

گرفتگی در برجهای خنک کن

فریدون رحمانی
شرکت سیمان داراب

پدیده ای که اصطلاحاً گرفتگی یا " گل کردن " در برجهای خنک کن نامیده میشود مشکلی است که خیلی از کارخانجات سیمان هر از چند گاهی با آن مواجهند و منجر به عملکرد نامناسب فن پیش گرمکن و گاهی Over load کردن آن، بهم ریختن شرایط بهره برداری پخت، مصرف مقادیر زیادی سوخت (انرژی حرارتی) و مصرف انرژی الکتریکی بالاتر، کاهش تناژ کوره و میشود. معمولاً اگر مقدار گرفتگی از حدی بیشتر باشد، بناچار به توقف کوره (و از دست رفتن چندین ساعت تولید) خواهد انجامید و علاوه بر آن، خطرات ایمنی زیادی (که ممکن است در اثر هجوم بار داغ باشد) را نیز در پی دارد.

گرفتگی در برج خنک کن توسط دماسنج هایی که در مسیر تخلیه مواد برج قرار دارد قابل تشخیص است. در این حالت دمای مواد بدلیل رطوبت، معمولاً خیلی پایین تر از دمای گاز خروجی برج شده که به همین دلیل نیز بصورت اتوماتیک مسیر بار به سمت بای پاس منحرف میگردد و از مسیر تولید خارج میشود. اما در پاره ای موارد نیز دما نشانگر خوبی نیست که عمدتاً به علت طاق بستن مواد بالای سیستم تخلیه میباشد در این شرایط از مکشهای غیر معمول پیش گرمکن و دور (درصد درجه) بالاتر فن ID میتوان به این پدیده پی برد که عدم، کاهش یا نوسان بار خروجی از سیستم تخلیه برج گویای این حالت است. در بیشتر موارد اسپری نامناسب آب و عبارتی شره کردن از سرنازلها دلیل اصلی گرفتگی در برج هاست، اما موارد دیگری را نیز در این راستا میتوان برشمرد که عبارتند از: سرعت بالای گاز در برج خنک کن (ناکافی بودن زمان تبخیر آب)، زیاد بودن حجم آب تزریقی و پایین آوردن بیش از حد دمای گاز خروجی، کافی نبودن ظرفیت سیستم تخلیه غبار و تجمع مواد درون آن، وضعیت نامناسب محل لانس های تزریق آب، نشتی هوا درون سیستم و ایجاد نقطه شبنم، توزیع همگون و غیر همگون قطرات آب و توزیع نامناسب جریان گاز درون برج. در این حالات اپراتور بدلیل واهمه از گرفتگی، بناچار مقدار آب تزریقی برج را کاهش میدهد که سبب ازدیاد دمای خروجی برج و گاز ورودی به فیلتر (و تاثیر منفی در راندمان) میگردد.

کوره کارخانه سیمان داراب نیز مدتی با مشکل فوق مواجه بود و در این خصوص اقدامات زیادی از جمله سرویس مرتب وضعیت اسپری آب و بررسی سلامت نازلها، تغییر متریال زنجیر انتقال غبار (به علت بریدن زنجیر در اثر سقوط قطعات به هم چسبیده مواد)، به کارگیری روشهای مختلف فرایند، چک و کنترل سیستم اینترلاکینگ مربوط به برج و بررسی محاسبات ترمودینامیکی برج و انجام گرفت اما همه چیز حاکی از این بود که مشکل را در جای دیگر باید پیگیری نمود. در نهایت در کمیته های فنی کار شناسی کارخانه عدم طراحی مناسب برج مطرح شد و مکاتبات و جلساتی در این زمینه با شرکت طرف قرار داد ایرانی (جهاد دانشگاهی علم و صنعت) به عنوان سازنده، نصاب و راه انداز برج انجام شد که منجر به پیگیری موضوع توسط ایشان و انتقال ایراد وارده به شرکت صاحب لیسانس تجهیزات یعنی FLS miljo (که بعداً به FLS midth Airtech تغییر نام یافت) گردید. و سر انجام این شرکت پذیرفت که قطعه جدیدی بایستی به ساختار برج افزوده شود تا بتواند تبادل حرارتی بهتر و مناسب تری را پدید آورد. (عامل توزیع نامناسب جریان گاز درون برج)

آنچه در زیر می آید خلاصه ای از عملکرد برج خنک کن، ساختار برج طرح FLS midth Airtech و تجهیزات تغییر یافته میباشد.

اساس عملکرد برج های خنک کن

وظیفه برج خنک کن تهویه و خنک سازی گازهای کوره قبل از غبارگیری در فیلتر میباشد. گاز خنک شده تجهیزات را در مقابل دمای بالا مصون میدارد ضمن آنکه بالا رفتن رطوبت گاز سبب افزایش راندمان الکتروفیلتر شده (به دلیل پیشگیری از کارکرد آن تحت شرایط " کرونای برگشتی " (back corona)، و نیز سبب ته نشین شدن مقداری از غبارها (در اثر وزن) میگردد. همچنین از دیگر مزایای خنک سازی گاز، کاهش دبی حجمی گاز و نیاز به الکتروفیلتر کوچکتر میباشد. به منظور رسیدن به شرایط بهینه در برج خنک کن به سه فاکتور عمده باید دقت نمود. توزیع گاز، سیستم اسپری آب و سیستم کنترلی

- A. برای تبخیر مناسب آب میبایستی گاز به نحو مطلوب و در جهت اسپری آب، توزیع شود. به طور مثال اگر برای جریان یافتن گاز به سمت پایین مانع و محدودیتی در قسمتی از برج وجود داشته باشد، قطرات آب به انتهای برج میرسند و تولید گل میکنند.
- B. سیستم اسپری آب بایستی به نحوی قادر به اتومایز کردن آب باشد که اندازه قطرات آب قبل از آنکه به انتهای برج برسند کاملاً تبخیر شوند.
- C. سیستم کنترلی بایستی قادر به تنظیم مقدار آب بر اساس جریان واقعی گاز و درجه حرارت ورودی باشد، همچنین توانایی تنظیمات سریع مقدار آب، بدون نیاز به اسپری بیش از حد را داشته باشد. این مساله به ویژه در هنگام تغییر وضعیت از شرایط کوره به تنهایی به سیستم ترکیبی و برعکس یعنی راه اندازی و توقف آسیاب مواد که دبی جریان و دمای گاز ورودی تغییرات سریعی دارد اهمیت می یابد.

الف) توصیف مکانیکی برج FLS midth Airtech

- برج خنک کن از کنار هم گذاشتن قطعات ذیل پدید میآید (شکل ۱)
- بخش ورودی (با حلزونی یا تجهیزات توزیع کننده گاز)
 - بخش کن مخروطی شکل
 - بخش استوانه ای با نگهدارنده ها
 - بخش مبدل
 - مخروطی (هاپر) انتهایی با کانال خروجی گاز
 - بخش انتقال مواد

بخش ورودی

حلزونی نصب شده در ورودی برج قبل از بخش کن مخروطی قرار دارد و شامل تعدادی پره انحنا دار است که با توجه به اندازه هر برج و مختص آن طراحی شده اند.

بخش کن مخروطی

بخش کن مخروطی بخشی است که زاویه ۱۵ درجه نسبت به قائمه دارد

بخش استوانه ای با نگهدارنده ها

بدنه اصلی برج خنک کن شامل یک بخش استوانه ای با نگهدارنده های آن است. بخش استوانه ای بر اساس حجم گاز مورد نیاز برای خنک سازی طراحی و ساخته میشود. در این بخش یک یا تعداد بیشتری دریچه بازدید و نیز لانس های تزریق آب نصب شده اند.

بخش مبدل

بخش مبدل رابطی بین بخش استوانه ای با هاپر انتهایی است و سطح مقطع را از حلقوی به چهار گوش تغییر میدهد.

هاپر انتهایی و خروجی گاز

هاپر انتهایی به گونه ای ساخته شده که از یک طرف گاز خروجی و از پایین آن غبار خروجی تخلیه میشود.

پا را مترهای برج سیمان داراب

پا را مترهای طراحی برج در کارخانه سیمان داراب بر اساس فاکتورهای زیر است :

Gas Volume 8580 m³ / min

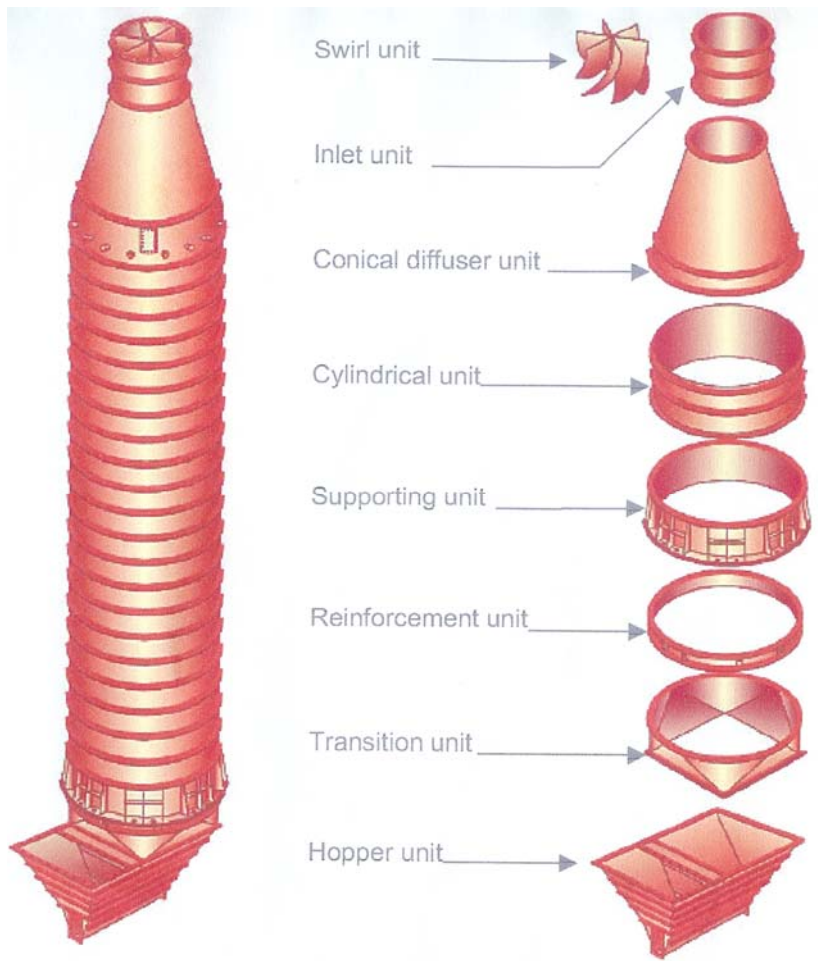
Temp Inlet Gas 326 C°

Static gas press - 53mbar

Spill back : نوع نازل

شکل ۱

ای
 ابعاد قسمت استوانه $6\text{ m} \times 25$
 Effect Volume 150 m^3
 Evaporation time in tower 6 sec
 Gas Velocity 5 m/s
 Outlet Temperature 150 C°
 Outlet Pressure -57 mbar



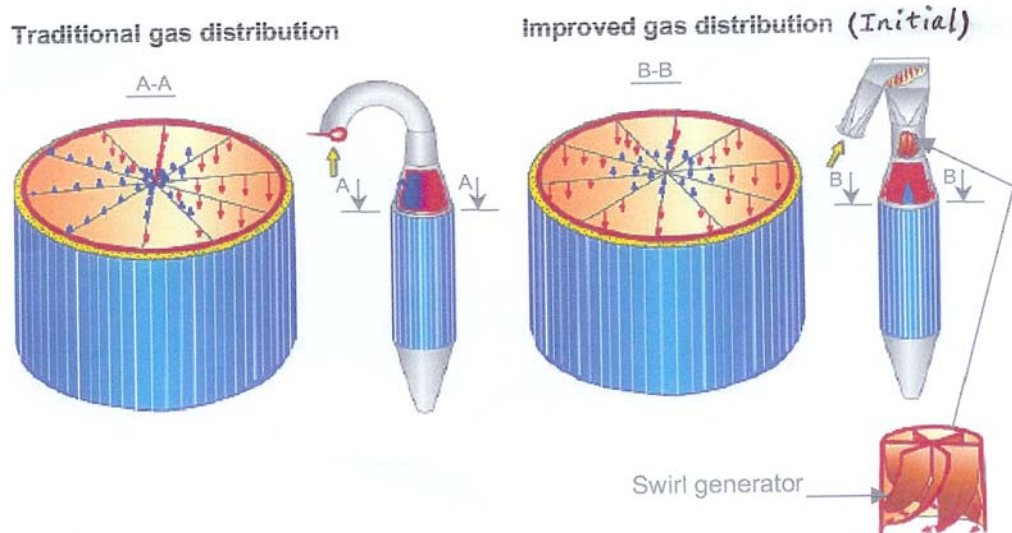
ب) توصیف فرایندی برج

توزیع گاز

در برج خنک کن طرح شرکت Flsmidth Airtech قطعه ارتباطی بین داکت ورودی گاز و بدنه برج به شکل مخروط ناقصی است که به یک حلزونی مجهز شده و پروفیل سرعتی را به بوجورد می آورد که سبب تبخیر مناسب آب میشود بدون آنکه باعث مرطوب شدن دیواره های برج و خیس کردن ته برج شود .
 در خیلی از کارخانجات , خم کانال ورودی برج به گونه ایست که باعث توزیع نامناسب گاز میشود به طوریکه بیشترین جریان یابی گاز در قسمتی از کانال که روبروی خمش است صورت گرفته و در سمت خمش جهت جریان یابی گاز به سمت بالاست . با وجود حلزونی یک جریان چرخشی متلاطم (turbulent vortex) پدید می آید که باعث میشود جریان گاز- با حالت چرخش- به نزدیک بدنه برج هدایت شود و در قسمت مرکزی فقط یک جریان برگشتی ضعیف از گاز وجود داشته باشد (شکل ۲). این حلزونی مزایای ذیل را تامین میکند :

- هدایت گاز داغ به دیواره های برج که از چسبیدن ذرات به بدنه پیشگیری کند .
- جهت جریان فقط به پایین است و گاز داغ در اطراف نازل های تزریق آب هدایت میگردد .

- افت فشار کمتر در برج .
- مخلوط سازی مناسب بین قطرات آب و جریان گاز
- نیاز به لانسهای با طول کوتاهتر .



شکل ۲

پروفیل سرعت جریان گاز

در پخش کن مخروطی، چرخش گاز توسط حلزونی شروع میشود که توزیع سرعت محوری آن به صورت حد اکثر مقادیر سرعت، نزدیک دیواره، و ناحیه برگشت مجدد (recirculation) در مرکز میباشد. در زیر ناحیه برگشت مجدد، توزیع یکنواختی از گاز حاصل میشود اما میزان بالای چرخش، سبب مخلوط سازی نسبتاً خوبی از قطرات آب و جریان گاز میشود. جریان برگشتی در کناره دیواره ها وجود ندارد که در صورت وجود میتواند سبب چسبندگی مواد به دیواره ها شود. نازلهای اسپری آب در زیر منطقه پخش کن مخروطی نصب شده اند.

سیستم تزریق آب

آب استفاده شده خنک سازی در برج خنک کن با لانس های (Lance) تک فازی و با توجه به پروفیل سرعت گاز حاصله از حلزونی ورودی، حدوداً یک متر زیر پخش کن مخروطی تزریق میشود. لانس های این گونه برچها نسبت به سایر برچها کوتاهتر است. (نوع LECHLER).

Flsmidth Airtech دو نوع مختلف از سیستم های اسپری آب را توصیه میکند. سیستم اول سیستم جریان برگشتی Back Flow است که بخشی از آب داخل شده به نازل، به سیستم تزریق شده و باقیمانده آن به تانک آب برمیگردد. سیستم بعدی سیستم تزریق دو فازی میباشد که آب توسط هوای فشرده بصورت پودر (اتومایز) در می آید که سبب تولید قطرات کوچکتر آب با سرعت حجمی بیشتر میگردد و بواسطه اندازه قطرات کوچکتر برای سیستم دو فازی ارتفاع منطقه تبخیر کوچکتر خواهد شد.

از جهت تکنولوژی نیز، همیشه سیستم دو فازی مناسب تر از سیستم تک فازی است چرا که سایش نازلها کمتر و اتومایزه شدن آب بهتر صورت میگیرد.

سیستم کنترلی

در این برج سیستم تنظیم ترمودینامیکی برج خنک کن بواسطه تجهیزات CTTR جهت تنظیم تزریق آب بهبود یافته است این تجهیزات شامل دو سیستم تنظیم کننده میشود :

۱. سیستم CTTR
 ۲. سیستم کنترل حرارتی مرسوم
- سیستم کنترلی CTTR خیلی موثرتر و سریعتر از سیستم کنترل حرارتی کار میکند (همچنین سیستم میتواند تنظیمات را فقط با سیستم کنترل حرارتی انجام دهد .)

سیستم تنظیم ترمودینامیک Conditioning Tower Thermodynamic Regulation System

سیستم CTTR برج را بوسیله کنترلگر (Cascade / Feed Forward) کنترل میکند و قبل از آنکه گازها به منطقه تبخیر وارد شوند سرعت جریان و درجه حرارت گازها را اندازه میگیرد . که سبب عمل کردن سریعتر و موثرتر از سیستم کنترل حرارتی میشود . نتایج اندازه گیری به یک PC ارسال میگردد که پس از پردازش سرعت تزریق آب را کنترل میکند . نتیجتاً آبی داخل برج تزریق میگردد که متناسب با گازهای ورودی چند لحظه بعد میباشد . در نهایت تزریق بوسیله تنظیمات بر اساس تفاوت درجه حرارت خروجی و درجه حرارت تنظیم شده (Set Point) کنترل میگردد .

سیستم CTTR کاربردهای زیر را دارد :

- (a) سیستم کنترل و اینترلاکینگ .
- (b) سیستم اعلام اندازه گیریها .
- (c) محاسبه سرعت جریان جرمی گاز در برج و سرعت جریان آب مورد نیاز .
- (d) کنترل استارت و استپ پمپهای آب و شیر کنترلی .
- (e) انتخاب تعداد لانس های مورد نیاز متناسب با شرایط بهره برداری .
- (f) استارت و استپ گروهی لانس های مورد نیاز متناسب با شرایط بهره برداری .
- (g) تنظیم دمای خروجی .
- (h) ارسال اشکالات و اخطارها .
- (i) وضعیت و ترتیب سیستم اندازه گیری .
- (j) وضعیت و ترتیب سیستم لانس ها .
- (k) وضعیت و ترتیب پمپها .

وضعیت و ترتیب سیستم توسط پائل اپراتوری MMI قابل تنظیم میباشد .

فلسفه سیستم کنترلی فوق بیشترین ثبات در شرایط عملیاتی است که به شرح زیر میباشد :

- i. به جهت افزایش ایمنی و دقت ، حتی الامکان ترانسیدوهای فشار جهت هوا و آب بکار میروند . در بهره برداری نرمال مقادیر متوسط یک جفت استفاده میگردند اما اگر در تنظیمات اولیه تفاوتی بین یک جفت وجود داشته باشد بهتر است فقط از یکی استفاده گردد که در این حالت سیستم به کنترل مرکزی آلامر صادر میکند .
- ii. سیستم به چهار طریق میتواند عمل کند :

A. کنترل Cascade یا Feed که روش اصلی کنترل است و بایستی حداقل یکی از ترانسیدوسهای

اندازه گیری به صورت جفتی باشند . هرچند در این حالت تمامی درجه حرارت های خروجی مشکل دارند ، با ارسال یک اخطار به اتاق کنترل ، سیستم با همین شرایط به کار ادامه میدهد .

B. کنترل درجه حرارت (T . C) که در آن درجه حرارت خروجی برای فرایند نیاز است . سیستم در

حالتهای زیر به صورت اتوماتیک از Cascade روی T . C منتقل میشود .

- درجه حرارت ورودی مشکل داشته باشد .
- سرعت جریان گاز قابل اندازه گیری نباشد .
- سرعت جریان آب قابل اندازه گیری نباشد .

ولیکن اگر به دلایلی سیستم نتواند روی T . C برود مجدداً به طور اتوماتیک به Cascade بر میگردد .

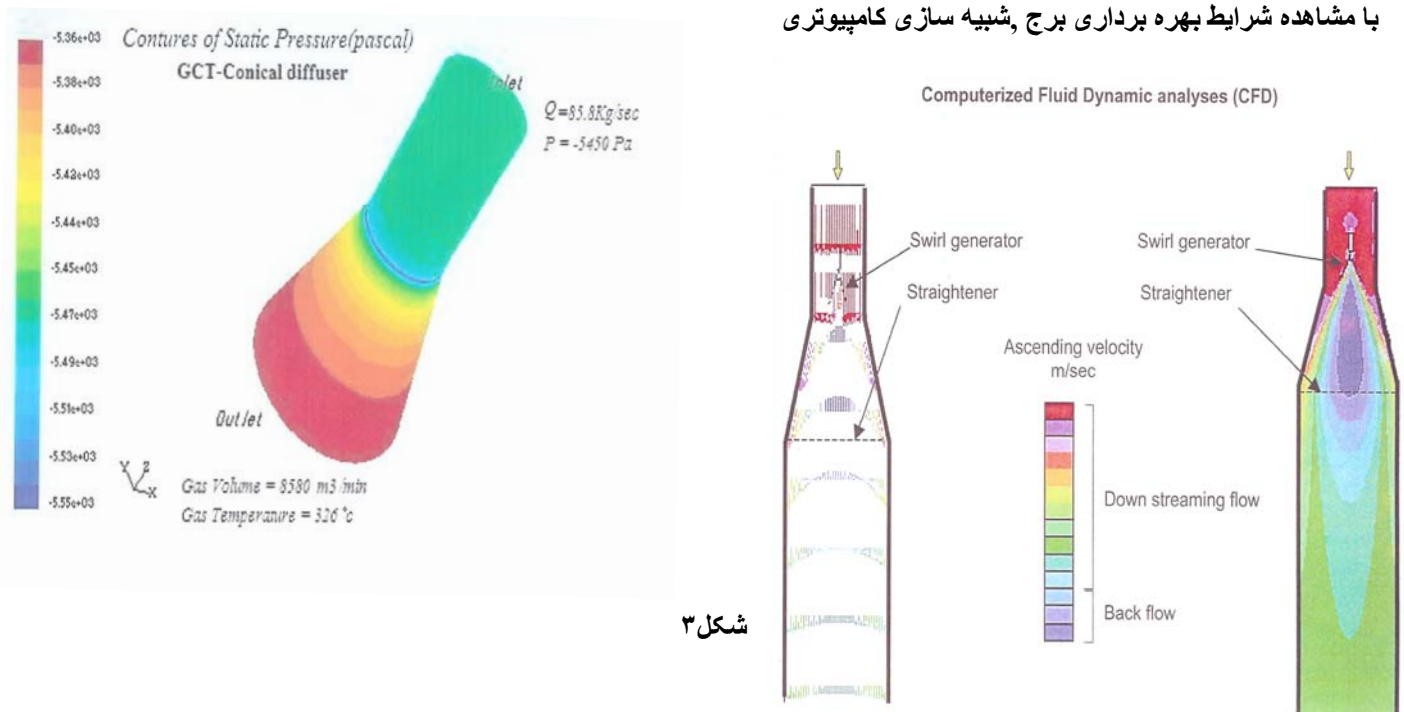
C. کنترل جریان (F . C .) که سرعت اسپری بر اساس مقدار تنظیمی از روی پائل کنترل میگردد . در این حالت درجه حرارت ورودی و خروجی مشکل (Fault) دار هستند . برج خنک کن اتوماتیک قطع میکند و جریان روی حالت محلی (لوکال) منتقل میشود .
 D . کنترل شیر (V . C .) که در آن اساس تنظیم شیر از پائل به صورت ثابت تنظیم میشود . در این حالت تمامی تجهیزات درجه حرارت ها و سرعت جریان آب مشکل (Fault) دار هستند . به صورت اتوماتیک برج خنک کن متوقف میگردد . هرچند با انتخاب یک مسیر کنار گذر " By Pass " کاملاً باز برای شیر هوا سیستم میتواند به تمامی طرق بالا کار کند .

۲ (سیستم کنترل حرارتی) (Thermal Control System)

سیستم کنترل حرارتی مرسوم از نوع فیدبک میباشد که درجه حرارت گاز خروجی برج را اندازه گیری و اگر تغییری در درجه حرارت نسبت به نقطه تنظیم (Set Point) مشاهده شود مقدار آب را متناسباً تغییر میدهد .

نتیجه گیری

با مشاهده شرایط بهره برداری برج , شبیه سازی کامپیوتری



شکل ۳

CFD (شکل ۳) و تجربیات مدل , به این نتیجه رسیده شد که علاوه بر وجود حلزونی نصب یک تثبیت کننده جریان (Straightner Flow) در ورودی برج , توزیع یکنواخت تر , بهتر و مناسبتری در برج پدید می آورد بنحوی که حلزونی , توزیع گاز غیر یکنواخت در ورودی به پخش کن مخروطی را کنترل نموده و تثبیت کننده جریان , جریان را در نزدیکی سطح دیواره برج تثبیت می کند. در زمان تعمیرات اساسی یک گروه کاری از شرکت جهاد دانشگاهی علم و صنعت با همکاری گروه های مکانیک و فنی کارخانه اقدام به مونتاژ و نصب قطعات تثبیت کننده (که قبلاً به صورت ۳۲ قطعه ساخته شده بود) نمودند (شکل ۴) .

Keywords: *Self-esteem, self-esteem threat, self-esteem threat effects, self-esteem threat effects on self-esteem, self-esteem threat effects on self-esteem, self-esteem threat effects on self-esteem*



شكل ٤

وضعیت کاری برج قبل و بعد تغییرات انجام شده در زمان تعمیرات در جدول زیر نشانگر بهبود قابل ملاحظه ای در عملکرد برج میباشد، ضمن آنکه گرفتگی های قبلی نیز بطور کامل حذف گردید .

پارامترها	شرایط قبل از تغییرات	شرایط برج بعد از تغییرات
Inlet temperature	328	331 C°
Out let temperature	194	163 C°
Water Con sunption	18	18 m3 / h

پایان