Archive of SID

بررسی اتلاف‌های انرژی در صنایع سیمان و راهکارهای بهینه سازی مصرف انرژی

فریبا کردارپور [1] ، طاهره صوفی[2]، حمیدرضا گشایشی [3]، امیر میرسنجری[4]

[1] دانشجوی کارشناسی ارشد سیستم‌های انرژی، گروه مکانیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، kerdarpour@gmail.com
[2]دانشجوی کارشناسی ارشد سیستم‌های انرژی،گروه مکانیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، t_soufi91@yahoo.com
[3] استادیار و عضو هیأت علمی گروه مکانیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، goshayshi@yahoo.com
[4] کارشناس فنی شرکت مهرکاناز صنعت تهران، am@mehrkanazsanat.net

چکیده

در این مقاله نخست به مقدمه‌ای در مورد انرژی موردنیاز در تولید سیمان می‌پردازیم و سپس مشکلات موجود در صنعت سیمان اشاره خواهد شد و به بررسی اتلاف‌های حرارتی و الکتریکی صنعت سیمان می‌پردازیم. پیشنهادها و راهکارهای کاهش اتلاف انرژی به منظور مدیریت مصرف انرژی ارائه خواهد شد سپس گزارش نتایج یک پروژه تحقیقاتی که در سیمان تهران و سیمان فیروزکوه که با همکاری کارشناس فنی شرکت مهرکاناز صنعت تهران انجام شده است خواهیم پرداخت و در آن عکس پروفایل‌های حرارتی تجهیزات مکانیکی و الکتریکی دو کارخانه سیمان مذکور مورد مشاهده قرار خواهد گرفت و در نهایت در خصوص ضرورت بهینه سازی مصرف انرژی در سیمان بحث خواهیم نمود و بهینه سازی‌های صورت گرفته در مطرح ترین کشورهای تولید کننده سیمان از جمله چین، هند، آمریکا، ژاپن، اتحادیه سیمان اروپا ارائه و با در نظر گرفتن مسائل ایران به جمع بندی و نتیجه‌گیری خواهیم پرداخت.

کلمات کلیدی

سیمان، اتلاف‌های انرژی، بهینه سازی مصرف انرژی، مدیریت مصرف انرژی

www.Kouren.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تولید سیمان یک فرآیند به شدت انرژی بر می باشد، که در حدود 4 GJ در هر تن سیمان تولیدی انرژی مصرف می کند. از لحاظ نظری، تولید یک تن کلینکر نیازمند حداقل 1.6GJ گرما می باشد. [۱] اگرچه در حقیقت ، متوسط مصرف انرژی ویژه در حدود 2.95GJ در هرتن سیمان تولیدی برای کوره‌های پیشرفته می باشد ، این در حالیست که در برخی کشورها ، مصرف انرژی از 5GJ/ton نیز تجاوز می‌کند. برای مثال، کارخانه‌های کلیدی در چین ، کلینکر را با متوسط مصرف انرژی 5.4GJ/ton تولید می کنند. [۲] بررسی انرژی به عنوان یکی از موثرترین روشها برای یک برنامه‌ی موفقیت آمیز مدیریت انرژی پدیدار شده است. هدف اصلی ممیزی انرژی این است که یک محاسبه‌ی دقیق از مصرف انرژی و تحلیل مصرف انرژی قسمت‌های مختلف فراهم شود تا اطلاعات مفصلی که برای تعیین فرصت‌های محتمل برای صرفه‌جویی در انرژی مورد نیاز است ، بدست آید. [۳]

بررسی مشکلات موجود در صنعت سیمان

مشکلات فعلی موجود در صنایع سیمان کشور به شرح ذیل است:

- نامناسب بودن محل استقرار اکثر واحدهای سیمان کشور
- متعادل نبودن ارتفاع دودکش های خروجی واحدهای مذکور با توجه به شرایط جوی و اقلیمی منطقه
- مستهلک بودن تکنولوژی اکثر واحدهای سیمان که موجب نشر بیش از حد ذرات به محیط می شود.
- مصرف سوخت های سنگین حاوی درصد گوگرد بیش از حد مجاز (مازوت)
- بالا بودن میزان مصرف سوخت در واحدهای مذکور به لحاظ مستهلک بودن تکنولوژی
- نبود معیار مصرف انرژی در صنعت سیمان [۴]

مدیریت مصرف انرژی در صنعت سیمان

روشهای کاهش مصرف انرژی الکتریکی در صنعت سیمان:

۱ - برنامه ریزی تعمیرات موتورهای برق

۲ - نوشتن شمار قطع و وصل موتور های برق فشار قوی و تحلیل آن در مقایسه با وضع مجاز

۳ - بررسی فاصله دو راه اندازی

۴ - بررسی کلاس عایقی موتور های برق

۵ - غبار زدایی موتورهای برق فشار قوی و سیستم خنک کننده آن

۶ - آزمایش مدار رله های حفاظتی

۷ - تغییر سیستم آسیا از مدار بسته به مدار باز و حذف جدا کننده برای بهبود بازده و کاهش مصرف برق آسیا

۸ - افزایش بازده سنگ شکنها

۹ - بازسازی سیستم‌های آبشاری به منظور مهار سرعت الکترو موتور های بزرگ به ویژه موتور های حلقه سایشی

۱۰- کاربرد سیستم هرتسگردان (مبدل فرکانسی) به منظور مهار سرعت موتور های فشار قوی به جای کاربرد سیستم دی سی مهار دور برای کاهش مصرف برق

۱۱ - موازی بستن ولتگردان‌های نیرو بر مبنای محاسبه اتصال کوتاه

۱۲ - نصب کنتور های سه تعرفه برای فراهم کردن امکان کاهش مصرف برق در پیک بار و انتقال بخش عمده مصرف به نوبت کار سوم

۱۳ - نصب مجموعه خازنی به منظور تعدیل و ترازمندسازی توان راکتیو (سلفی یا اندوکتیو) ، اصلاح ضریب توان ، کاهش ظرفیت تجهیزات(مانند ولتگردان ، کابل و ....) و عدم پرداخت جریمه ضرر و زیان بابت مصرف راکتیو

۱۴ - شارژ مناسب آسیاهای سیمان ، که از عوامل مهم در بازده و کاهش مصرف آسیاها تلقی می شود .

www.SID.ir

Archive of SID

۱۵ - نصب سیستم نوار نقاله به جای کاربرد سیستم بادی برای انتقال سیمان از آسیا به سیلو های ذخیره در راستای کاهش مصرف برق. [۵]

نقش پوزولان در کاهش شدت انرژی الکتریکی در آسیاهای سیمان :

گفتنی است پوزولان به عنوان ماده افزودنی برای فرآورش سیمان مرغوب در ایران و دیگر کشور ها فراوان بکار برده می شود . در فرآورش سیمان پوزولانی نزدیک به ۱۵ تا ۳۰ درصد پوزولان به همراه ۶۵ تا ۷۰ درصد کلینکر مصرف می شود .

کاربرد پوزولان در فرآورش سیمان دارای ویژگی‌هایی همچون صرفه جویی در مصرف انرژی ، افزایش تولیددر زمان کوتاه، سرمایه گذاری کم و افزایش کیفیت سیمان است .

با توجه به درجه مرغوب بودن پوزولان و مقدار استفاده از آن می توان نزدیک به ۳۰ درصد انرژی سوختی و ۲۵ درصد از انرژی الکتریکی را صرفه جویی کرد .

کاربرد سیستم آبشاری یا چند طبقه در صنعت سیمان :

برای کنترل سرعت الکترو موتور های فشار قوی به منظور صرفه جویی و بازگرداندن بخشی از انرژی به شبکه سیستمهای آبشاری یا چند طبقه موجود در کارخانه های سیمان به دلیل ارزان بودن انرژی و مشکلات نگهداری ، بیش و کم بدون استفاده مانده است . با توجه به هزینه ارزی زیادی که در گذشته برای خرید این تجهیزات منظور گردیده است ، ضرورت بازسازی سیستمهای آبشاری یا کاسکاد به منظور مهار سرعت موتور های برق و بازگرداندن بخشی از انرژی مصرفی به شبکه حائز اهمیت است . سیستم مهار سرعت کاسکاد برای پروانه و پمپ ، که گشتاور آنها با توان دوم سرعت متناسب است پیشنهاد شده است. مشکل اصلی در کاربرد سیستم کاسکاد ، پهنه سرعت مورد استفاده است . به علت کوچک بودن ضریب توان در سرعتهای کم ، محدوده (اقتصادی) معینی برای تغییرات سرعت موتور هنگام کاربرد این سیستم به صورت زیر پیشنهاد شده است :

الف) سیستمهای با گشتاور ثابت ۵۰ تا ۱۰۰ درصد سرعت بایسته یا نامی موتور

ب) سیستمهایی که گشتاور با توان دوم سرعت متناسب است ، ۴۰ تا ۱۰۰ درصد سرعت بایسته یا نامی موتور .

پروانه ها

فرآیند فراورش سیمان به جابجایی حجم زیادی ازگاز نیاز دارد . از اینرو پروانه های متعدد از توانهای کم تا چند مگاوات در خط فرآورش سیمان بکار گرفته می شود .

گفتنی است بیش از ۲۰ درصد برق مصرفی کارخانه سیمان صرف به حرکت درآوردن پروانه های آن می شود . هنوز که هنوز است انتخاب پروانه ها و کاربرد و نگهداری آنها به درستی صورت نمی گیرد و این امر بی گمان باعث افزایش تلفات انرژی الکتریکی می شود. توان پروانه ها معمولاً با در نظر گرفتن سخت ترین شرایط فرآیند صورت می پذیرد و بیش از نیاز (در شرایط عادی) است . از این رو با نصب دریچه در محل مکش یا دمش ، بار پروانه تنظیم می شود .

امروزه کاربرد الکتروموتور های دور متغیر برای پروانه های دور متغیر (در صنایع) رو به افزایش است . الکتروموتور های دور متغیری که درست انتخاب شده باشد ، مصرف برق پروانه را کاهش می دهد و از فرسایش مکانیکی و اغتشاشات صوتی می کاهد . به تازگی یکی از کارخانه های سیمان در آلمان با استفاده از پروانه های دور متغیر برای پیش گرمساز موفق شده است که سالانه نزدیک به ۳۹۰ مگاوات ساعت در مصرف برق صرفه جویی کند . افزوده می شود چنانچه بنا به دلایلی ، اعم از اقتصادی و فنی و دیگر ها ، کاربرد پروانه های دور متغیر ناممکن باشد ، با راستگردانیها یا اصلاحات دیگر می توان بر بازده پروانه افزود و از مصرف برق آن کاست .

اصلاحاتی که توصیه می شود :

الف) کنترل یا مهار سازی سرعت یا عده دور به جای کنترل دریچه ها

ب) بهبود بخشیدن کانالها یا گذرگاههای جریان گاز در جهت کاهش مقاومت مسیر

ج) کاربرد پروانه های پر بازده به جای پروانه های مجهز به پره شعاعی

انتخاب الکترو موتورها در صنعت سیمان :

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به کاربرد فراوان الکترو موتور ها در صنعت سیمان و مصرف نزدیک به ۹۰ تا ۹۵ درصد کل مصرف انرژی الکتریکی توسط آنها، لازم است در استفاده بهینه الکترو موتور ها حداکثر تلاش صورت پذیرد .گفتنی است عدم تناسب توان و بار موتور باعث اتلاف انرژی در الکترو موتور های فشار قوی می شود . زیرا بزرگ انتخاب کردن الکترو موتور ها باعث کاهش بازده موتور و کاهش ضریب توان و افزایش تلفات می شود . از سوی دیگر کوچک انتخاب کردن الکترو موتور ها باعث تحمیل اضافه بار به موتور و گرم شدن آن و توقف خط تولید می شود .فزون برآنچه گفته آمد ، عمل نکردن رها سازها یا رله های حفاظتی باعث سوختن موتور می شود . از اینرو سزاوار است که انتخاب موتور های برق پس از بررسی و سنجیدن یکایک عوامل مهم صورت پذیرد ، در کارخانه های سیمان موتور های برق مصرف کننده عمده نیروی برق اند . خط فرآورش سیمان معمولاً دارای ۵۰۰ تا ۷۰۰ موتور برق است . توان این موتور ها از چند دهم کیلو وات تا چند مگاوات است .

در خط فرآورش سیمان کاربرد موتور های قفس سنجابی سه فاز نسبت به موتور های دیگر بیشتر است . ویژگی این نوع موتور در ساختار ساده و محکم است واز کاستیهای آن می توان جذب توان راکتیو از شبکه و کاهش بازده و ضریب توان در بارهای کم را بر شمرد .

فن آگاهیهای جدید صرفه جویی انرژی در صنعت سیمان کشور آلمان :

تکنولوژی‌ها یا فن آگاهی‌های جدیدی که برای صرفه جویی در مصرف انرژی صنعت سیمان در کشور آلمان به کار می رود عبارت است از :

۱- استفاده از سوخت‌های جایگزین استفاده از لاستیک های فرسوده، که دارای ارزش حرارتی بسیار زیادی در حدود ۳۰۰۰۰ کیلوژول بر کیلوگرم است.

۲ - خاکهای رنگبری که ارزش حرارتی آن بین ۱۳۰۰۰ تا ۱۹۰۰۰ کیلوژول بر کیلوگرم در نوسان است

۳ - کورهٔ لوله ای گردان کوتاه

۴- سنگهای دو لایه برای آجرچینی کوره حداکثر پتانسیل صرفه جویی صنعت سیمان در کشور آلمان به وسیلهٔ تکنولوژیها یا فن آگاهی‌های نوین شامل ۶ / ۱۸ درصد مصرف سوخت و ۶ / ۸ درصد در مصرف برق در سال ۱۹۸۳ ثبت و ضبط شده است .

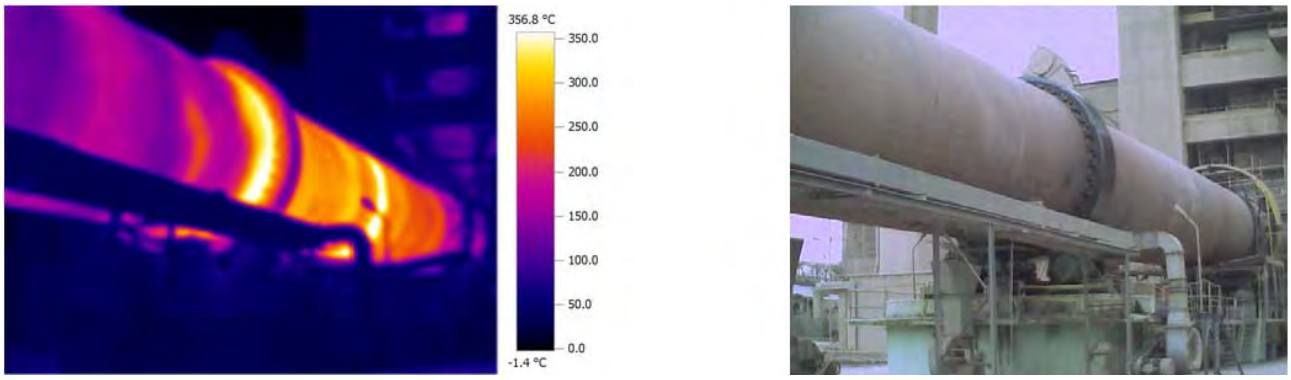
نمونه ای از یک طرح تحقیقاتی

تهیه تصاویر حرارتی از تجهیزات مختلف بدون تماس و با فاصله قابل توجهی از آنها توسط دوربین های ترموویژن و مقایسه آنها با شرایط عادی، مهمترین روش جهت بررسی اتلاف‌های حرارتی قطعات و دستگاه‌های صنایع مختلف از جمله سیمان می باشد. طی یک پروژه تحقیقاتی که با همکاری کارشناس فنی شرکت مهرکاناز صنعت تهران در اکثر سیمان‌های کشور انجام شد، نمونه ای از نتایج تحقیقات به دست آمده در ذیل آورده شده است. شکل۱ نمونه‌ای از عکس دیجیتالی و عکس حرارتی کوره دوار ، مربوط به سیمان تهران می‌باشد که همانگونه که در شکل ملاحظه می‌شود قسمتهایی از عایق کوره دچار مشکل شده است در نتیجه باعث اتلاف بیش از حد گرما می شود و در شکل ۲ در زاویه دیگری می‌توان میزان اتلافات را بررسی کرد. در شکل ۳ با مشاهده عکس دیجیتالی و حرارتی کوره لوله‌ای گردان کوتاه مربوط به سیمان فیروزکوه، میزان اتلافات را ملاحظه می نمایید. در شکل ۴ عکس دیجیتالی و حرارتی ترانسفورماتور سیمان فیروزکوه، توزیع دما روی بدنه و سایر قسمتهای ترانسفورماتور و در شکل ۵ توزیع دمای ترانسفورماتور را از زاویه دیگری می‌توان بررسی نمود. شکل ۶ عکس دیجیتالی و حرارتی الکترو موتور سیمان فیروزکوه می باشد که بوسیله آن می‌توان کیفیت کار الکتروموتور را بررسی و اتلافات آن را برطرف نمود.

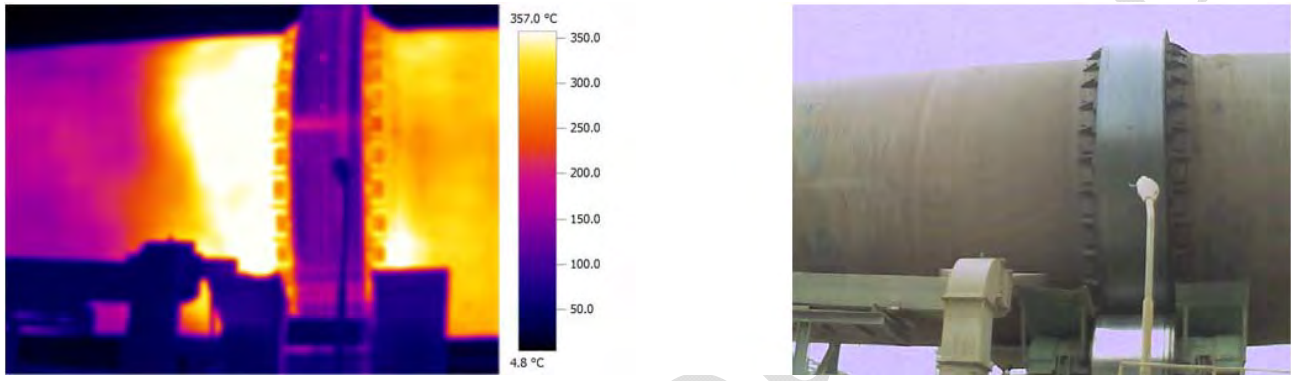
www.Koureh.ir

www.SID.ir

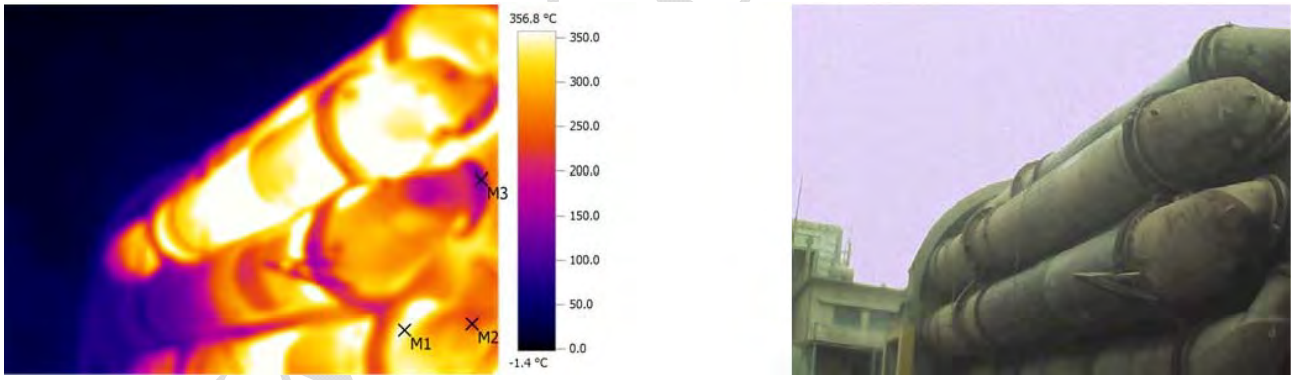
Archive of SID



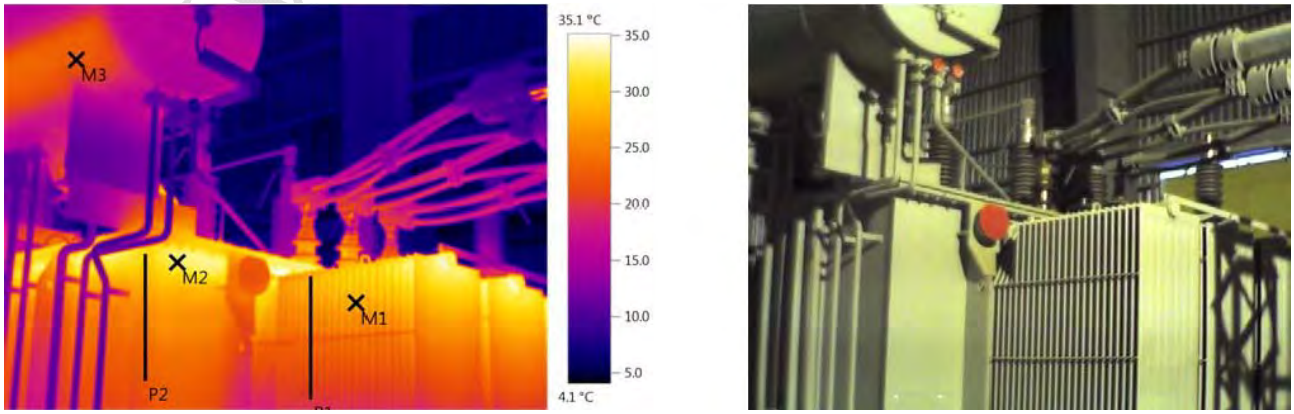
شکل۱ - عکس دیجیتالی و حرارتی کوره دوار سیمان تهران از دید چپ به راست



شکل ۲- عکس دیجیتالی و حرارتی کوره دوار سیمان تهران از دید مقابل



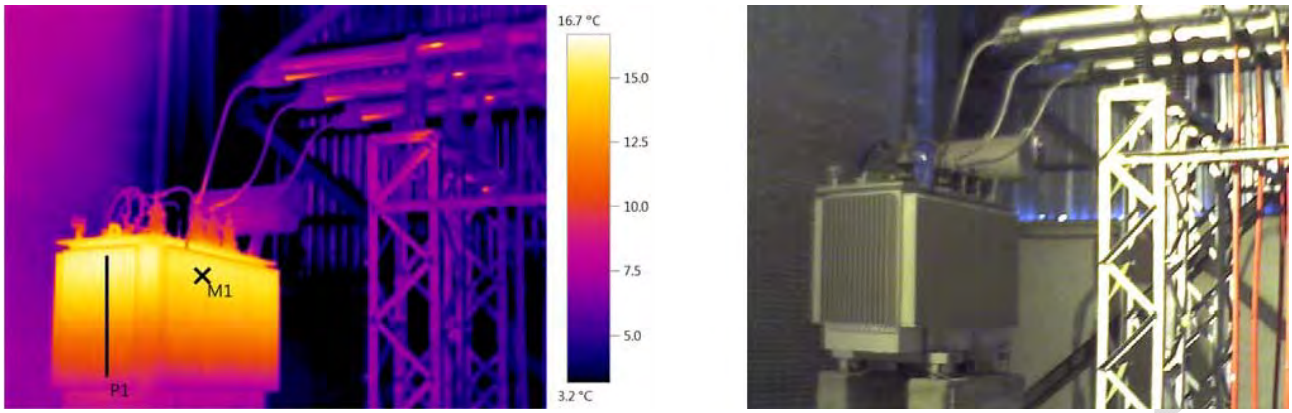
شکل ۳- عکس دیجیتالی و حرارتی کوره لوله‌ای گردان کوتاه سیمان فیروزکوه



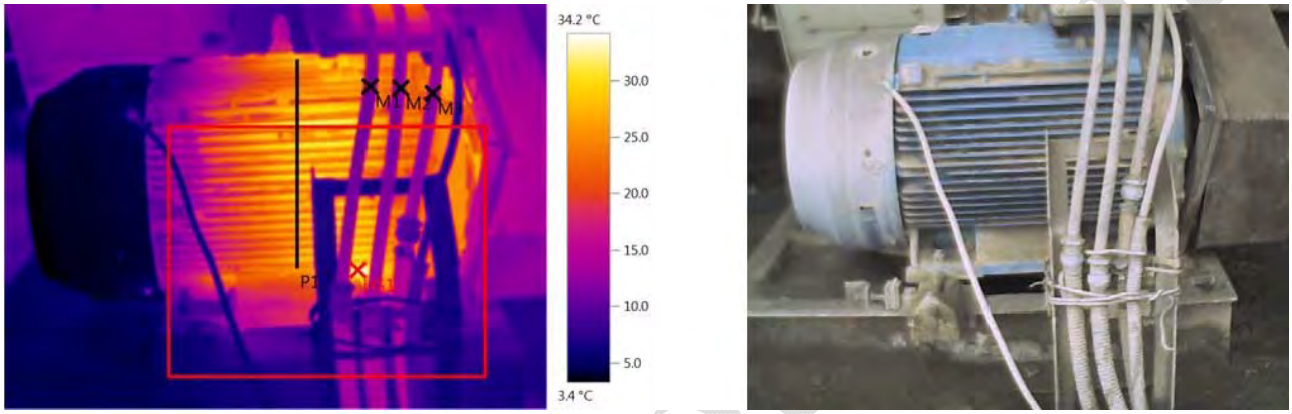
شکل ۴- عکس دیجیتالی و حرارتی ترانسفورماتور سیمان فیروزکوه

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- عکس دیجیتالی و حرارتی ترانسفورماتور سیمان فیروزکوه از دید جانبی



شکل۶ - عکس دیجیتالی و حرارتی الکتروموتور سیمان فیروزکوه

www.KouroshIr

ضرورت استفاده از بهینه ساز مصرف انرژی در سیمان

امروزه در دنیا تأمین انرژی در کنار تأمین مواد اولیه، مهمترین عامل در تولید سیمان محسوب می شود زیرا تولید سیمان در کنار تولید سایر محصولات صنعتی از جمله فولاد، آهن، شیشه، صنایع غذایی و روغن نباتی بیشترین مصرف کنندگان انرژی هستند.[۶] دو سال قبل سیمان در دنیا تا میزان ۲ هزار و ۲۷ میلیون تن تولید شد. کشورهای چین، هند، آمریکا و ژاپن به ترتیب بیشترین میزان سیمان را در دنیا تولید کردند کشور مذکور همراه با اعضای اتحادیه اروپا ۸۰ درصد سیمان تولیدی دنیا را در اختیار دارند و کشور چین به تنهایی ۵۲ درصد تولید سیمان جهان را در سال ۲۰۰۵ در اختیار داشت و هزار و ۶۴ میلیون تن سیمان ۲ سال قبل تولید کرد. این کشور همچنین برای تولید این محصول معدنی تا سال ۲۰۱۰ نیز برنامه ای دقیق دارد. قرار است چین در افق ۲۰۱۰ سالانه هزار و ۳۰۰ میلیون تن سیمان تولید کند.

- **چین و ضرورت سوخت جایگزین در تولید سیمان**

چین که بیش از نیمی از سیمان دنیا را تولید می کند، در مصرف ذغال‌سنگ بی همتا است. براساس اطلاعات موجود کشور چین در سال ۲۰۰۵ برای تولید سیمان ۲ هزار و ۲۰۰ میلیون تن ذغال‌سنگ مصرف کرده است. همچنین متوسط مصرف انرژی حرارتی نیز در صنعت سیمان چین در سال مذکور، برابر با ۹۰۰ کیلو کالری در ازای فرآوری هر کیلوگرم کلینگر بوده است. اگرچه کارشناسان

www.SID.ir

Archive of SID

چینی دلیل بالا بودن میزان مصرف انرژی حرارتی را فعالیت کوره های سنتی و قدیمی در چین می دانند اما چینی ها با توجه به افق چشم انداز ۲۰۱۰ میلادی به جایگزینی سوخت های دیگر با سوخت فسیلی اقدام کرده اند. براین اساس، چینی ها طرح هایی را اجرا می کنند که بتوانند به وسیله بازیافت انرژی گازهای خروجی از سیستم پخت بسیاری از کارخانجات، انرژی الکتریکی تولید کنند. در صورتی که چینی ها موفق شوند این سیستم را در کارخانجات تولیدی سیمان اجرا کنند ۳۰ تا ۳۵ درصد از انرژی مورد نیاز برای تولید این کالای معدنی در آن کشور تأمین می شود. از سوی دیگر چینی ها برای جایگزینی سوخت در تولید سیمان به مصرف ضایعات و پسماندهای صنعتی و شهری روی آورده و نگاه ویژه ای به بازیافت ضایعات و تولید انرژی از آنها دارند به طوری که به خاطر صنعت سیمان، مدت یک سال یعنی از سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۵ بیش از ۲۵ میلیون تن ضایعات صنعتی و شهری را امحا کرده است. چینی ها مصرف ضایعات، نوسازی صنعت و اجرای طر ح های بهینه سازی مصرف سوخت را برای افزایش کیفی و کمی تولید سیمان الگوی خود قرار داده اند.

● هند دومین بهینه ساز مصرف انرژی در تولید سیمان

کشور هند پس از چین دومین تولیدکننده سیمان در دنیا محسوب می شود. هندی ها در سال ۲۰۰۳ برابر با ۱۱۰ میلیون تن سیمان تولید کردند که برای این میزان تولید، ۱۶ میلیون تن ذغالسنگ و ۱۱ میلیون کیلووات ساعت برق مصرف کرده اند. از سوی دیگر و براساس آمارهای موجود میانگین مصرف انرژی حرارتی برای تولید سیمان در کشور هند ۸۰۰ کیلوکالری و انرژی الکتریکی نیز یک صد کیلووات ساعت است. اگرچه متوسط مصرف انرژی حرارتی درفرآیندهای خشک تولید سیمان ۷۳۰ کیلوکالری اعلام شده است اما هندی ها با استفاده از فرآیندهای خشک مجهز به پیش گرم کن ۶ مرحله ای میزان مصرف انرژی حرارتی را تا ۶۷۰ کیلوکالری کاهش دادند آنها همچنین توانستند با استفاده از این روش، میزان مصرف انرژی کیلوواتی را نیز تا ۷۰ کیلووات ساعت کاهش دهند.

● آمریکا و جایگزینی زباله با انرژی فسیلی

به کشورهای عضو پیمان تجارت آزاد آمریکای شمالی که شامل آمریکا، کانادا و مکزیک می شوند "نفتا" می گویند. آمریکا که یکی از اصلی ترین اعضای گروه نفتا محسوب می شود ۹۹ میلیون تن سیمان در سال ۲۰۰۵ تولید کرد و هنوز سومین تولیدکننده سیمان جهان است. آمریکا یی ها انرژی مورد نیاز برای تولید سیمان را از منابعی مانند ذغالسنگ، کک نفتی و زباله تأمین می کنند اما در ۲ سال اخیر آمریکایی ها برای کاهش میزان مصرف انرژی های فسیلی در تولید ذغالسنگ به استخراج انرژی از زباله ها روی آورده اند. در حال حاضر متوسط مصرف انرژی الکتریکی در صنعت سیمان آمریکا بیشتر از ۱۴۰ کیلووات ساعت است که طرح های بهینه سازی برای کاهش این میزان به سرعت در آن کشور اجرا می شود. آمریکایی ها به سرعت در حال حذف سیستم های قدیمی تولید سیمان هستند اگر چه هنوز این سیستم ها فعال هستند اما مصرف مازوت در صنعت سیمان آمریکا، به کمتر از ۱۲۴ میلیون لیتر و مصرف گاز نیز در آن صنعت به هزار میلیون متر مکعب رسیده است. در سال ۱۹۷۰ مصرف مازوت و گاز در صنعت سیمان این کشور به ترتیب هزار و ۵۴۹ میلیون لیتر و ۵ هزار و ۹۹۸ میلیون لیتر مکعب گاز بود.

● ژاپن پیشتاز در بازیافت انرژی برق

ژاپنی ها ۳درصد از سیمان دنیا را تولید می کنند. آنها در سال ۲۰۰۵، ۶۶ میلیون تن سیمان تولید کردند و چهارمین تولیدکننده این کالای معدنی محسوب شدند. کشور ژاپن در بازیافت انرژی الکتریکی که به وسیله حرارت حاصل از گازهای خروجی سیستم پخت از کوره ها به دست می آید، پیشتاز هستند اما با این اوصاف ۲۰ تا ۴۰ درصد از قیمت تمام شده سیمان در ژاپن را هزینه انرژی تشکیل می دهد. ژاپنی ها نیز مانند چینی ها توانسته اند به وسیله بازیافت انرژی حرارتی ۳۰درصد از انرژی مورد نیاز کارخانجات سیمان را فراهم کنند. صنعتگران این کشور برای بهینه سازی مصرف سوخت در تولید سیمان، زباله ها را در کوره ها می سوزانند و با استفاده از بازیافت انرژی الکتریکی از گازهای خروجی پیش گرمکن، سیمان های آمیخته تولید می کنند. میزان مصرف انرژی الکتریکی ژاپن در سال ۲۰۰۵ در تولید سیمان، با استفاده از روش های مذکور کمتر از ۹۳کیلووات ساعت و میزان مصرف انرژی حرارتی به کمتر از ۲ هزار و ۴۸۰ کیلوکالری رسیده است.

● اتحادیه سیمان اروپا و دریافت ۱/۶ میلیون تن انرژی از زباله

www.SID.ir

Archive of SID

کشورهای عضو سمبورو (cemboreau) یا همان اتحادیه سیمان اروپا که شامل ۲۴ کشور و ۲ عضو وابسته هستند. در سال ۲۰۰۵ میلادی ۲۸۹ میلیون تن سیمان در جهان تولید کردند. اصلی ترین منبع تأمین انرژی کارخانجات تولیدکننده سیمان در اروپا و ذغالسنگ و زباله است و ۴۰ درصد از قیمت تمام شده این محصول در اروپا مربوط به هزینه های انرژی است. متوسط مصرف انرژی حرارتی در سال ۱۹۹۸ در اروپا برابر با ۹۳۵ کیلوکالری بوده است اما این میزان در سال ۲۰۰۲ تا ۸۵۰ کیلوکالری کاهش یافت. از سوی دیگر میزان مصرف انرژی الکتریکی مصرفی نیز بین ۹۰ تا ۱۰۵ کیلووات ساعت است. کشورهای عضو اتحادیه سیمان اروپا در سال ۲۰۰۴ برای تأمین انرژی مصرفی در تولید سیمان ۶ میلیون و یک صد هزار تن زباله را سوزانده اند در حال حاضر نیز به طور متوسط ۱۷ درصد از انرژی حرارتی مورد نیاز اروپا به وسیله سوزاندن زباله ها تأمین می شود که این سهم برای برخی از کارخانه ها بیشتر از ۸۰ درصد است.

• ایران و جایگزینی سوخت برای تولید سیمان

افزایش تعداد طرح های عمرانی و تکمیل طرح های نیمه تمام عمرانی توسعه زیرساخت ها، ایجاد اشتغال، ساخت سدهای جدید و تکمیل سدهای نیمه تمام، نیاز کشور به مسکن و سایر موارد، از جمله مواردی است که نشانگر ضرورت افزایش تولید و نیاز صنایع و بخش های مختلف کشور به سیمان است. موارد فوق از یک سو و حضور در بازارهای جهانی به وسیله صادرات سیمان از سوی دیگر در کنار بررسی برنامه غول های تولیدکننده سیمان در دنیا ضرورت اتخاذ تصمیمات به روز و راهگشا را برای افزایش تولید سیمان در کشور نشان می دهد اما انرژی ماده گرانی در تولید این کالای معدنی محسوب می شود. تجربه کشورهای پیشرو در تولید سیمان و اتخاذ راه های جدید برای صرفه جویی در مصرف انرژی کارخانجات تولیدی این کالا، مصداقی بر این مدعاست. براساس آمارهای موجود که چندی قبل نیز در "همایش مصرف انرژی در سیمان" عنوان شد، در سال ۸۴ میزان مصرف انرژی حرارتی در تولید سیمان از ۷۲۵ تا بیشتر از هزار و ۴۵۰ کیلووات ساعت در فرآیندهای مختلف متغیر بوده است. از سوی دیگر مصرف گاز در صنعت سیمان نیز که در سال های قبل ۳۵ درصد بود در سال ۸۴ به بیشتر از ۶۵ درصد افزایش یافت. کارخانجات تولیدکننده سیمان هنوز برای حذف سوخت مازوت در تولید این کالا برنامه دارند. در این میان فعالان صنعت سیمان نیز با توجه به لزوم اهمیت انرژی در تولید این کالا، میزان مصرف انرژی حرارتی در کارخانجات را تقریباً به ۸۵۰ کیلوکالری رساندند و میزان مصرف انرژی الکتریکی را کمتر از ۱۱۰ کیلووات ساعت کاهش دادند. با توجه به برنامه وزارت صنایع و معادن برای افزایش ظرفیت تولید و با در نظر گرفتن توانمندی فعالان صنعت سیمان، استفاده از سوخت های جایگزین در صنعت سیمان و به کارگیری سوخت های ضایعاتی، استفاده از تایرهای مستعمل به عنوان سوخت جایگزین باید مدنظر سیاستگذاران کلان این صنعت قرار گیرد و واحدهای تولیدی برای رقابت با بازار جهانی و عقب نماندن از برنامه های توسعه ای به اصلاح مصرف انرژی اقدام کنند. در حال حاضر ۴۶ کارخانه سیمان در کشور فعالیت می کنند که قرار است تا پایان سال جاری ۳۵ میلیون تن سیمان تولید و تا ۵ سال آینده نیز میزان تولید این کالا دوبرابر شود. ظرفیت اسمی این تعداد کارخانه سیمان ۴۲ میلیون تن است. میزان مصرف سوخت کوره های قدیمی ۲ هزار کیلوکالری است و کوره های جدید نیز ۷۲۰ کیلوکالری انرژی مصرف می کنند. به گفته ابوالحسن پورخلیل دبیر انجمن کارفرمایان صنعت سیمان، اعتباری بالغ بر ۸۵۰ میلیارد تومان برای بهینه سازی مصرف سوخت و رعایت مسائل زیست محیطی، تخصیص داده شده است که از این میزان، ۶۰۰ میلیارد تومان برای رفع مشکلات زیست محیطی و اصلاح ساختار مصرف انرژی در کارخانجات تولید سیمان، هزینه شده است. در حال حاضر سیمان در کارخانه های خاش، خزر و شمال دماوند برای بهینه سازی مصرف سوخت تا ۵ ماه تولید نمی شود.

قابلیت ذخیره انرژی الکتریکی در صنعت سیمان

در حالی که میزان مصرف انرژی الکتریکی و حرارتی برای تولید هر کیلوگرم کلینکر، ۸۰ کیلووات ساعت و ۷۰۶ کیلوکالری در دنیا است این میزان در سال ۷۹ در ایران به ترتیب برابر با ۱۱۵۰ کیلووات ساعت و ۸۰۰ کیلوکالری برای تولید هر کیلوگرم کلینکر بوده است.کارشناسان این صنعت معتقدند که صنعت سیمان قابلیت دارد تا حدود ۳۰/۴ درصد مصرف انرژی الکتریکی و ۱۱/۸ درصد مصرف انرژی اجرای روش های مدیریت مصرف انرژی و افزایش کارآیی این صنعت امکان پذیر است.

نتیجه گیری و جمع‌بندی:

لذا به منظور جلوگیری از اتلاف های انرژی و با توجه به راهکارهای ارائه شده بهتر است:

www.SID.ir

Archive of SID

- تهیه پروفایل های حرارتی هر device با استفاده از دوربین‌های ترموویژن و رفع اتلاف‌های حرارتی با استفاده از عایق کاری یا راهکارهای مناسب با توجه به شرایط به وجود آمده
- استفاده از راهکارهای کاهش مصرف انرژی الکتریکی
- استفاده از سوخت های جایگزین (لاستیک فرسوده، خاکهای رنگبری، زباله، پسماند و .....)
- حتی الامکان استفاده از کوره های جدید با مصرف انرژی کمتر به جای کوره های قدیمی با مصرف انرژِی بالا

مراجع:

(1) Liu F, Ross M,Wang S. Energy efficiency of china's cement industry. Energy 1995;20(7):669-81
(2) Khurana S, Banerjee R, Gaitonde U. Energy balance and cogeneration for cement plant. Appl Them Eng 2002;22:485-94
(3) Pahuja A. Energy auditing and monitoring in the cement industry. Energy conservation and Environmental control in cement industry,vol.2,part 2,published by Academia Books in cement international, ISBN:81-85522-05-7,1996.P.670-94
(4) www.doe.ir
(5) www.laplas.blogfa.com
(6) www.sabainfo.ir

www.Kourehi.ir

www.SID.ir