر کمپرسور یک مخزن آبگیر (Knock Drum Out) قرار می دهند تا اگر احیاناً قطرات مایعی در گاز موجود است توسط این مخازن گرفته شود. چون قطرات مایع به پره های کمپرسور ضربه وارد کرده و آسیب می رساند.

اگر فشار خیلی بالا مد نظر باشد، باید از کمپرسورهای سانتریفوژ چند مرحله ای استفاده کرد به خاطر اینکه با افزایش فشار گاز دمای آن نیز زیاد می شود و این افزایش دما اگر از حد معینی بیشتر شود باعث آسیب رساندن به قطعات کمپرسور و اختلال در سیستم می شود. همچنین ممکن است با افزایش فشار، قسمتی از گاز تبدیل به مایع شود و این قطرات مایع ایجاد شده در گاز باعث از بین بردن پره های کمپرسور می شود. به دلایل ذکر شده از کمپرسورهای چند مرحله ای استفاده می شود. به این ترتیب که پس از هر مرحله فشرده گی، گاز را خنک کرده و مایع احتمالی در آن را توسط Intercooler به وسیله مخازنی در بین راه گرفته سپس گاز خشک

(بدون مایع) و خشک شده را به مرحله دوم می فرستند و به این ترتیب می توان پس از چند مرحله فشردن به فشار نسبتاً بالایی دست یافت.



شکل 11-19: نمای داخلی کمپرسور سانتریفوژ 4 مرحله ای

مزایای کمپرسورهای سانتریفوژ

کمپرسورهای سانتریفوژ نیاز به تعمیر کمتری دارند و می توانند مدت زیادی را بدون وقفه در سیستم کار کنند. علاوه بر آن، این کمپرسورها اندازه کوچکتری نسبت به کمپرسورهای رفت و برگشتی دارند.

زیرسازی کمپرسورهای سانتریفوژ کوچکتر از انواع دیگر است و نیاز به آب یا روغن خنک کننده ندارد چون به طور کلی محفظه این نوع کمپرسورها با هوا خنک می شود.

جریان خروجی از این نوع کمپرسورها یکنواخت است و ضربه ای به بخش تخلیه کمپرسور وارد نمی کند. مزیت دیگری که این نوع کمپرسورها دارند این است که استهلاک کمتری نسبت به انواع دیگر دارند و این به خاطر کم بودن قطعات متحرک این کمپرسور است.

معایب کمپرسورهای سانتریفوژ

کارکرد این کمپرسورها وابستگی شدید به وزن مخصوص، جرم مولکولی و نسبت C_p/C_v گاز

ورودی دارد. کاهش وزن مخصوص و وزن مولکولی گاز باعث افزایش توان مصرفی کمپرسور خواهد شد، همچنین متراکم کردن گازهای با وزن مولکولی کم باعث افزایش تعداد مراحل در این کمپرسورها می شود.

با وجود مزایایی که کمپرسورهای سانتریفوژی نسبت به کمپرسورهای رفت و برگشتی دارند، دارای راندمان کمتری نسبت به آنها هستند. موتورهای محرک کمپرسورها به دو صورت الکتریکی و توربینی است اما باتوجه به سرعت زیاد کمپرسورهای سانتریفوژی اگر برای این نوع کمپرسورها از موتورهای الکتریکی استفاده شود، برای تغییر سرعت دوران برای گازهای متفاوت نیاز به جعبه دنده می باشد که این امر احتمال لرزش و ارتعاش را بالا می برد و باعث افزایش هزینه های تعمیرات و استهلاک خواهد شد. در نتیجه کنترل جریان در این کمپرسورها با سهولت کمتری انجام می شود.

کمپرسورهای جریان محوری Axial Flow Compressor

این کمپرسورها نیز مانند کمپرسورهای سانتریفوژی یک قسمت چرخان (Rotor) دارند که سرعت سیال را بالا می برد اما برخلاف کمپرسورهای سانتریفوژی که جریان به صورت شعاعی می باشد، جریان به صورت موازی با محور کمپرسور حرکت می کند. ساختمان این نوع کمپرسورها به صورتی است که نصف فشار گاز در قسمت چرخان (Rotor) و نصف دیگر در قسمت ثابت (Stator) تولید می شود. پره های ثابت شده بر محور چرخان به ترتیب از قسمت مکش تا خروجی کمپرسور کوچکتر گشته و باعث بالا رفتن فشار ساکن (Pressure Static) و انرژی جنبشی (Kinetic Energy) گاز می شود. سیستم روغن زنی و سیستم کنترل جریان در سرعت های مختلف در این کمپرسورها دقیقاً شبیه کمپرسورهای سانتریفوژی است.



شکل 11-20: شبیه سازی ساده ای از نحوه حرکت سیال در کمپرسور جریان محوری

مزایای کمپرسور جریان محوری :

این نوع کمپرسورها اخیراً مصرف صنعتی زیادی پیدا کرده و برای حجم های خیلی بالا حتی تا 860000 فوت مکعب در دقیقه مناسب ترین کمپرسور می باشد. در مقام مقایسه با کمپرسورهای سانتریفوژ برای فشردگی یک حجم معین گاز قطر چرخان (Rotor) کمپرسور جریان محوری نصف قطر پروانه کمپرسور سانتریفوژ خواهد بود. اگر کمپرسور جریان محوری خوب طراحی و ساخته شود، سرعت گازی می تواند به 400 ft/s در خروجی برسد. هزینه اولیه ساختن یک کمپرسور جریان محوری با هزینه اولیه ساختن یک کمپرسور سانتریفوژ برای انجام کار معین برابر است، ولی هزینه نیروی محرکه کمپرسور جریان محوری کمتر از هزینه نیروی محرکه کمپرسور سانتریفوژ می باشد. یعنی اینکه برای یک کار معین، کمپرسور جریان محوری توربین یا موتور برقی کوچکتری نیاز دارد که این خود باعث کم شدن هزینه های بعدی می گردد.

معایب کمپرسور جریان محوری :

اگر چه این کمپرسورها برای جریانهای بالاتری نسبت به کمپرسورهای سانتریفوژ استفاده می شود اما ارتفاع فرستادن گاز در این کمپرسورها خیلی پایین است و تقریباً کمتر از نصف کمپرسورهای سانتریفوژ می باشد که به معنی این است که فشار خروجی در این نوع کمپرسورها خیلی کمتر از کمپرسورهای سانتریفوژ است. مثلاً برای رسیدن به فشار 65 Psig به دوازده مرحله فشردن گاز نیاز است که این خود باعث افزایش حجم اشغال شده توسط کمپرسور و سایر هزینه ها می شود. با توجه به موارد ذکر شده نتیجه می شود این کمپرسورها راندمان کمتری نسبت به کمپرسورهای سانتریفوژ دارند.

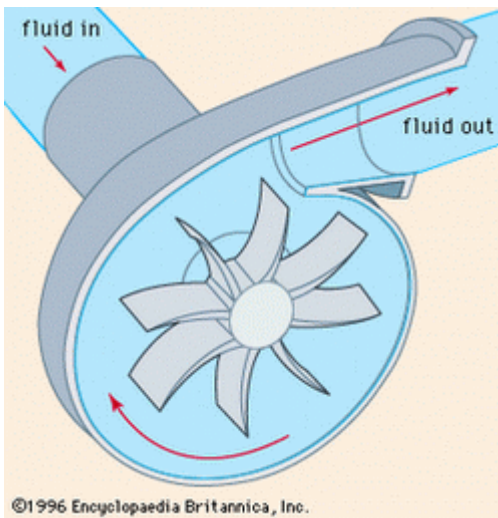
11-8- پمپ ها

پمپ وسیله ای مکانیکی برای انتقال مایعات است که با افزایش فشار جریان آن، امکان جابه جایی مایعات را به ارتفاعی بالاتر (با افزایش هد) یا حتی پایین دست (معمولاً حوضچه یا مخزن) فراهم می آورد.

به طور کلی پمپ به دستگاهی گفته می شود که انرژی مکانیکی را از یک منبع خارجی اخذ و به سیال مایعی که از آن عبور می کند، انتقال می دهد. در نتیجه انرژی سیال پس از خروج از این دستگاه (پمپ) افزایش می یابد. از پمپ ها برای انتقال سیال به یک ارتفاع معین و یا جا به جایی آن در یک سیستم لوله کشی و یا هیدرولیک استفاده می نمایند. به عبارت کلی تر از پمپ برای انتقال سیال از یک نقطه به نقطه دیگر استفاده می کنند. پمپ ها دارای انواع مختلفی هستند که هر کدام دارای کاربرد خاصی می باشند. مهم ترین پمپ هایی که مورد استفاده قرار می گیرند عبارت اند از:

1. پمپ های سانتریفوژ
2. پمپ های رفت و برگشتی
3. پمپ های چرخ دنده ای

پمپ های سانتریفوژ



©1996 Encyclopaedia Britannica, Inc.

این پمپ ها از نوعی می باشند که انتقال انرژی از آنها به سیال به طور دائمی انجام می پذیرد. پمپ های سانتریفوژ معمولاً نیروی محرکه خود را از طریق یک الکترو موتور (موتور الکتریکی) دریافت می کنند. انتقال نیروی محرکه از موتور به پمپ از طریق یک محور به نام شفت منتقل می شود. شفت موتور به وسیله نوعی تجهیزات مکانیکی به نام کوپلینگ به شفت پمپ متصل شده است. به این ترتیب انتقال نیرو به راحتی از طریق شفت موتور الکتریکی به

شفت پمپ منتقل می گردد.

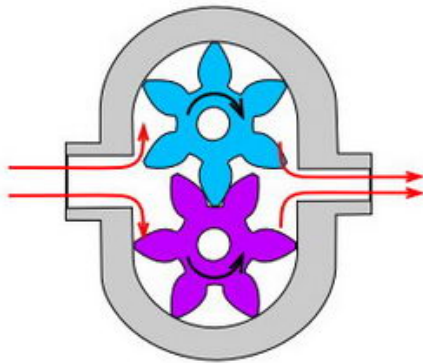
پمپ های سانتریفوژ دارای یک محفظه هستند که حلزونی شکل است و پوسته (Casing) نامیده می شود و درون آن یک یا چند چرخ قرار دارند که روی یک محور (شفت) نصب شده اند. هر چرخ مجهز به تعدادی پره می باشد. انتقال انرژی به سیال در این قسمت انجام می شود. برای اینکه از محل خروج شفت از کیسینگ پمپ سیالی خارج نشود و اصطلاحاً نشتی به خارج نداشته باشیم از ابزاری به نام مکانیکال سیل استفاده شده است. نکته بسیار مهم در مورد این نوع پمپ ها هواگیری یا پرایم کردن پمپ پیش از روشن کردن آنها می باشد. یعنی پس از لاین آپ نمودن پمپ و اطمینان از ورود سیال به داخل پمپ، باید از خروج کامل هوا یا گاز حبس شده در داخل پمپ نیز اطمینان حاصل نمود. از این نوع پمپ ها در ابعاد و اندازه های مختلف برای مصارف گوناگون ساخته می شوند.

پمپ های رفت و برگشتی :

این نوع پمپ ها وسایلی هستند که انتقال انرژی از آنها به سیال به صورت پریودیک و دوره ای می باشد. نیروی محرکه این نوع پمپ ها نیز غالباً توسط موتورهای الکتریکی تامین می گردد. در این نوع پمپ ها حرکت چرخشی میل لنگ تبدیل به حرکت رفت و آمدی پیستونی در یک سیلندر می شود. با عقب رفتن پیستون در سیلندر ایجاد مکش شده و در نتیجه مایع از طریق یک شیر ورودی داخل سیلندر می گردد. با حرکت پیستون به طرف جلو دریچه ورودی بسته و مایع از طریق شیر خروجی به خارج هدایت می گردد. شیرهای ورودی و خروجی یک طرفه بوده و طوری ساخته شده اند که در مراحل رفت و آمد پیستون، از ورود مایع داخل سیلندر به قسمت کم فشار و بالعکس ممانعت شود. اگر به جای پیستون، پلانجری در داخل سیلندر رفت و آمد کند در این حالت به آن پمپ پلانجری می گویند. در ضمن چنانچه پلانجر دیافراگمی را حرکت دهد پمپ از نوع دیافراگمی است. فرق میان پیستون و پلانجر در این است که طول سر پیستون کوتاه تر از مسافتی است که پیستون درون سیلندر طی می نماید، در حالی که طول پلانجر بیشتر از طول مسافت طی شده توسط آن در داخل سیلندر می باشد. از طرفی در پمپ های پیستون از حلقه یا رینگی جهت آب بندی پیستون و سیلندر استفاده شده است که روی بدنه پیستون قرار گرفته و همراه آن حرکت می کند، در حالی که در پمپ های پلانجری این رینگ روی سیلندر قرار دارد و ثابت است. این پمپ ها معمولاً کم ظرفیت هستند ولی فشار خروجی

سیال را می توانند تا مقدار زیادی افزایش دهند. بنابراین از این پمپ ها در جاهایی که نیاز به جا به جا کردن سیالی با حجم کم ولی فشار بالا می باشد استفاده می کنند. در ضمن باید به این نکته نیز توجه داشت که جریان سیال در این پمپ ها به صورت غیر یکنواخت می باشد. نکته بسیار مهم در مورد این پمپ ها آن است که هرگز نباید آنها را در حالی که شیر خروجی پمپ بسته است روشن نمود.

پمپ های چرخ دنده ای:



این پمپ ها نوعی از پمپ های گردشی یا روتاری می باشند. پمپ های چرخ دنده ای از دو قسمت متمایز تشکیل شده اند، یکی قسمت جداره ثابت و دیگری قسمت دوار که شامل یک محور گردان با چرخ دنده می باشد. در پمپ های چرخ دنده ای مقداری مایع بین دنده های چرخ دنده پمپ به اصطلاح به تله می افتد و در اثر چرخیدن چرخ دنده ها این مایع به قسمت

خروجی پمپ رانده می شود. این پمپ ها به گونه ای ساخته می شوند که در آنها فاصله میان اجزاء گردنده و جداره ثابت بسیار کم می باشد. کاربرد این پمپ ها برای جا به جایی مایع با حجم کم و فشار متوسط می باشد. نکته مهم در مورد این پمپ ها آن است که هرگز نباید آنها را در حالی که شیر خروجی پمپ بسته است روشن نمود؛ چرا که در این حالت، اگر هیچ شیر اطمینانی در مسیر تخلیه پمپ وجود نداشته باشد، یا خود پمپ از بین می رود و یا اینکه لوله تخلیه می شکند.

می توان پمپ ها را بر اساس نحوه عملکردشان به گونه ای دیگر نیز دسته بندی کرد:

1. پمپ های سانتریفوژ (جریان شعاعی)
2. پمپ های محوری
3. پمپ های نیمه سانتریفوژ (یا با جریان مختلط)

1- پمپ سانتریفوژ (شعاعی):

عملکرد این پمپ به این صورت است که در آن سیال موازی محور وارد چرخ پمپ شده و عمود

بر آن از چرخ خارج می گردد. این پمپ ها معمولاً برای ایجاد فشارهای بالا در دبی های کم به کار می روند. بنابراین اغلب پمپ های سانتریفوژ توانایی خوبی در ایجاد فشارهای بالا دارند. پمپ های سانتریفوژ شایع ترین نمونه از پمپ ها هستند .

2- پمپ های محوری:

سیال موازی محور وارد پمپ می گردد و به طور موازی نسبت به محور از چرخ خارج می گردد. این پمپ ها برای ایجاد فشارها و دبی های متوسط به کار می روند .

3- پمپ های نیمه سانتریفوژ (مختلط) :

سیال موازی محور وارد چرخ پمپ می گردد و به طور مایل نسبت به محور از چرخ خارج می گردد. این پمپ ها برای ایجاد فشارها و دبی های متوسط به کار می روند. این پمپ ها نسبت به پمپ های سانتریفوژ توانایی بیشتری در استفاده و به کارگیری دبی های بالا را دارند .

مبانی و کاربرد پمپ های گریز از مرکز (Centrifugal Pump) :

اصول کار کلیه این پمپ ها بر اساس استفاده از نیروی "گریز از مرکز" پایه گذاری شده است. هر حجمی که در یک مسیر دایره ای یا منحنی شکل حرکت کند، تحت تأثیر نیروی گریز از مرکز واقع می شود. جهت نیروی مذکور طوری است که همواره تمایل دارد که جسم را از محور یا مرکز دوران دور سازد.

قسمت های اساسی یک پمپ گریز از مرکز عبارتند از :

الکتروموتور: که شامل قسمت الکتریکی پمپ است.

کوپل یا هم محور سازی: که متصل کننده الکترومتر به شافت (محور) پمپ است.

هوس برینگ: که محل قرار گیری برینگ ها می باشد

مکانیکال سیل: که محل آب بندی پمپ و جدا کننده سیال پمپاژ شده و قسمت مکانیکی پمپ می باشد.

پره های پمپ: که با توجه به نوع کاربرد دارای انواع مختلفی می باشد .

مواد:

پمپ های سانتریفیوژ که معمولاً به بازار عرضه می شوند دارای ترکیبات برنزی، تمام برنزی، یا دارای ترکیب آهنی می باشند. در ساختار نیمه برنزی، پروانه خلاف شافت (اگر به کار برده شده باشد) و رینگ های سایشی برنزی خواهد بود و محفظه از چدن است. این مواد ساختمانی برای قسمت های از پمپ می باشد که در تماس با پمپاژ شده می باشد .

کاویتاسیون:

این پدیده یکی از خطرناک ترین حالت هایی است که ممکن است برای یک پمپ به وجود آید. آب یا هر مایع دیگری، در هر درجه حرارتی به ازای فشار معینی تبخیر می شود. هرگاه در حین جریان مایع در داخل چرخ یک پمپ، فشار مایع در نقطه ای از فشار تبخیر مایع در درجه حرارت مربوطه کمتر شود، حباب های بخار یا گازی در فاز مایع به وجود می آیند که به همراه مایع به نقطه ای دیگر با فشار بالاتر حرکت می نمایند. اگر در محل جدید فشار مایع به اندازه کافی زیاد باشد، حباب های بخار در این محل تقطیر شده و در نتیجه ذراتی از مایع از مسیر اصلی خود منحرف شده و با سرعت های فوق العاده زیاد به اطراف و از جمله پره ها برخورد می نمایند. در چنین مکانی بسته به شدت برخورد، سطح پره ها خورده شده و متخلخل می گردد. این پدیده مخرب در پمپ ها را کاویتاسیون می نامند. پدیده کاویتاسیون برای پمپ بسیار خطرناک بوده و ممکن است پس از مدت کوتاهی پره های پمپ را از بین ببرد. بنابراین باید از وجود چنین پدیده ای در پمپ جلوگیری گردد. کاویتاسیون همواره با صداهای منقطع شروع شده و سپس در صورت ادامه کاهش فشار در دهانه ورودی پمپ، بر شدت این صداها افزوده می گردد. صدای کاویتاسیون مخصوص و مشخص بوده و شبیه برخورد گلوله هایی به یک سطح فلزی است. هم زمان با تولید این صدا پمپ نیز به ارتعاش در می آید. در انتها این صداهای منقطع به صداهایی شدید و دائم تبدیل می گردد و در همین حال نیز راندمان پمپ به شدت کاهش می یابد.

11-9- دمنده‌ها (Blowers)

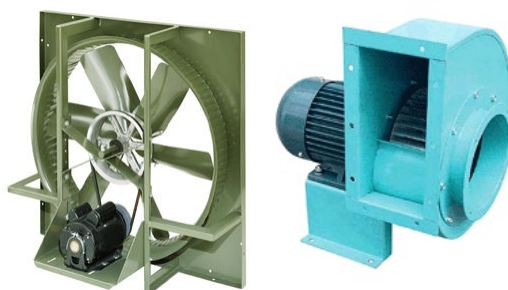
دمنده‌ها نوع خاصی از کمپرسورها بوده که فشار نسبتاً کم و دبی نسبتاً زیاد دارند. حداکثر فشار قابل دسترس توسط آنها (۲-۵/۱ بار) می‌باشند. دمنده‌های با فشار کم و دبی زیاد از نوع گریز از مرکز ساخته می‌شوند. حال آنکه برای فشارهای بالا (نزدیک به ۲ بار) و دبی کمتر نوع دورانی (Rotary) متداول‌تر می‌باشد. ساخت دمنده‌های از نوع تناوبی (رفت و برگشتی) عملاً منتفی است.



شکل 11- 21: بلور سانتریفیوژ

11-10- هواکش‌ها (fans)

این نوع کمپرسورها عموماً برای دبی زیاد و فشار کم (تا ۱-۰ بار) ساخته شده و عموماً از خانواده گریز از مرکز می‌باشند.



شکل 11- 22: فن سانتریفیوژ و فن ملخی

کمپرسورهای اصلی (گاز پروسس و گاز خنک کننده) و همچنین اغلب پمپ ها ، بلوورها و فن های مورد استفاده در احیاء مستقیم از نوع سانتریفیوژ میباشند.

11-11- برج خنک کننده (Cooling Tower)

مقدمه:

از برج های خنک کننده به طور گسترده برای خنک کردن مقادیر زیادی آب در نیروگاه های حرارتی، پالایشگاه ها، نیروگاه های اتمی، کارخانه های فولادسازی، سیستم تهویه مطبوع و سایر مراکز صنعتی استفاده می شود. برای کاهش دمای قسمتهای مختلف در صنایع یاد شده لازم است تا گرمای حاصل از عملکرد ماشین ها و موتورها به نحو مناسبی از سیستم گرفته، به محیط خارج منتقل شود.

از آنجایی که میزان تبخیر آب در این صنایع زیاد بوده و آب مصرفی آنها دارای خلوص بالاست، طبیعتاً هزینه بر می باشند. پس لازم است این بخارها مجدداً به آب تبدیل شده و مورد استفاده قرار گیرند. تبدیل بخار به آب از طریق گرفتن گرمای آن امکان پذیر است. لذا چنانچه این بخار گرم با آب سرد در مجاورت هم واقع شوند گرمای بخار آب گرفته شده، به آب تبدیل می گردد. برای ادامه روند فوق نیاز به آب سرد می باشد. یک شیوه ابتدایی در این مورد برگشت آب گرم به محیط و استفاده از آب تازه است. این عمل به علت بالا بودن دمای آب و حجم بالای آن از نظر زیست محیطی قابل قبول نمی باشد و همچنین تامین این مقادیر عظیم آب برای این صنایع همیشه میسر نیست. آنچه در اکثر صنایع برای دست یابی به منظور فوق رواج یافته، استفاده از برج های خنک کننده (Cooling Tower) می باشد.

برج خنک کن عبارت است از یک ساختمان بتنی، فلزی و یا چوبی، با شکل و ترکیب خاص که برای سرمایش آب گرم به صورت طبیعی یا مکانیکی طراحی و ساخته می شود. طبعاً ابعاد و شکل این سازه، تابعی از میزان تبادل گرمایی مورد نیاز و مکانیزم سرمایش می باشد.

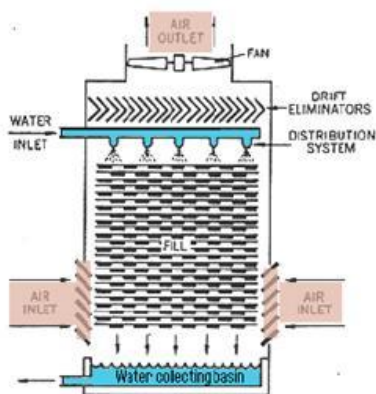
در این سیستم آب گرم به طور مستقیم و یا غیرمستقیم در تماس با جریان هوای طبیعی یا مکانیکی (فن) قرار گرفته و گرمای آن به هوا منتقل می شود و برای مصرف بعدی مورد استفاده قرار می گیرد. در ادامه مختصری راجع به انواع برج های خنک کننده توضیح داده شده و تصاویری از چند Cooling Tower رایج در صنایع آورده شده است.

تقسیم بندی انواع برج های خنک کننده

تقسیم بندی های متفاوتی برای برج های خنک کن آمده است ؛ از جمله براساس نوع جریان و یا براساس عامل تبادل گرما (طبیعی یا مکانیکی) و یا بر حسب نحوه تبادل (مستقیم یا غیرمستقیم).

برج خنک کن مکنده (Induced Draft Cooling Tower)

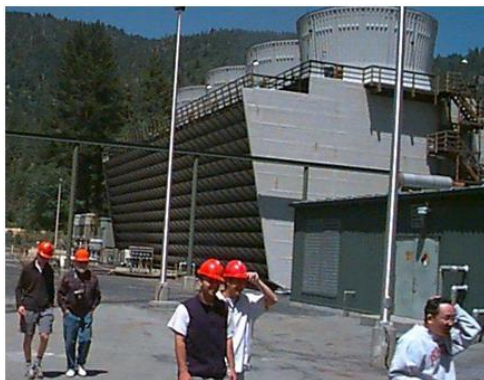
در قسمت بالای آن یک مکنده وجود دارد که با ایجاد نیروی مکش، هوا را از طریق بادگیرها وارد برج می کند، هوای وارد شده پس از تبادل حرارت با آب گرم برگشتی، از خروجی مکنده خارج می شود. برحسب اینکه هوای ورودی عمود بر جریان آب یا اینکه موازی و در خلاف جهت جریان باشد دو نوع برج خنک کن مکنده ای ساخته شده است.



شکل 11- 23: طرز کار برجهای خنک کن مکنده

در شکل Water Inlet آب گرم ورودی به برج خنک کننده است که به وسیله آب پاشها بر روی بستر خاصی ریخته می شود و Air Inlet هم که در قسمت پایین تصویر نشان داده شده است ورودی هوای برج را نشان می دهد .

نوع دیگر برج های خنک کننده، برجهای دمنده می باشند که در آنها بجای مکش هوا دمش هوارا داریم که دارای مصرف کمی می باشند.



شکل 11- 24: تصویری از Cooling Tower های مکند



شکل 11- 25: تصاویری از Cooling Tower های دمنده

خصوصیات برج های خنک کن

در این بخش خصوصیات انواع مختلف برج خنک کننده مورد بررسی قرار می گیرد.

خصوصیات برج های خنک کن مدار باز

ظرفیت دستگاه: مقدار آبی است که در حوضچه پایین برج (Sump)، دستگاه های تبادل حرارت و مسیر رفت و برگشت آب وجود دارد. معمولاً 20 درصد آب در مدار و دستگاه های تبادل حرارت جریان دارد و بقیه درحوضچه برج خنک کن می باشد.

زمان یک گردش: زمان لازم برای اینکه جریان آب از مکش پمپ برج خنک کن خارج شود و دوباره به همان نقطه برگردد.

از دست دادن آب به وسیله تبخیر (Evaporation Loss): حدوداً برای هر 10 درجه فارنهایت افت حرارت آب، حدود 1٪ مقدار آب در گردش را در نظر می گیرند.

کم شدن به وسیله باد (Windage Loss): در برج های خنک کن مقداری از آب برج به همراه جریان هوا، از سیستم خارج و وارد جو می شود، این مقدار آب به طور متوسط در حدود 2 درصد مقدار آبی است که در مدت یک ساعت در مدار گردش می کند.

درجه تغلیظ: تبخیر قسمتی از آب برج، غلظت نمکهای محلول در آب را افزایش می دهد. در نتیجه هرچه تبخیر بیشتر صورت گیرد، غلظت مواد در آب باقیمانده بیشتر خواهد شد و به عبارت دیگر درجه تغلیظ افزایش خواهد یافت. از این رو درجه تغلیظ عبارت است از نسبت مواد محلول موجود در آب در گردش به مقدار مواد موجود در آب تأمین (جبرانی). البته این نسبت موقعی درست است که مواد دیگری به آب اضافه نشده باشد. درجه تغلیظ را می توان از نسبت کلر آب در گردش به کلر آب جبرانی حساب کرد.

کنترل پارامترها

برای اینکه برج خنک کن خوب کار کند و در برابر عوامل خارجی پایدار باشد، باید نکات زیر مورد توجه قرار گیرد:

درجه تغلیظ: معمولاً بین 2 تا 5 باشد.

بکار بردن مواد شیمیایی: این مواد عبارتند از؛ کلر، اسید و مواد ثابت کننده (ضد خوردگی و ضد رسوب). این مواد باید به نحوی در مکانهایی استفاده شود که با آب سیستم کاملاً مخلوط گردد.

اضافه کردن گاز کلر: به منظور کنترل رشد موجودات زنده، غلظت آن نباید از حد معینی کمتر شود.

اضافه کردن ضد لجن: برای جلوگیری از تشکیل رسوب.

خصوصیات سیستم خنک کن مدار بسته

سیستم خنک کن مدار بسته سیستمی است که آب در آن در یک مسیر بسته در گردش می باشد و به علت عدم مجاورت با هوا تبخیر در آن صورت نمی گیرد. بنابراین در ترکیب آن تغییر چندانی به وجود نمی آید. سیستم مدار بسته، مشابه هر شبکه آبی احتیاج به بهسازی شیمیایی دارد ولی چون هدررفتن آن کم است هزینه بهسازی در شرایط خوب سیستم، زیاد نمی باشد.

برای اینکه سیستم به خوبی کار کند، آب اولیه و آب تأمینی بایستی از کیفیت خوبی برخوردار باشند. سیستم مدار بسته کارخانجات معمولاً در مراکز حساس مثل مدل های ریخته گری در کارخانجات ذوب فلز به کار گرفته می شوند. مصرف و کاربرد سیستم سردکننده مدار بسته از این لحاظ است که اشکالات ناشی از رسوب در مبدل های حرارتی حساس را از بین ببرند. سرعت آب در مدار بسته بطور کلی کم و بین 1/5 تا 9 متر بر ثانیه می باشد و اختلاف دمای ایجاد شده در این سیستم برابر 10 تا 15 درجه فارنهایت (6 تا 9 درجه سانتی گراد) می باشد.

سیستم مدار بسته چنانچه نشستی درپمپ ها و مراکز مصرف نداشته باشد، به آب جیرانی بسیار کم نیاز دارد. این سیستم مجهز به مخزن انبساط و دریچه خروجی تبخیر جزئی می باشد.

هرچند آب جبرانی، آب کندانس شده می باشد و احتمال رسوب و خوردگی بی اندازه کم است، لذا احتیاج است بعضی اوقات آب آزمایش شده، و مقدار مواد محلول آن در صورتی که آب نرم (آب عاری از ناخالصی) مصرف می شود با مخزن آب تغذیه مقایسه گردد. چون غالباً این سیستم در مدار دارای آلیاژها و فلزات مختلف می باشد در معرض خطر احتمالی خوردگی گالوانیکی قرار دارد. چون آب جبرانی دارای غلظت کم اکسیژن است، لذا خوردگی به وسیله اکسیژن کم است. اما چنانچه مصرف آب جبرانی زیاد باشد و به دفعات آب وارد سیستم شود، احتمال وجود اکسیژن و خوردگی اکسیژن وجود دارد.

از نظر تئوری چون تغلیظ در مدار صورت نمی گیرد، خطر تولید رسوب هم در آن کم است و چون رسوب وجود ندارد کاهش در تبادل حرارت نیز وجود ندارد و خوردگی نیز نباید در سیستم باشد. ولی چنانچه به علت نشت، لازم باشد مکرراً به سیستم آب اضافه شود، هرچند آب جبرانی، آب کندانس باشد، ممکن است همراه آب، مواد معلق، اکسیژن و حتی میکروارگانیسم ها نیز به سیستم اضافه شود و درحالیکه سرعت آب کم می باشد، پتانسیل ایجاد رسوب افزایش می یابد و شرایط خوردگی و بوجود آمدن رسوبات سخت در مبدل ها فراهم می شود. از این رو در سیستم های مدار بسته که نیاز مکرر به آب جبرانی باشد، لازم است تدابیری برای جلوگیری از ایجاد رسوب اتخاذ کرد.

مشکلات عملیاتی برج های خنک کننده

عمده ترین مشکلات سیستم های سردکننده عبارتند از:

- خوردگی
- رسوب گذاری که از مهمترین آنها می توان رسوبات میکروبیولوژی را نام برد.
- کف کردن

1- خوردگی

خوردگی در سیستم های سردکننده و انتقال آب مهمترین و عمده ترین مشکل می باشد. عوامل اصلی در خورده شدن فلزات مخصوصاً فلزات سری آهن در سیستم سردکننده عبارتند از:

کیفیت آب: بالا رفتن غلظتهای نمک محلول در آب، خوردگی را شدت می بخشد، زیرا زیاد بودن غلظت مواد در آب غلظت یونی را افزایش می دهد که نتیجه آن بالا رفتن فعل و انفعالات یونی و احتمالاً تشکیل نمکهای خورنده از طریق جابجایی نمک های محلول می باشد. از نمک های محلول در آب، کلرورها بیشترین سهم را در افزایش میزان خوردگی دارند.

اثر حرارت: با افزایش درجه حرارت، خوردگی افزایش می یابد.

اکسیژن محلول در آب: به فلز آهن حمله ور شده، سبب خوردگی و سوراخ شدن آن می شود. منبع اصلی آن، اکسیژن محلول در آب در تماس با هواست.

میکروارگانیسم ها: باکتری های احیاءکننده سولفات با تولید هیدروژن سولفور و اسیدسولفوریک خوردگی را در سیستم سبب خواهند شد.

جلوگیری از خوردگی

به طور کلی در سیستمی که با آب سر و کار دارد، محافظت فلزات و آلیاژها به طور کامل در برابر خوردگی غیرممکن است. هدف از کنترل خوردگی، رسیدن به حد قابل قبول از طریق طراحی درست، انتخاب فلزات و آلیاژهای مناسب و همچنین بهسازی آب و ترکیبات شیمیایی متناسب با شرایط سیستم و کیفیت آب است. عده ای معتقدند برای رسانیدن خوردگی به حداقل بایستی طراحی خوب انجام شود و فلزات و آلیاژهای مناسب انتخاب گردد، اما با توجه به مسائل اقتصادی و امکانات، اکثریت کارشناسان و مهندسين آب و خوردگی معتقد می باشند تنها راه رسانیدن خوردگی به حد قابل قبول استفاده از مواد شیمیایی می باشد.

2-رسوب

منابع ایجاد رسوب

منابع داخلی: یکی از اساسی ترین منابع تولید رسوب کیفیت خود آب است که علاوه بر مواد محلول در آب ممکن است دارای مواد معلق همچون ترکیبات سیلیسی، آهن محلول یا رسوب، منگنز یا موادی که در نتیجه صاف کردن آب به آن اضافه شده است باشد.

منابع خارجی: مهمترین عامل خارجی ایجاد رسوب در یک سیستم سردکننده، مخصوصاً سردکننده مدارباز، هوا می باشد. برج خنک کن مانند یک مکنده بزرگ هواست و آب وسیله مناسبی برای جذب گرد و خاک، میکروارگانیزم ها و سایر ذرات است که در حجم بسیار بزرگ در مجاورت آب قرار دارند و چون مواد معلق در هوا بر حسب شرایط جوی و فصول مختلف تغییر می کند، مواد معلق در برج نیز همیشه در حال تغییر است.

انواع رسوب

برای جلوگیری از ایجاد رسوب در سیستم باید نخست آنها را شناخت تا بتوان به نحو موثر با آنها مبارزه کرد. رسوب ها، مخلوطی از گرد و خاک، آلودگی های آب، روغن، میکروارگانیزم ها و محصولات خوردگی می باشند. عوامل مؤثر تشکیل دهنده آنها عبارتند از:

آلودگی های آب تأمینی

مواد جامد معلق در آب

آهن، منیزیم و آلومینای موجود در آب

آلودگی های فرایند

سرعت جریان، درجه حرارت و Ph آب

بطور کلی با توجه به کیفیت و منابع تأمین آب و در نظر گرفتن مسائل اقتصادی، تشکیل رسوب را با اتخاذ یک یا دو روش توأم زیر به حداقل می رسانند:

حذف مواد مولد رسوب از آب

اصلاح آب به منظور جلوگیری از نشست یا چسبیدن مواد به سطوح فلزی

میکروارگانسیم ها

تقریباً می توان گفت تمام صنایعی که با آب سروکار دارند، میکروارگانسیم ها در آن صنایع اثر می گذارند، زیرا تعداد زیادی از فعل و انفعالات شیمیایی بوسیله میکروارگانسیم ها انجام می شود.

در پاره ای از صنایع مثل صنایع غذایی، دستگاه های سردکننده کارخانجات صنایع شیمیایی، میکروارگانسیم ها ضررهای زیادی را ایجاد می کنند و حتی ممکن است مسیر تولید را تغییر دهند. تابش مستقیم نور خورشید به برج های خنک کننده، وجود حرارت مناسب و غذا که ممکن است در نتیجه نشست از مسیر تولیدات کارخانه به برج وارد شود، فراوانی اکسیژن در نتیجه ریزش و تلاطم آب در سیستم مداری باز، محیط خوبی برای رشد و تکثیر میکروارگانسیم ها می باشد.

کنترل میکروارگانسیم ها در برج های خنک کننده

از نظر عملی در بیشتر سیستم های آب صنعتی در استفاده از طرق فیزیکی برای نابودی و کنترل فعالیت میکروارگانسیم ها محدودیت زیادی وجود دارد. مثلاً حرارت دادن آب تا 70 درجه ممکن است بسیاری از میکروارگانسیم ها را از بین ببرد اما منظور اصلی استفاده از برج، خنک کردن آب و استفاده از آن در مبدل ها و یا مراکز دیگر کارخانه می باشد. تشعشع، مثل اشعه گاما یا اشعه ایکس و یا حتی فرکانس های خاصی از صوت می تواند از فعالیت میکروارگانسیم ها جلوگیری کرده، آنها را بکشد. اما این نوع کنترل متضمن هزینه بسیار و تجربیات عملی زیاد می باشد. از روش های شیمیایی نیز که می توانند کنترلی در برابر موجودات زنده موجود در آب برج باشد Ph است که اکثریت میکروارگانسیم ها قادر به ادامه زندگی، رشد و تکثیر در محدوده های خاصی از Ph نمی باشند اما این Ph های اسیدی یا قلیایی نیز مسائل عمده ای را در برج بوجود خواهد آورد. بنابراین تنها راه مبارزه و کنترل میکروارگانسیم استفاده از ترکیبات و میکروب کش های شیمیایی می باشد.

معمولی ترین ترکیباتی که برای کنترل میکروارگانیزم برج های خنک کن مصرف می شوند، عبار تند از : کلر، برم، فنل کلروینه و نمک های مس.

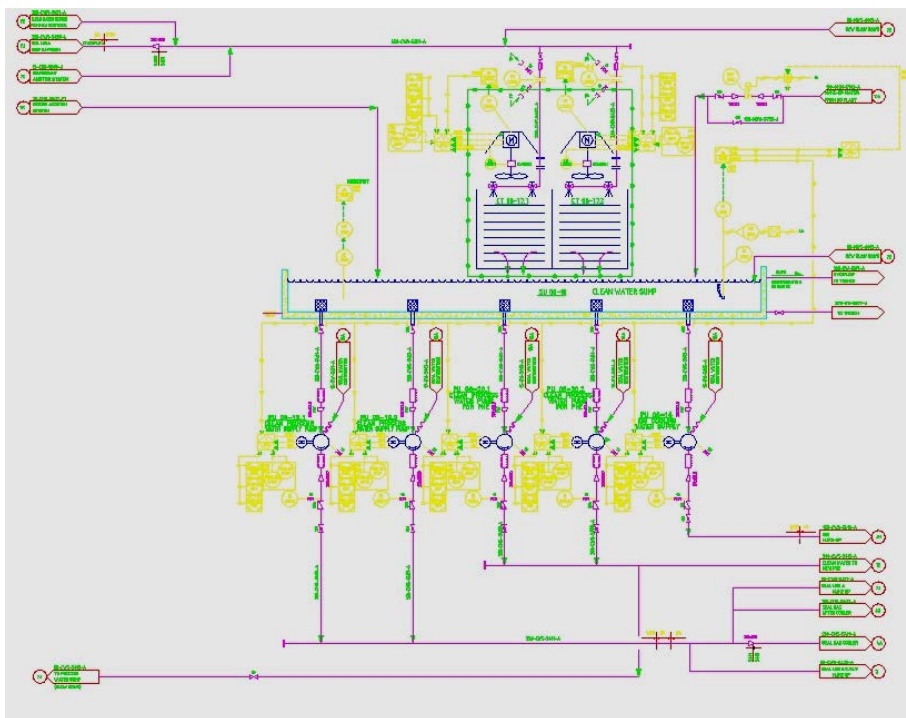
کلر یکی از مؤثرترین مواد برای کنترل میکروارگانیزم ها در سیستم سردکننده مدار باز می باشد. تصمیم در مورد اینکه در یک برج، کلر یا مواد دیگر مصرف شود بستگی به بررسی اقتصادی، مقدار کلر موردنیاز، هزینه محل، کارگر و نصب تجهیزات دارد. در حال حاضر هیچ ماده میکروبی کشی وجود ندارد که بتواند طیف وسیعی از میکروارگانیزم های موجود در برج های خنک کن را از بین ببرد. از این رو با تجربه و دقت بایستی بر مبنای شرایط عملکرد هر برج، ماده میکروبی کش انتخاب گردد. تنها، توجه به ارزان بودن یک ماده شیمیایی و انتخاب آن، نه تنها اقتصادی نیست بلکه ممکن است متضمن ضررهایی نیز باشد. مواد شیمیایی باید به نحوی انتخاب شوند که در صورت مخلوط شدن و وارد شدن در مسیر فرایند خساراتی متوجه آن نسازد.

3-کف کردن

در پاره ای از برج های خنک کننده، تولید کف می تواند موجب مشکلاتی شود. ریزش آب از بالای برج و جذب هوا توسط آن، سبب تولید حباب هایی در آب خواهد شد که همراه مقداری روغن و ترکیباتی آلی مشابه می باشد که در کل برج پخش خواهد شد. در اغلب موارد ایجاد کف، علاوه بر کاهش ظرفیت حوضچه برج از طریق انسداد لوله های انتقال آب خساراتی را متوجه پمپ ها خواهد نمود. یکی از عواملی که سبب ایجاد کف در برج خواهد شد، مواد تثبیت کننده ای می باشد که به چوب برج ها برای محافظت آنها تزریق می گردند. این پدیده غالباً بعد از چند هفته کار برج مرتفع خواهد گردید.

یادآوری می شود که یکی از مهمترین اجسامی که برای ایجاد سطح تماس بین آب و هوا در برج های خنک کننده از آن استفاده می شود الوارهای چوبی است. برای بهبود شرایط سیستم باید از ضد کف های مناسبی استفاده نمود.

در پروسس احیاء از برجهای مکنده جهت خنک کردن آب پروسس استفاده می شود. در روش پرد برج های خنک کننده ی آب مورد استفاده در ماشین آلات از برجهایی که آب مورد نیاز دیگر تجهیزات را تامین می کنند، مجزی شده اند.



شکل 11-26: نمایی از برج های خنک کننده ای که در پروسس احیاء استفاده می شود

12- نگاه تصویری به پروژه کارخانه‌ی احیای مستقیم فولاد بافت



نمای شمالی ناحیه مرکزی (Core Area)



نمای غربی پروژه



نمای شمالی کوره



نمای شرقی کوره

**Cooling Gas Scrubber****Top Gas Scrubber**

نمای جنوبی ریفرمر و ساختمان
آنالیز گاز



نمای شمالی ریفرمر و مخازن گاز
تصفیه (Purgr Gas Tanks)



نمای جنوبی بلوور (Blower)



نمای فوقانی Reformer, Heat Recovery
& Stack



نمای شمالی سیستم بازیابی
گرما و دودکش



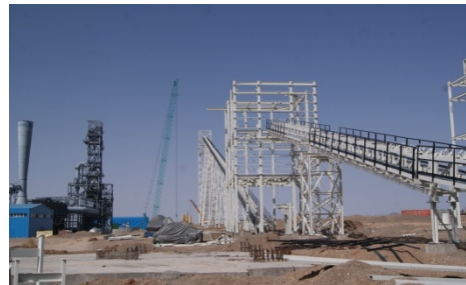
مخزن ذخیره روزانه (Day Bin)



فونداسیون دستگاه انباشت و برداشت



سیستم غبارگیر ناحیه محصول



اسکلت فلزی نوار نقاله های مواد اولیه



اسکلت فلزی نوار نقاله های حمل محصول



سیلوهای ذخیره محصول و سیستم غبارگیر



ناحیه تصفیه خانه آب (Water Treatment Area)

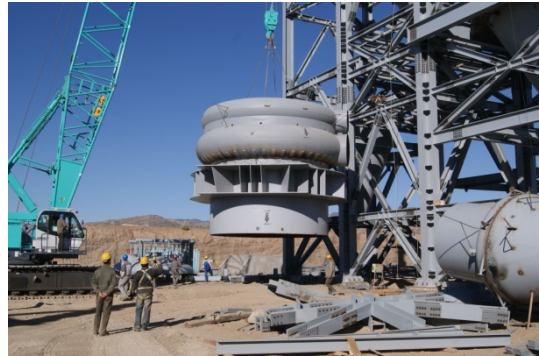


عملیات اجرایی سازه کلاریفایر

کانال های برق (Cable Trench)



اتاق کنترل (Control Room)

Furnace Upper Part**Furnace Middle Part****Furnace Support Section And Middle Part****Furnace Lower Parts**

**Top Gas
Duct**



Bustle Gas Duct

Chaina Hat



Cooling Gas Scrubber Upper Part



Cooling Gas Scrubber Middle Part

Classifier



Expansion Joints

Vibrating Screen



Seal Gas After Cooler

Seal Gas Cooler



Steam Drum

13- فرهنگ اصطلاحات

Air Recuperator: نوعی مبدل حرارتی است که هوای مورد نیاز جهت احتراق در مشعلهای اصلی ریفرمر را بوسیله استفاده از حرارت اتلافی گازهای حاصل از احتراق گرم می نماید.

Analyzer Room: محلی است که در آن نمونه‌ی گازهای گرفته شده از خطوط معین، آنالیز شده و از اطلاعات آن جهت کنترل پروسس استفاده می گردد.

Auxiliary Air Blower: دمنده ای است که جهت تامین هوای مورد نیاز مشعلهای کمکی مورد استفاده قرار می گیرد.

Auxiliary Burners: این مشعل های فرعی جهت تامین حرارت مورد نیاز ریفرمر از زمان راه اندازی تا درجه حرارت عملیات (حدود 300 درجه) و همچنین حفظ درجه حرارت ریفرمر در شرایط توقف (زمانی که بار حرارتی جهت واکنش ریفرمینگ وجود ندارد) بکار گرفته می شوند.

Bottom Seal Gas: گاز آب بندی که به خروجی کوره تزریق می شود.

Bottom Seal Leg: سیستم آب بندی دینامیکی است که از گاز آب بندی جهت ایجاد فشار مثبت کافی برای جلوگیری از فرار گازهای کوره احیاء به قسمت پایینی کوره و نهایتاً به اتمسفر، استفاده می نماید.

Bottom Seal Mist Eliminator: یک رطوبت گیر جهت برطرف نمودن رطوبت از گاز آب بندی برای تزریق به سیل لگ پایین کوره می باشد.

Bottom Slide Gate: یک دریچه لغزنده هیدرولیکی است که جهت کنترل محصول در خروجی کوره نصب می شود.

Burden Feeders: چند سری کلوخه شکن در کوره احیاء که برای ایجاد حرکت دقیق و منظم بار کوره و شکستن کلوخه های ایجاد شده مورد استفاده قرار می گیرند.

Bustle Gas: گاز ریفرم شده ای که درجه حرارت و ترکیب آن جهت احیاء مواد اکسیدی، کنترل گردیده و به کوره تزریق می گردد.

Bustle Gas Duct: داکتی است که Bustle Gas را جهت انجام واکنش روی گندله ها، به کوره انتقال میدهد.

Bustle Gas Mixer: محفظه اختلاطی که در آن گاز طبیعی به Reformed Gas اضافه میشود و Bustle Gas در آن تولید می شود و دمای گاز باستل در آن کنترل می گردد.

Charge Hopper: یک قیف ناودانی شکل در بالای کوره جهت دریافت اکسید آهن می باشد.

Clarifier: یک سازه استوانه ای بزرگ که آبهای کثیف به آن ریخته شده و طی عملیاتی مواد جامد را از آنها جدا می کند.

Classifier: دستگاهی است با یک محور حلزونی شکل که خروجی آب شوینده ها که دارای مواد جامد بالایی می باشند قبل از ورود به کلاریفایر به آن می ریزد.

Cold Flare Bubbler: عبارتست از یک مخزن پراز آب که در بالای کوره بالاتر از شوینده ها قرار دارد و وظیفه اش کنترل فشار خط سوخت گاز بالای کوره (Top Gas Fuel) که به مشعلهای اصلی فرستاده می شود، می باشد و در صورتی که فشار خط بیش از نیم بار فشار گیج شود، گاز از طریق این مخزن به اتمسفر تخلیه می گردد. این مخزن به مشابه شیر کنترل فشار عمل می کند.

Combustion Air: هوای گرم شده جهت مصرف در مشعل های اصلی.

Combustion Air Ducts: کانالهایی که هوای مورد نیاز جهت مصرف در مشعلهای اصلی برای پیش گرم شدن از طریق آنها طی دو مرحله به Recuperator فرستاده می شود.

Combustion Air Header: دسته لوله هایی که بصورت موازی در زیر ریفرمر قرار دارند و هوای مصرفی مشعلهای اصلی را تامین می نمایند.

Cooling Gas: گازی است که به صورت گردشی به منظور خنک کردن محصول نهایی در ناحیه خنک کننده کوره بکار می رود.

Cooling Gas After Cooler: کولری است جهت خنک نمودن نهایی گاز خنک کننده کوره که بعد از کمپرسور گاز خنک کننده قرار دارد.

Cooling Gas Compressor: کمپرسوری است جهت جبران افت فشار گاز خنک کننده کوره.

Cooling Gas Distributor: توزیع کننده گاز خنک کننده کوره که در قسمت مخروطی شکل ناحیه خنک کننده نصب شده است و وظیفه اش پخش یکنواخت گاز می باشد.

Cooling Gas Inlet Mist Eleminator: یک رطوبت گیر اولیه است که قبل از کمپرسور گاز خنک کننده قرار دارد.

Cooling Gas Mist Eleminator: یک رطوبت گیر نهایی که رطوبت را تا میزان معین از گاز خنک کننده کوره، قبل از ورود به ناحیه خنک کن کوره می گیرد.

Cooling Gas Scrubber: شستشو دهنده گاز خنک کننده کوره که در آن با استفاده از تماس مستقیم و خلاف جهت گاز با آب، گاز خنک کننده مصرف شده در کوره جهت استفاده مجدد خنک و تمیز می شود.

Cooling Zone: بخش پایینی کوره احیاء که محصول نهایی در هنگام پایین آمدن و قبل از تخلیه در آن خنک می گردند.

Desulfurization Unit: واحد سولفور زدایی که گوگرد بیش از حد مجاز را از گاز تغذیه جدا می کند.

Dilution Air Blower: عبارتست از یک دمنده که وظیفه اش تامین هوا جهت رقیق نمودن گاز حاصل از احتراق در مشعلهای ریفرمر (Flue Gas) که به واحد هیت ریکاوری فرستاده می شود،

می باشد. این عمل جهت کاهش تنش های حرارتی ناشی از حرارت گاز حاصل از احتراق بر روی لوله های مبدلها صورت می پذیرد.

Ejector Stack: دود کشی که گاز حاصل از احتراق در مشعل های ریفرمر پس از بازیافت گرما در واحد هیت ریکووری از طریق آن وارد جو می شود.

Ejector Stack Fan: یک فن است که با ایجاد جریان هوا در دود کش باعث تخلیه گازهای احتراق به جو می شود.

Feed Gas: مخلوط کنترل شده گاز پروسس و گاز طبیعی که جهت انجام عمل ریفرمینگ به لوله های پر شده از کاتالیزور ریفرمر وارد می شود.

Feed Gas Ducts: داکتهایی که گاز تغذیه را جهت انجام عملیات های مختلف روی آن در واحد هیت ریکووری انتقال میدهند و گاز تغذیه نهایی را به واحد ریفرمر منتقل می کنند.

Feed Gas Mixer: عبارتست از یک محفظه اختلاط که بخار آب اشباع در آن به گاز تغذیه اضافه می شود.

Flue Gas: گاز حاصل از احتراق در مشعلهای ریفرمر

Flue Gas After Burner: عبارتست از محفظه ای که در آن بخشی از گاز حاصل از احتراق در مشعلهای ریفرمر (Flue gas) که برای تولید گاز آب بندی (SealGas) مورد استفاده قرار می گیرد، توسط چند مشعل بطور کامل سوخته و از گاز منواکسید کربن عاری می شود.

Flue Gas Ducts: داکتهایی هستند که گاز حاصل از احتراق در مشعل های ریفرمر (Flue gas) را جهت بازیافت حرارت به واحد هیت ریکووری هدایت می کنند.

Flue Gas Mixers: عبارتست از محفظه های اختلاطی که در مسیر Flue Gas Ducts قرار می گیرند و هوای رقیق کننده از طریق آن به گاز افزوده می شود.

Flue Gas Outlet: داکتی است که گاز حاصل از احتراق در مشعل های ریفورمر (Flue gas) را پس از بازیافت حرارت در واحد هیت ریکاوری، به دودکش هدایت می کند.

Fuel Gas: گاز طبیعی که با یک سوم گاز خروجی از کوره ترکیب شده و برای انجام عمل احتراق در مشعل های اصلی ریفورمر مصرف می شوند.

Fuel Gas Mixer: محفظه اختلاطی است که در آن گاز طبیعی و یک سوم گاز خروجی از بالای کوره، جهت تامین سوخت مشعل های اصلی، باهم مخلوط می شوند.

Furnace Top: قسمت بالایی کوره احیاء که بین محل بار مواد اکسیدی و سقف کوره قرار دارد و شامل منفذ خروجی تاپ گس می باشد. در این قسمت مواد شارژ شده توسط گازهای خروجی از کوره پیش گرم می شوند.

Heat Recovery: واحدی که تهیه گاز تغذیه ریفورمر و همچنین پیش گرم شدن هوای مورد نیاز مشعل های اصلی در آن صورت می گیرد.

Hot Combustion Air Duct: داکتی است که هوای پیشگرم شده در واحد هیت ریکاوری را به هدر زیر ریفورمر جهت مصرف در مشعلهای اصلی، هدایت می کند.

Idling: حالتی از آمادگی عملیاتی برای تمام سیستم ها در حالت بدون بار.

Inert Gas Generator Unit: وظیفه این واحد تامین گاز مورد نیاز جهت آب بندی تا زمان راه اندازی می باشد.

Main Air Blower: دمنده سانتریفوژ که هوای مورد نیاز مشعلهای اصلی ریفورمر را تامین می نماید.

Main Air Duct: داکتی که هوای مورد نیاز مشعلهای اصلی را از دمنده به واحد هیت ریکاوری هدایت میکند.

Main Burners: مشعلهایی که حرارت مورد نیاز عمل ریفرمینگ در ریفرمر را پس از راه اندازی فراهم می آورند.

Natural Gas: عمدتاً از گاز متان تشکیل شده است و در قسمت های مختلف مثل غنی سازی گاز پروسس و مصرف در مشعلهای اصلی و فرعی مورد استفاده قرار می گیرد.

Oxide Distributor: دسته لوله هایی که وظیفه ایجاد شارژ یکنواخت در ورودی کوره را بر عهده دارند.

Process Gas: گاز مصرف شده خروجی از بالای کوره احیاء که در شوینده، ذرات جامد موجود در آن توسط شستشوی مستقیم با آب از آن جدا شده و خنک می گردد. این گاز بصورت متناوب کمپرس شده و به ریفرمر برگشت داده می شود.

Process Gas Compressor: کمپرسوری است جهت جبران افت فشار گاز پروسس.

Process Gas Inlet Mist Eleminator: یک رطوبت گیر اولیه است که قبل از کمپرسور گاز پروسس قرار دارد.

Process Gas Mist Eleminator: یک رطوبت گیر نهایی که رطوبت را تا میزان معین از گاز پروسس، قبل از ورود به واحد هیت ریکاوری و مخلوط شدن گاز پروسس با گاز طبیعی، می گیرد.

Process Gas Mixer: یک محفظه اختلاط که در آن گاز طبیعی با گاز پروسس مخلوط می شود.

Purge Gas: گاز پاک کننده که در مواقع اضطراری ویا نقص در سیستم گاز آب بندی و همچنین تعمیر کردن قسمتی از خطوط ، گاز سمی و قابل اشتعال پروسس را از کل مسیر و یا قسمتی از آن تخلیه می کند.

Purge Gas Tank: مخزنی که گاز پاک کننده با فشار بالا در آن ذخیره می شود تا در مواقع نیاز مورد استفاده قرار گیرد.

Recuperator Casing: جداره هاو دیوارهای واحد هیت ریکاوری.

Reduction Reactor (Furnace): کوره ای است عمودی که از ناحیه بالایی کوره، ناحیه احیاء، ناحیه انتقال و ناحیه ی خنک کننده تشکیل شده است. مواد شارژ شده در کوره ابتدا در قسمت بالای کوره گرم شده و پس از احیاء و کربوره شدن تا نزدیک درجه حرارت محیط خنک شده و سپس تخلیه می شوند. حرارت مورد نیاز جهت انجام فرایند احیاء در کوره از حرارت محسوس گاز احیایی تامین می شود.

Reduction Zone: ناحیه ای از کوره که عمده فرایند های احیاء در آن انجام می شوند.

Reformed Gas: گازهای غنی از مواد احیاء کننده که در ریفرمر بصورت کاتالیتیکی شکسته شده و دارای ترکیب کنترل شده ای می باشند.

Reformed Gas Ducts: داکتهایی که در بالای ریفرمر بصورت موازی قرار دارند و گاز ریفرم شده در لوله های ریفرمر وارد آنها می شوند.

Reformer: محفظه احتراقی است که با مواد نسوز پوشیده شده و شامل لوله های پر شده از کاتالیزور می باشد. این لوله ها توسط مشعلهایی به منظور جذب گرمای مورد نیاز ریفرمینگ گاز تغذیه گرم می شوند.

Reformer Tubes: لوله هایی با آلیاژ مقاوم در برابر حرارت که حاوی کاتالیزورهای مورد نیاز جهت انجام ریفرمینگ می باشند.

Seal Gas: گازی است با مقدار اکسیژن کم و کنترل شده که از گازهای حاصل از احتراق سیستم احتراق ریفرمر بدست می آید. گاز آب بندی یا خنثی پس از تمیز شدن، خنک شدن و کمپرس شدن برای آب بندی در مواردی مثل آب بندی کوره احیاء و مخزن ذخیره محصول بکار گرفته می شوند. همچنین پس از طی مراحل به عنوان گاز شستشو دهنده استفاده می شود.

Seal Gas After Cooler: کولری است که بعد از کمپرسور گاز آب بندی قرار دارد و افزایش دمای گاز در اثر کمپرس شدن را کاهش می دهد.

Seal Gas Compressor: کمپرسور گاز آب بندی که فشار گاز را تا مقدار مورد نیاز افزایش می دهد.

Seal Gas Cooler: خنک کننده ای است که درجه حرارت گاز آب بندی را از درجه حرارت گاز احتراق تا نزدیک درجه حرارت محیط پایین می آورد. این عمل قبل از ورود گاز آب بندی به کمپرسور گاز آب بندی صورت می گیرد.

Seal Gas Drier: یک خشک کننده تبریدی است که بخشی از گاز آب بندی را که می بایست بدون رطوبت باشد، خشک می کند.

Seal Leg: پایه های آب بندی می باشند بصورت لوله هایی بسته در عمق های مختلف که پر از آب می شوند. این تجهیزات جهت کنترل و حفظ فشار در قسمت های مختلف پروسس احیاء استفاده می شوند و بسته به ارتفاع ستون آبی که دارند می تواند نوسانات فشار را کنترل نمایند.

Steam Drum: مخزنی میباشد که در آن بخار آب اشباع جهت تولید گاز تغذیه در واحد هیت ریکاوری، تولید می شود.

Top Gas: گازهای خروجی از بالای کوره احیاء که مملو از گرد و غبار بوده و شامل دی اکسید کربن و بخار آب و گازهای احیایی باقی مانده از عمل احیاء می باشد.

Top Gas Fuel: یک سوم گاز خروجی از بالای کوره احیاء که پس از تمیز شدن و خنک کاری به عنوان سوخت در مشعلهای اصلی استفاده می گردد.

Top Gas Scrubber: شستشو دهنده گاز خروجی از بالای کوره که در آن با استفاده از تماس مستقیم و خلاف جهت گاز با آب، گاز خروجی از بالای کوره جهت بازگشت به پروسس احیاء مجدد خنک و تمیز می شود.

Top Seal Leg: سیستم آب بندی دینامیکی است که از گاز آب بندی جهت ایجاد فشار مثبت کافی برای جلوگیری از فرار گازهای کوره احیاء به قسمت بالایی کوره و نهایتاً به اتمسفر، استفاده می نماید.

Top Slide Gate: یک دریچه لغزنده هیدرولیکی است که جهت کنترل گندله ها در ورودی کوره نصب می شود.

Transition zone: ناحیه ای از کوره که بین ناحیه احیاء و ناحیه خنک کننده کوره قرار دارد و فرایند کربوراسیون عمدتاً در این ناحیه صورت می پذیرد.

14- منابع

مدیریت استراتژیک ، دکتر حجاریان ، دانشگاه تهران ، 1388

"Flocculent Addition System", Water Treatment Plant, Process Data Sheet, MME CO. Technical Documents For BAFT DRI Project.

"Dispersant Addition System" Water Treatment Plant Process Data Sheet, MME CO. Technical Documents For BAFT DRI Project.

"Biocide Addition System", Water Treatment Plant, Process Data Sheet, MME CO. Technical Documents For BAFT DRI Project.

"Corrosion Inhibitor Systems" Water Treatment Plant, Process Data Sheet, MME CO. Technical Documents For BAFT DRI Project.

"PERED Process Description", MME CO. Technical Documents For BAFT DRI Project.

"خوردگی و روش های کنترل آن " ، رحیم زمانیان ، آبان 1370 ناشر: انتشارات دانشگاه تهران

سایت جامع مهندسان ایران

سایت شرکت مهندسی NTC