

پروژه بهره‌وری انرژی صنعتی

جمهوری اسلامی ایران



شرکت سیمان هرمزگان (HCC) به همراه سازمان توسعه صنعتی ملل متحد (یونیدو) و شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت ایران (IFCO) اجرای پروژه "ارتقای سیستم خنک کن کلینر (گریت کولر)" را در چارچوب پروژه "بهره‌وری انرژی صنعتی در بخش‌های کلیدی" با حمایت تسهیلات محیط زیست جهانی (GEF) در دستور کار قرار داد. شرکت سیمان هرمزگان از طریق این همکاری به تحقق میزان قابل توجهی صرفه‌جویی انرژی دست یافت.

مطالعه موردی شرکت سیمان هرمزگان (HCC)

مقدمه

خط تولید شماره ۲ سیمان هرمزگان دارای یک پیشگرم ۵ مرحله ای مجهز به یک کلساینر خطی و سیستم خنک کن با تکنولوژی Claudius-Peters بوده و دارای ظرفیت تولید ۳۲۰۰ تن کلینکر در روز می‌باشد. ظرفیت تولید خط شماره ۲ این شرکت مرحله به مرحله تا ظرفیت ۴۰۰۰ تن کلینکر در روز افزایش خواهد یافت. یکی از اقدامات موثر جهت دستیابی به این هدف، بهبود عملکرد سیستم خنک کن کلینکر است.

معرفی پروژه

دمای هوای ثالثیه خط شماره ۲ سیمان هرمزگان بین ۵۰۰ تا ۸۰۰ درجه سلسیوس بوده که نسبتاً پایین و ناکارآمد است. بنابراین با افزایش دمای بازیابی‌شده می‌توان به صرفه جویی انرژی دست یافت. بر اساس محاسبات انجام شده، راندمان گریت کولر ۶۵٪ بوده که رقم پایینی است. از این‌رو، شرکت سیمان هرمزگان با بکارگیری یک تکنولوژی جدید برای ارتقا و به‌روز کردن سیستم خنک کن موجود اقدام نمود. این تکنولوژی منجر به بهبود بازیابی هوای خنک کن (هوای ثانویه و ثالثیه) در کوره دوار شده و باعث کاهش مصرف سوخت به دلایل زیر شده است.

- جایگزینی ۱۰ صفحه گریت موجود با ۵ صفحه استاتیک مدرن
- تغییر در چیدمان فن های خنک کن
- افزودن یک فن جدید به فن‌های خنک کن
- بهینه‌سازی شرایط کاری و تنظیمات جدید کنترل

یک صفحه گریت ساکن و شیب دار ثر بخش ورودی کولر قرار گرفته و به صورت یک سیستم توزیع کلینکر (CDS) عمل می‌کند. صفحه هوشمند بر روی سطح CDS هوادهی افقی را با استفاده از اثر Coanda فراهم می‌کند. یک توزیع هوای یکنواخت با مقاطع گریت قابل تنظیم، باعث هوادهی بهینه هر مقطع گریت در سرعت‌های پایین شده که این امر سبب کاهش افت فشار در مقایسه با روش‌های دیگر می‌شود.

مزایای پروژه

از مزایای اجرای این پروژه می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

- بهبود توزیع هوا در سیستم خنک کن
- کاهش هوای مورد نیاز به ازای هر واحد کلینکر
- بهبود پایداری بهره‌برداری سیستم خنک کن
- توزیع یکنواخت‌تر کلینکر در کل شبکه سیستم خنک کن
- انتقال بهتر ذرات کلینکر بر روی گریت کولر
- کاهش دمای کلینکر خروجی
- افزایش عمر صفحات استاتیک سیستم خنک کن
- افزایش راندمان کولر
- بازیابی حرارت بیشتر به دلیل دمای بالاتر هوای ثانویه و ثالثیه

کارخانه سیمان هرمزگان در ۸۰ کیلومتری جنوب غربی بندرعباس و در نزدیکی شهر ساحلی بندر خمیر در ارتفاع ۲۰۰ متری از سطح دریا و در مجاورت خلیج فارس قرار گرفته است.

کارخانه سیمان هرمزگان دارای دو کوره پری کلساینر FCB مشابه با ظرفیت اسمی ۳۰۰۰ تن کلینکر در روز است که هر دو کوره به کلساینر و گریت کولرهای از نوع Claudius-Peters مجهز هستند.

این پروژه در خط شماره ۲ این شرکت که محصولات داخلی کشور را تولید می‌کند، اجرا شد.



مهمترین دستاوردهای پروژه

- بیش از ۷٪ صرفه جویی در مصرف سوخت کل خط
- افزایش تا ۱۸٪ راندمان گریت کولر
- کاهش دمای کلینکر خروجی تا ۱۵°C
- افزایش ظرفیت کولر تا ۴۰۰۰ تن در روز
- کاهش ضایعات کلینکر
- کاهش تعمیرات و نگهداری
- کاهش زمانهای توقف

پارامترهای تضمین شده

جدول زیر، پارامترها و مقادیر تضمین شده با اجرای این پروژه را ارائه می‌دهد.

پارامتر تضمینی	واحد	مقدار
ظرفیت تولید	tpd	4000
بازده کولر	%	> 77 @ 0.9 Nm ³ recuperated air/ kg clinker
دمای کلینکر در خروجی کولر	°C	< 80 above ambient temperature
صرفه‌جویی انرژی	kJ/kg clinker	= >240

• ظرفیت تولید

سیستم خنک کننده جدید به گونه‌ای طراحی شده که تا ظرفیت ۴۰۰۰ تن کلینکر در روز را تضمین می‌کند. برای رسیدن به این میزان ظرفیت در کل خط، کوره شماره ۲ نیز باید افزایش ظرفیت داشته باشد.

• دمای خروجی کلینکر

در سیستم جدید، دمای متوسط اندازه گیری شده برابر ۹۰°C بوده که در مقایسه با حداکثر دمای قابل پذیرش (۱۲۰°C)، در محدوده کاملا مطلوبی قرار دارد.

• راندمان کولر

راندمان کولر در دو شرایط قبل (خط مبنا) و بعد از ارتقا کولر (دوره گزارش دهی) بر اساس پروتکل بین‌المللی اندازه‌گیری و صحت‌گذاری عملکرد (IPMVP) و پروتکل 1:2012- EVO 10000 محاسبه شد.

بر اساس مدل‌های توسعه یافته و پس از اجرای پروژه، بازدهی کولر در مقدار ثابت ۰/۹۹ Nm³ هوای بازیافت شده به ازای هر کیلوگرم کلینکر از ۶۵٪ به ۸۳٪ افزایش یافت (افزایش بازدهی به میزان ۱۸٪).

در ۰/۹۹ نرمال مترمکعب هوای بازیابی شده، بازدهی کولر حدود ۷۷٪-۷۶ خواهد بود که این عدد بالاتر از مقدار تضمین شده ۷۵٪ است. همچنین در جریان‌های بالاتر هوای بازیافت شده، عملکرد کولر از مقدار تضمین شده نیز فراتر خواهد بود.

• صرفه جویی انرژی

با بهبود عملکرد سیستم خنک کننده، دمای هوای ثانویه و ثالثیه افزایش می‌یابد. به علاوه، افزایش راندمان کولر باعث افزایش حرارت بازیافت شده از کولر به کوره و پیشگرمکن می‌شود.

میزان صرفه‌جویی انرژی محاسبه شده بیش از ۶۰ کیلو کالری به ازای هر کیلوگرم کلینکر یعنی بیش از ۷٪ از مکل سوخت مصرفی خط شماره ۲ می‌باشد. این مقدار، نیاز سالانه بیش از ۷ میلیون نرمال مترمکعب گاز طبیعی کارخانه را کاهش می‌دهد.



درس آموخته‌ها

- ضرورت وجود تجهیزات اندازه گیری کافی جهت محاسبه و تصدیق میزان واقعی صرفه‌جویی
- صحت‌گذاری بهبود عملکرد انرژی مطابق با پروتکل IPMVP
- انتقال دانش و فناوری
- توجه به مزایای غیر انرژی و لحاظ کردن آن در اقتصاد سنجی پروژه

برای اطلاعات بیشتر:

دفتر مدیریت پروژه یونیدو در ایران:

n.shekari@unido.org
m.shakouri@unido.org
Phone: +98 21 2279 4680

دفتر مرکزی یونیدو:

r.ghoneim@unido.org
Phone: +43 1 260 26 4356