

نقش کنترل درجه حرارت در بهبود کیفیت محصول و ارتقاء شرایط بهره‌برداری آسیاب‌های سیمان غلطکی واحد ۸ سیمان تهران

قادر شعبانی

چکیده

کنترل دمای آسیاب سیمان می‌تواند تاثیر مستقیم بر کیفیت محصول، شرایط بهره‌برداری و عملکرد سایر تجهیزات آسیاب داشته باشد. با توجه به مصرف کمتر انرژی الکتریکی آسیاب‌های غلطکی و متعاقب آن پایین بودن دما بهره‌برداری آنها نسبت به آسیاب‌های گلوله‌ای، افزایش دمای این نوع آسیاب‌ها بسیار مشکل می‌باشد. در این پروژه کنترل دما به نحوی در داخل آسیاب، مسیر حمل و سیلوهای سیمان انجام گردید که بخشی از دهیدراتاسیون گچ در آسیاب صورت گرفته و کمتر شاهد پیش دهیدراتاسیون فازهای سیمان در مسیر و سیلوهای سیمان بودیم. با انجام تغییراتی در فرایند آسیاب، افزایش دمای داخل آسیاب و سیمان ورودی به سیلوهای سیمان میسر گردید طوری که دمای سیمان ورودی به سیلوها که قبلاً کمتر از 45°C بود به بیش از 70°C ارتقاء یافت. تغییرات انجام شده در فرایند تولید مشتمل بر استفاده هدفمند از کوره کمکی، کنترل دمای کلینکر، کنترل مقدار پاشش آب و رفع نشتی‌های هوای آزاد به سیستم بود. در نتیجه کیفیت محصول با افزایش مقدار مقاومت‌های سه روزه، هفت روزه و بیست و هشت روزه ملات به ترتیب ۶۲ درصد، ۶۵ درصد و ۴۱ درصد؛ همراه با کاهش نوسان گیرش اولیه ارتقاء یافت. علاوه بر حصول نتایج فوق بهبود شرایط بهره‌برداری (افزایش بارخور، کاهش توقفات) و کاهش هزینه‌های تولید و نگهداری (افزودن سنگ آهک، کاهش مصرف آب، کاهش تعمیرات و هزینه‌های قطعات و پرسنلی تعمیرات) حاصل گردید. البته نباید فراموش کرد که دمای بیش از حد داخل آسیاب و محصول نیز باعث افت کیفیت محصول می‌گردد.

واژه‌های کلیدی

دهیدراتاسیون گچ-هیدراتاسیون سیمان-هوای کاذب-فشار تنشن-کیفیت بستر-جریان گاز (Gas Flow)

مقدمه

بدلیل مصرف انرژی بیشتر آسیاب‌های گلوله‌ای نسبت به غلطکی (۲۵ تا ۴۰ درصد) دمای بهره‌برداری از آسیاب‌های گلوله‌ای و محصول خروجی آن بسیار بالاتر می‌باشد و برای کنترل و دستیابی به دمای مناسب سیمان در ورودی سیلوها مخصوصاً در آسیاب‌های گلوله‌ای با سپراتورهای نسل سوم کار مشکلی نداریم. ولیکن در آسیاب‌های غلطکی تامین حرارت مناسب برای محصول کار مشکل‌تری علاوه بر آن کیفیت خوراک ورودی خصوصاً از لحاظ دانه‌بندی نقش تعیین کننده‌ای در بهره‌برداری از این نوع آسیاب‌ها دارد. آسیاب غلطکی تجهیزاتی است که هر چهار عمل خردایش، انتقال، خشک کردن و جداسازی همزمان با هم انجام می‌شود؛ لذا تثبیت شرایط بهره‌برداری آن مشکل‌تر از آسیاب‌های گلوله‌ای است. همان‌طوری که می‌دانیم تشکیل بستر مناسب خوراک بین غلتک و سینی از ضروریات بهره‌برداری مناسب از آسیاب‌های غلطکی می‌باشد؛ بنابراین برای تحقق این امر به دلیل مشکلات ذکر شده مجبور به پاشش آب جهت تشکیل بستر مناسب می‌باشیم که این مورد باعث عدم دستیابی به درجه حرارت مطلوب (دمای حدود 70°C محصول در ورودی به سیلوهای سیمان) می‌گردد. با توجه به توضیحات فوق محدود کردن و یا حذف آب جزء اقدامات اساسی این پروژه بوده ولیکن نقش استفاده از آب را در به وجود آوردن بستر مناسب بایستی توسط سایر پارامترهای بهره‌برداری پوشش دهیم. پارامترهای بهره‌برداری باید طوری تعیین گردند که دمای حدود 70°C محصول و تشکیل بستر مناسب حاصل گردد. پس ضروری است در ادامه به بررسی و تحلیل این پارامترها بپردازیم.

۱- دلایل اهمیت درجه حرارت در کارکرد آسیاب های غلطکی و کیفیت محصول آن

۱-۱- تاثیر در میزان دهیدراتاسیون گچ

چهار درصد گچ دی‌هیدرات (Dihydrate) به منظور تنظیم گیرش به سیمان افزوده می‌شود که این امر باعث افزایش مقاومت ملات (مخصوصاً در مقاومت کوتاه مدت) می‌گردد. در حین سایش آسیاب سیمان، دهیدراتاسیون گچ انجام شده و تبدیل به همی‌هیدرات (Hemihydrate) می‌گردد که میزان قابلیت انحلال در آب این گچ نسبت به گچ دی‌هیدرات بیشتر بوده و در نتیجه زودتر و موثرتر در فرایند تنظیم گیرش و رسیدن به مقاومت ملات شرکت می‌کند. مقدار دهیدراتاسیون گچ در آسیاب نباید از بازه معینی عدول کند. دمای آسیاب و زمان اقامت گچ در آسیاب دو عامل تاثیر گذار در مقدار دهیدراتاسیون گچ می‌باشند. زمان اقامت مواد در آسیاب‌های غلطکی به مراتب کمتر از آسیاب‌های گلوله‌ای است. این زمان ۲۰ تا ۳۰ دقیقه در آسیاب‌های گلوله‌ای و کمتر از یک دقیقه در آسیاب‌های غلطکی می‌باشد و قابل تنظیم نمی‌باشد. به تجربه دمای بین ۸۵°C تا ۱۱۰°C دمای مناسب جهت دهیدراتاسیون مناسب گچ می‌باشد. چنانچه این دما تامین نگردد می‌بایست در آسیاب‌های غلطکی از گچ آبدگیری شده استفاده شود.

۱-۲- بهبود کارکرد تجهیزات

در صورت پایین بودن دمای آسیاب به علت رطوبت موجود در خوراک (مخصوصاً در فصول سرد) شاهد تشکیل کوتینگ در پره‌های سیراتور و بعضاً روی غلتک‌ها و از طرفی گرفتگی‌های کانال‌های انتقال سیمان هستیم که این مشکلات مانع بهره‌برداری مناسب از این آسیاب‌ها می‌شوند.

۱-۳- تامین جریان مناسب گاز (Gas Flow) در داخل آسیاب

آسیاب غلطکی تجهیزاتی است که در آن هم‌زمان چهار عمل خردایش، جداسازی، خشک کردن و انتقال انجام می‌شود. در صورت مختل شدن هر یک از این چهار عمل، کل کارکرد آسیاب دچار اختلال شده و در نتیجه محصول آسیاب فاقد شرایط مطلوب به لحاظ کیفی یا کمی و یا هر دو می‌شود. جریان گاز در آسیاب‌های غلطکی یکی از مهمترین فاکتورهای کارکرد آسیاب می‌باشد و در فرایندهای انتقال مواد، جداسازی و خشک کردن نقشی اساسی دارد. این جریان در آسیاب هم به لحاظ مقدار (کمیت) و هم به لحاظ کیفیت (دما، سرعت و جهت) باید تامین شود و عدم تامین آن باعث اختلال در هر سه پروسه بالا شده و تاثیرات منفی در کیفیت و کمیت محصول نهایی خواهد داشت. سرعت گاز مناطق مختلف آسیاب باید تامین گردد و همچنین هر چه دمای آسیاب بیشتر شود باعث سیالیت بیشتر جریان گاز (کاهش دانسیته گاز) داخل آسیاب شده و فن آسیاب (Mill fan) توانایی تامین دبی بیشتری با مصرف انرژی کمتری را خواهد داشت.

۲- عوامل فرایندی موثر در کنترل درجه حرارت

۲-۱- کوره کمکی

به علت راندمان بهتر آسیاب‌های غلطکی حرارت تولید شده در این آسیاب‌ها نسبت به آسیاب‌های گلوله‌ای کمتر بوده در نتیجه برای رسیدن به دمای مطلوب در برخی از واحدها از کوره کمکی (Hot gas generator) استفاده می‌شود.

۲-۲- دمای کلینکر

دمای خوراک آسیاب مخصوصا کلینکر یکی دیگر از عوامل موثر بر دمای آسیاب است.

۲-۳- میزان نشت هوای محیط به داخل سیستم آسیاب

از آنجا که هوای محیط سرد تر از جریان هوای داخل آسیاب است لذا ورود هوا به داخل آسیاب باعث سردتر شدن آسیاب می شود و باید از آن جلوگیری کرد.

۲-۴- مقدار پاشش آب

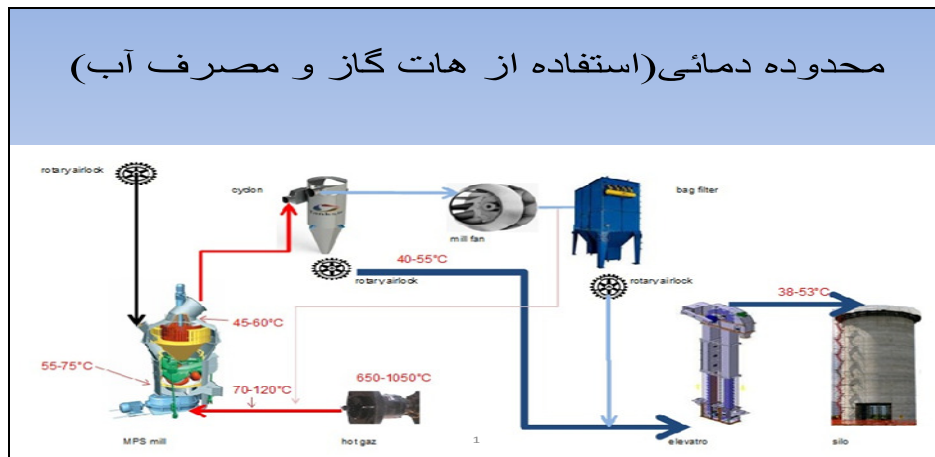
به منظور پایدار کردن بستر مواد روی سینی در آسیاب های غلطکی پاشش آب انجام می شود اما باید در نظر داشت که پاشش آب در آسیاب غلتکی اثر نامطلوب (کاهنده) در دما دارد و که این امر می تواند باعث مشکلات ذیل شود:

❖ رطوبت موجود در خوراک آسیاب، رطوبت ناشی از دهیدراتاسیون گچ، رطوبت ناشی از سیستم خنک کن (در آسیاب های گلوله ای) و رطوبت ناشی از پاشش آب جهت بسترسازی (در آسیاب های غلطکی) می تواند باعث دهیدراتاسیون سیمان در حین سایش در آسیاب سیمان گردد. در صورتی که مقدار دهیدراتاسیون سیمان در آسیاب از مقدار معینی بیشتر شود باعث کاهش قدرت واکنش پذیری (reactivity) سیمان و در نتیجه طولانی تر شدن زمان گیرش و کاهش مقاومت ملات را در پی خواهد داشت.

❖ مصرف آب همزمان با درجه حرارت پایین آسیاب باعث کلوخه شدن سیمان و همچنین گرفتگی های آن در سیلوهای سیمان می گردد لذا کاهش مقدار پاشش آب در آسیاب های غلتکی علاوه بر کمک به افزایش دمای آسیاب باعث جلوگیری از پدیده پیش دهیدراتاسیون فاز های سیمان (Prehydration of clinker minerals) و مانع کلوخه شدن سیمان و گرفتگی سیلوهای سیمان می شود.

۳- شرایط کیفی و فرایندی قبل از انجام پروژه

هر دو آسیاب موجود در واحد هشتم ساخت شرکت Gebr.Pfeiffer آلمان و از نوع MPS۴۲۵۰BC بوده که ظرفیت اسمی آن ۱۲۰ تن بر ساعت می باشد. وضعیت دماهای سیستم در نقاط مختلف در شکل (۳-۱) نشان داده شده است. حرارت سیمان ورودی به سیلو حدود 38°C تا 53°C بود که جهت افزایش آن باید تلاش می شد. همانطوری که در جدول (۱-۵) نشان داده شده است؛ آسیاب ۸/۲ هم از نظر کیفیت و هم از نظر کمیت دارای مشکلات زیادی پیش از انجام این پروژه بود. مشکلات ۸/۱ نسبت به ۸/۲ هر چند کمتر بود (مقاومت ملات و بار خور در حد قابل قبول) ولی شرایط کاملا مطلوب نبوده و باتوجه به رقابت موجود در بازار نیاز به بهبود کاملا احساس می شد.



شکل (۳-۱): شرایط دمای آسیاب ها قبل از انجام تغییرات

۳- اقدامات انجام شده جهت دستیابی به درجه حرارت

۱-۴- استفاده هدفمند از کوره کمکی:

برای تامین درجه حرارت مطلوب دو دستگاه کوره کمکی نصب گردید اما جهت رسیدن به دمای مطلوب هنوز مشکلاتی وجود داشت.

۲-۴- تامین کلینکر با دمای مطلوب

در صورت استفاده مستقیم از کلینکر کوره مشکلی در تامین دمای آسیابها مشاهده نمی گردید اما در مواقع خاص مانند فصول پر فروش سیمان یا زمان تعمیرات کوره اقدام به محدود کردن مقدار استفاده از کلینکر دپو گردید.

۳-۴- رفع نشتی های هوای محیط به داخل سیستم آسیاب

اصلی ترین عامل کاهش دمای جریان گاز در آسیابهای غلطکی ورود هوای کاذب محیط به داخل سیستم آسیاب از طریق منافذ بدنه آسیاب، داکت های انتقال گاز و همچنین اکسپنشن ها بود. برای کاهش نشت هوا به داخل آسیاب و در نتیجه افزایش دمای جریان گاز در آسیابها؛ اقدام به تعویض روتاری فیدر، تعویض برخی از اکسپنشن های معیوب، رفع نشتی از محل ورود شلنگ های روغنکاری غلطکها، رفع نشتی از محل اتصال ترک ساپورتها به بدنه آسیاب، رفع نشتی از درب های آسیاب و ... گردید.

۴-۴- حذف یا کاهش مقدار پاشش آب

همانطوری که اشاره شد پاشش آب در این آسیابها به منظور پایدار کردن بستر انجام می شود لذا جهت کاهش مقدار آن (یا حذف آن) باید جهت دستیابی به بستری پایدارتر (که نیاز به پاشش آب کمتری داشته باشد) تلاش نمود. بدین منظور ابتدا عوامل موثر بر کیفیت بستر و راه های بهبود آن را بررسی می کنیم.

۱-۴-۴- عوامل موثر بر کیفیت بستر

• خوراک آسیاب

درصد ترکیب اجزا خوراک (کلینکر، گچ و مواد افزودنی در صورت استفاده مانند سنگ آهک، پوزولان، سرباره) و کیفیت هر کدام از اجزا در خوراک آسیاب و مقدار رطوبت خوراک از عوامل بسیار مهم موثر در کیفیت بستر مواد می باشند.

• شکل و ابعاد غلطک و سینی

غلطکها و سینی بسته به طراحی شرکت سازنده دارای شکل و ابعاد مشخص و استاندارد می باشند و در اثر کارکرد آسیاب و سایش، غلطک و سینی از شکل اولیه خود خارج شده و در نتیجه شاهد مشکلاتی در بهره برداری مانند افزایش لرزش (ویبره) آسیاب، کاهش بارخور، افزایش انرژی مصرفی خواهیم بود. لذا به منظور برطرف کردن این مشکل در آسیابهای غلطکی اقدام به تعویض زیگمنت های غلطکها و سینی و یا جوشکاری غلطکها و سینی می شود.

• ارتفاع دم‌رینگ

با تغییر ارتفاع دم‌رینگ امکان تنظیم سطح بستر مواد میسر می شود. بسته به شرایط آسیاب تنظیم ارتفاع دم‌رینگ انجام می شود. در مواقع خارج شدن شکل غلطکها و سینی از وضعیت استاندارد، تعویض غلطک و زیگمنت های سینی و جوشکاری سطح غلطکها و سینی نیاز به بازنگری و تنظیم مجدد ارتفاع دم‌رینگ می باشد.

• فشار اعمال شونده به غلطک‌ها

بارخور و دانه‌بندی محصول آسیاب غلطکی به مقدار فشار اعمال شونده به غلطکها و تعداد عبور یک ذره از زیر غلطک‌ها بستگی دارد. هرچه مقدار این فشار بیشتر و تعداد دفعات عبور یک ذره از زیر غلطک‌ها بیشتر باشد شاهد ریزتر شدن دانه‌بندی محصول خروجی خواهیم بود. البته باید توجه داشت که با افزایش این فشار شاهد افزایش انرژی مصرفی در موتور اصلی آسیاب و همچنین افزایش ویبره آسیاب خواهیم بود.

۲-۴-۴- اقدامات انجام شده جهت تامین بستر مناسب

- **استفاده از کلینکر مناسب:** نوسانات کیفیت کلینکر اثرات نامطلوبی در کارکرد آسیاب‌های غلطکی دارد در نتیجه با تنظیم سالن‌های مواد خام با حداقل نوسانات کیفی، راهبري مناسب‌تر کوره و تولید کلینکر مطلوب، کنترل موجودی سیلوهای کلینکر و استفاده از کلینکر داغ و محدود کردن مقدار کلینکر دپو، این نوسانات به حداقل کاهش یافت.
- **افزودن سنگ آهک:** خوراک آسیاب قبل از تغییرات حدوداً ۹۶ درصد کلینکر و ۴ درصد گچ بود که با رعایت تمام محدودیت‌های کنترل کیفی سیمان، از ۲ درصد سنگ آهک به عنوان افزودنی (Additive) جهت رسیدن به بستر مناسب استفاده شد. (۹۴ درصد کلینکر و ۴ درصد گچ و ۲ درصد سنگ آهک)
- **تنظیم ارتفاع دم‌رینگ (Dam ring):** جهت رسیدن به بستر مناسب با توجه به شرایط بهره‌برداری ارتفاع دم‌رینگ از ۱۲۰mm به ۱۰۰mm کاهش یافت.
- **افزایش فشار اعمال شونده به غلطک‌های آسیاب (Tension pressure):** این فشار از ۱۰ بار به ۱۵۰ الی ۱۷۰ بار افزایش یافت.
- **هارد فیسینگ سینی:** پروفایل غلطک‌ها و سینی یکی از عوامل موثر در بستر و راندمان و کیفیت سایش در آسیاب غلطکی می‌باشد که جهت بهبود کارکرد آسیاب اقدام به اصلاح پروفایل (از طریق جوشکاری) سینی گردید.
- **تنظیم سطح موثر نازل رینگ‌ها (Nuzzle ring):** به منظور افزایش سرعت جریان گاز و کاهش بار برگشتی آسیاب تعداد ۱۲ عدد از نازل رینگ‌ها (۴ عدد پشت هر غلطک) مسدود شد.
- **اصلاح پره‌های معیوب ثابت و قفس متحرک سپراتور:** تعداد ۲۰ پره ثابت معیوب سپراتور تعویض شد و قفس متحرک سپراتور آسیاب سیمان ۸/۱ پیاده و به صورت اساسی اصلاح شد که باعث افزایش راندمان سپراتور و بهبود کیفیت (توزیع دانه‌بندی) سیمان تولیدی گردید.
- **بلندتر کردن ارتفاع شوت بارریز آسیاب:** محل قرار گرفتن و ابعاد شوت بارریز در توزیع یکسان و یکنواخت بار آسیاب به زیر غلطک‌ها و ایجاد بستر مناسب نقش اساسی را دارد لذا ارتفاع شوت بارریز آسیاب ۳۰ سانتی متر بلندتر شد.

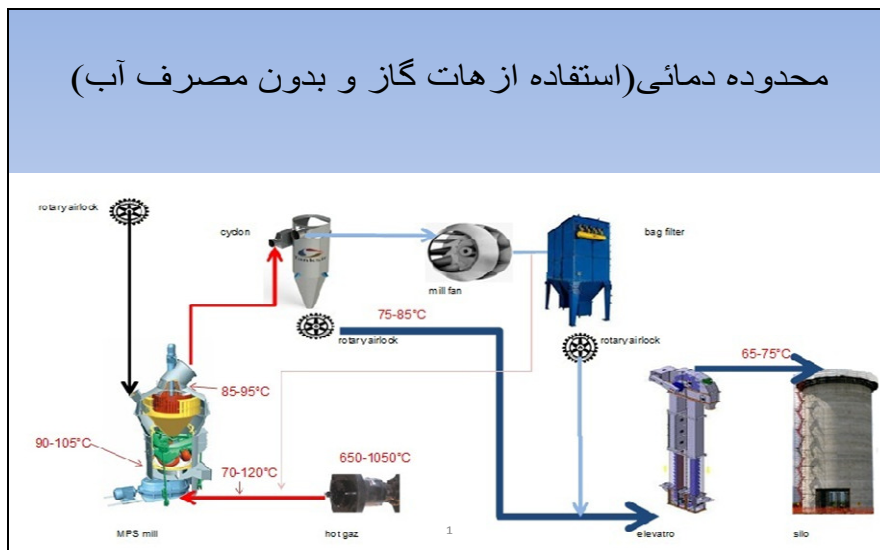
۵- نتایج

با انجام مجموع اقدامات بالا شاهد حذف یا کاهش مقدار پاشش آب (استفاده از ۱ الی ۲ متر مکعب بر ساعت از آب در شرایط نامناسب آسیاب) بودیم و دمای سیمان ورودی به سیلوها به 65°C الی 75°C (شکل ۱-۵) افزایش یافت. نتایج در دو بخش بهبود کیفیت محصول و شرایط بهره‌برداری به شرح ذیل می‌باشد.

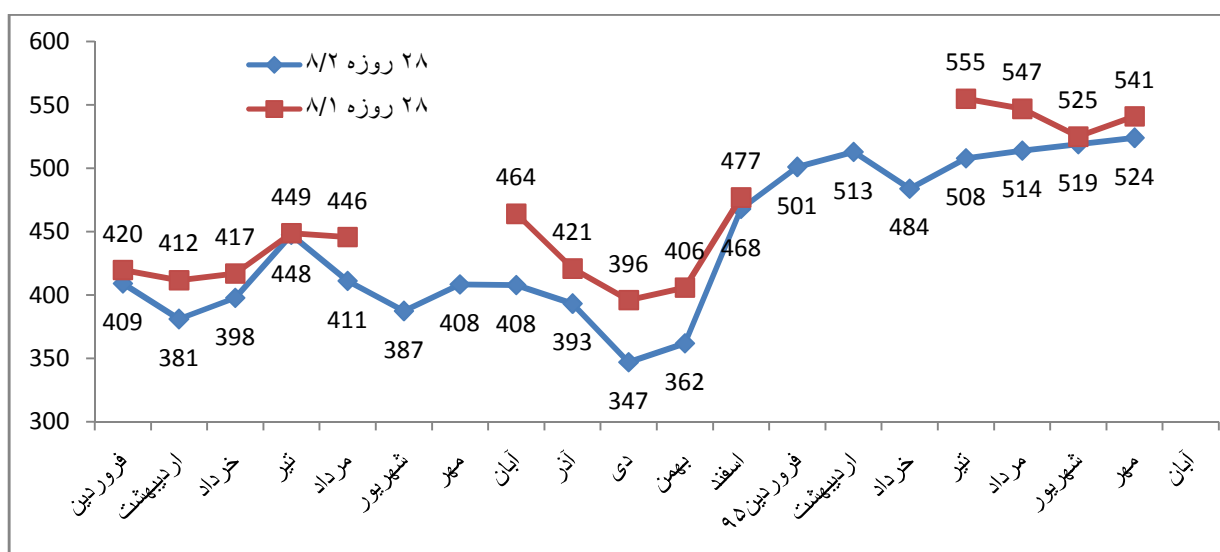
۱-۵- بهبود کیفیت محصول

- **افزایش مقاومت‌های ملات:** مقدار مقاومت‌های ملات در سنین سه، هفت و بیست‌وهشت روزه در آسیاب ۸/۲ به ترتیب ۶۲ درصد، ۶۵ درصد و ۴۱ درصد و همچنین مقادیر فوق در آسیاب ۸/۱ به ترتیب ۳۱ درصد، ۴۱ درصد و ۲۹ درصد افزایش یافت.

- **بهبود توزیع دانه‌بندی:** بهبود دانه‌بندی با انجام این پروژه حاصل گردید که نتایج آن در جدول (۵-۱) مشخص است.
- **کاهش زمان گیرش اولیه و مقدار نوسان آن**



شکل (۵-۱): شرایط دمایی آسیاب بعد از انجام تغییرات



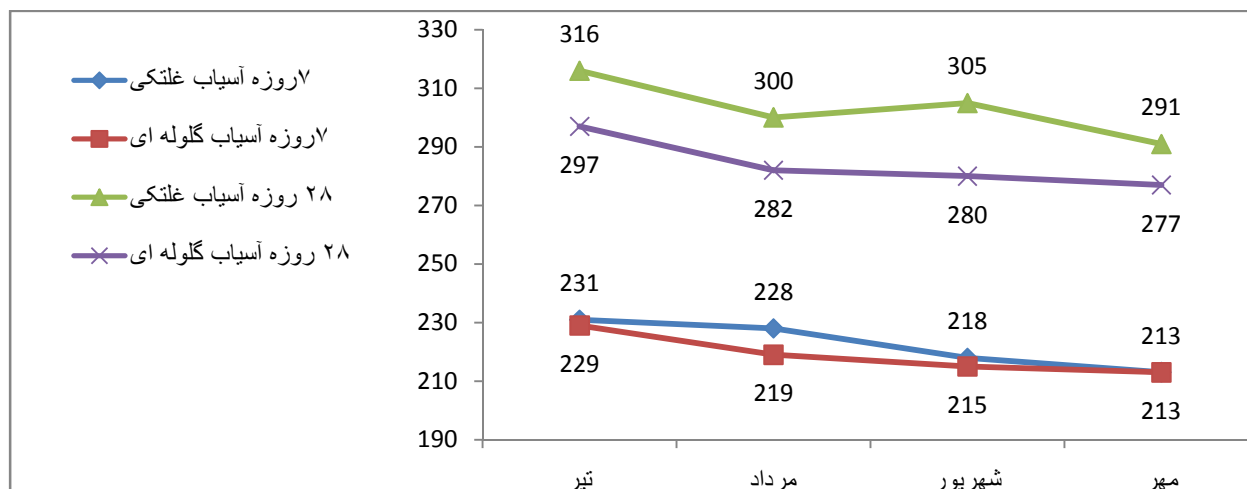
نمودار (۵-۱): مقاوت‌های ماهیانه ۸/۱ و ۸/۲ در سال‌های ۹۴ و ۹۵

۵-۲- بهبود شرایط بهره‌برداری:

علاوه بر موارد پیشین، بهبود در سایر متغیرهای بهره‌برداری هر دو آسیاب به ترتیب ذیل صورت پذیرفت:

- ۲۶ درصد افزایش بارخور ساعتی آسیاب ۸/۲ (از ۹۵ تن بر ساعت به ۱۲۰ تن بر ساعت) و ۱۳ درصد افزایش بارخور ساعتی آسیاب ۸/۱ (از ۱۱۰ تن بر ساعت به ۱۲۵ تن بر ساعت)

- افزایش دمای گاز خروجی از آسیاب و کاهش دانسیته این گازها، منجر به کاهش مصرف انرژی فن آسیاب گردید.
- پایدارتر شدن شرایط کارکرد و کاهش ویبره آسیاب و کاهش آسیب‌های مکانیکی ناشی از لرزش آسیاب و در نتیجه کاهش هزینه‌های تعمیرات (هزینه‌های تامین قطعات و نیروی انسانی)
- افزایش زمان کارکرد آسیاب (کاهش توقفات آسیاب) و در نتیجه افزایش تولید



نمودار (۲-۵): مقاومت بتن ماهیانه واحد های ۶ و ۸ با طرح اختلاط مشابه مربوط به سال ۱۳۹۵

جدول (۱-۵): شرایط آسیاب سیمان ۸/۲ و ۸/۱ قبل و بعد از انجام تغییرات

مشخصات	واحد	۸/۲		۸/۱	
		قبل از تغییرات	بعد از تغییرات	قبل از تغییرات	بعد از تغییرات
خوراک آسیاب	کلینکر درصد	۹۶	۹۴	۹۶	۹۴
	گچ درصد	۴	۴	۴	۴
	آهک درصد	۰	۲	۰	۲
بهره برداری	بارخور t/h	۹۵	۱۲۰	۱۱۰	۱۲۵
	حرارت خروجی °C	۵۰	۸۵	۵۰	۸۵
	پاشش آب m ³ /h	۳-۴	۰-۲	۳-۴	۰-۲
	فشار تشن bar	۱۰۰	۱۵۰-۱۷۰	۱۱۵	۱۵۰-۱۷۰
	میل فن Kw	۱۰۴۰	۹۳۰	۹۵۰	۸۷۰
دانه بندی	R ₂₀₀ μ درصد	۰,۶	۰-۰,۱	۰,۴	۰-۰,۱
	R ₉₀ μ درصد	۷,۱	۱,۸	۴,۳	۲,۲
	R ₄₅ μ درصد	۲۴,۵	۱۲,۵	۱۸,۴	۱۱,۴
	Blaine cm ² /gr	۲۸۳۳	۲۹۱۶	۲۹۷۱	۲۹۰۰
مقاومت ملات	۳ روزه kg/cm ²	۱۷۱	۲۷۸	۱۹۹	۲۶۲
	۷ روزه kg/cm ²	۲۳۸	۴۰۵	۲۷۵	۴۳۰
	۲۸ روزه kg/cm ²	۳۵۴	۵۱۳	۴۰۶	۵۲۳
گیرش	اولیه min	۲۲۱	۲۰۵	۲۰۱	۱۹۷
	ثانویه min	۲۹۸	۲۷۳	۲۷۸	۲۷۲

۶- نتیجه گیری و چند پیشنهاد

۶-۱- نتیجه گیری

- با افزایش دما و حذف (کاهش) مصرف آب در آسیاب های غلطکی واحد ۸ و بهتر شدن توزیع دانه بندی سیمان، بهبود در مقاومت ملات را شاهد هستیم. مقاومت سیمان تولیدی آسیاب های واحد ۸ نسبت به قبل از انجام این پروژه و مقاومت بتن این آسیاب ها نسبت به آسیاب های گلوله ای شرایط بهتری داشته و از اردیبهشت ماه ۱۳۹۵ سیمان تولیدی در واحد ۸ سیمان تهران به عنوان ۴۲۵-۱ به فروش می رسد. (نمودارهای ۱-۵ و ۲-۵)
- علاوه بر کیفیت، افزایش بارخور، کاهش توقفات، کاهش مصرف انرژی، منافع اقتصادی ناشی از افزودن سنگ آهک در خوراک آسیاب از دیگر دستاوردهای این پروژه می باشد.
- امکان استفاده از ۲ درصد سنگ آهک در این آسیاب به عنوان ماده افزودنی (Additive) به خوراک آسیاب (جایگزین کلینکر) میسر گردید. افزودن سنگ آهک علاوه بر اثرات مثبت در کارکرد آسیاب (پایداری بستر و...) به علت پایین تر بودن قیمت تمام شده سنگ آهک نسبت به کلینکر باعث کاهش قیمت تمام شده سیمان می گردد. اگر قیمت تمام شده هر تن سنگ آهک را ۱۳۳,۰۰۰ ریال و قیمت تمام شده هر تن کلینکر را ۴۰۰,۰۰۰ ریال و تولید سالانه سیمان این دو آسیاب را یک میلیون تن در نظر بگیریم؛ با جایگزینی ۲ درصد سنگ آهک با کلینکر ۵,۳۴۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال و با فرض استفاده از ۳ درصد سنگ آهک ۸,۰۱۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال و با فرض استفاده از ۴ درصد سنگ آهک ۶,۸۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال صرفه جویی سالانه حاصل می شود.
- با حذف (در برخی مواقع کاهش) مصرف آب در آسیاب ها شاهد صرفه جویی $25,000 \text{ m}^3$ سالانه در مصرف آب خواهیم بود که این اقدام از دو جنبه صرفه جویی در مصرف آب (با توجه به بحران آب) و کاهش هزینه های استخراج و انتقال آب قابل توجه است.

۶-۲- پیشنهادها

- با توجه به موفقیت آمیز بودن افزودن ۲ درصد سنگ آهک به خوراک آسیاب ۸/۲ به منظور دستیابی به بستر مناسب تر و کارکرد بهتر آسیاب و همچنین منافع اقتصادی (صرفه جویی) حاصل از آن پیشنهاد می شود ضمن رعایت محدودیت های کیفی، جهت افزودن سنگ آهک تا ۴ درصد خوراک آسیاب تلاش شود.
- با توجه به اهمیت مقدار و دمای جریان گاز مناسب در آسیاب غلطکی، پروسه رفع نشتی ها ادامه یابد.
- کیفیت کلینکر حفظ گردد. (حفظ شرایط پایل های مواد خام هم به لحاظ آنالیز شیمیایی و هم از نظر کنترل نوسانات و همچنین راهبری کوره با حداقل نوسان کیفی کلینکر) و حتی الامکان از کلینکر داغ در این آسیاب ها استفاده شود و استفاده از کلینکر سرد یا دپو محدود گردد.

منابع و ماخذ

1. Operational experience from the United states' first vertical roller mill for cement grinding. Mark Simmons, Lee Gorby, John Terembula
2. Holder bank cement seminar 2000, Binder 4, Process technology I, chapter 8, Roller mills