

بهره وری انرژی در صنعت تولید آجر

تهیه کننده: بهاره فرهمندپور

رئیس بهینه سازی انرژی در بخش نیرو

چکیده:

صنعت آجر یکی از صنایع مهم و انرژی بر با قدمت نسبتاً طولانی در کشور بوده که با توجه به تغییرات روز افزون ساختار تکنولوژی از روشهای سنتی تا تکنولوژی‌های مدرن را در طیف وسیعی دربرمی‌گیرد. تعداد مشترکین گاز طبیعی صنعت آجر نزدیک به ۳۰۰۰ واحد تولیدی می‌باشد که مصارف کل گاز طبیعی این مشترکین در سال ۱۳۹۸ حدود ۳/۷ میلیارد متر مکعب در سال (نزدیک به نیمی از تولیدات یک فاز پارس جنوبی یا به عبارتی دیگر معادل نیمی از مصرف انرژی صنعت سیمان کشور) گزارش شده است. با توجه به این حجم مصرف گاز طبیعی تولیدات آجر کشور بالغ بر ۵۰ میلیون تن در سال برآورد می‌گردد و بیشترین سهم تولید آجر کشور مربوط به آجرهای فشاری می‌باشد که این خود گویایی پایین بودن کیفیت آجرهای تولیدی و همچنین بالا بودن میزان مصرف سوخت در این صنعت می‌باشد. در کارخانه‌های ایران در حالی از نسل اول کوره‌های تونلی، رولی، شاتل، خمراهی و... استفاده می‌شود که این کوره‌ها در کشورهای صنعتی یا منقرض شده اند یا با راهکارهای مدیریت انرژی راندمان آنها به شدت بهبود یافته است. در نتیجه با توجه به قدمت این صنعت و استفاده از روشهای سنتی تولید آجر در کشور، پتانسیل نگهداشت انرژی در این صنعت قابل ملاحظه است. چنانچه در صورت جایگزینی کلیه روشهای سنتی با روشهای نوین تولید آجر پتانسیل نگهداشت تا بیش از یک میلیارد متر مکعب در سال پیشبینی می‌گردد. در این مقاله بطور خیلی خلاصه به مرور فرآیندهای تولید، میزان مصرف انرژی و راهکارهای کلی مدیریت مصرف انرژی در صنعت آجر پرداخته شده است.

۱- مقدمه

صنعت آجر یکی از صنایع مهم با قدمت نسبتاً طولانی در کشور بوده که با توجه به تغییرات روز افزون ساختار تکنولوژی از روشهای سنتی تا تکنولوژی‌های مدرن را در طیف وسیعی دربرمی‌گیرد. تولید آجر به زبان ساده عبارت است از فرآیند اختلاط خاکهای معدنی (خاک رس، سنگ آهن، آهک، شن و ماسه و ...) به همراه آب (تولید گل) و بعد فرم دادن آن به شکل خشت و در نهایت پخت مواد که نتیجه آن تولید آجر خواهد بود.

ظرفیت تولید اسمی سالیانه واحدهای تولیدی آجر بیش از ۵۰ میلیون تن می‌باشد که البته بسیاری از واحدهای تولیدکننده در حال تولید نمی‌باشند. در حال حاضر مطابق با اطلاعات شرکت گاز رسانی نزدیک به ۳۰۰۰ واحد

تولیدی آجر مصرف کننده گاز طبیعی می باشند. استان خراسان رضوی با ۷۶۹ واحد تولیدی آجر بیشترین تعداد واحد تولید کننده آجر کشور را دارا است و پس از آن استانهای اصفهان و یزد بترتیب با حدود ۳۶۷ و ۲۷۹ واحد تولید کننده آجر در رده های بعدی قرار گرفته اند. البته مصرف گاز طبیعی صنعت آجر در استانهای اصفهان و یزد بیشتر از خراسان رضوی می باشد که نشاندهنده میزان تولیدات بیشتر در این استانها است.

بیشترین سهم تولید آجر کشور مربوط به آجرهای فشاری می باشد که این خود گویایی پایین بودن کیفیت آجرهای تولیدی و همچنین بالا بودن میزان مصرف سوخت در این صنعت می باشد.

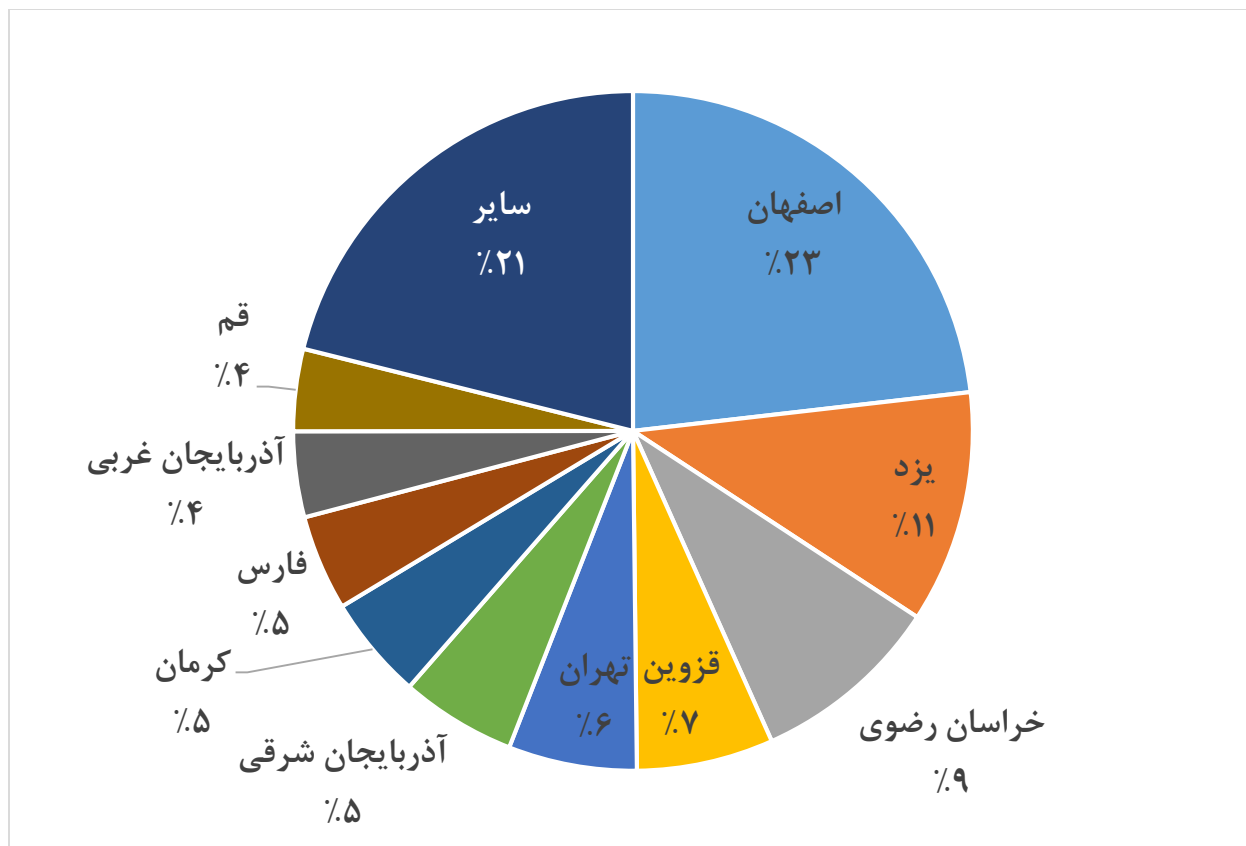
در کارخانههای ایران در حالی از نسل اول کورههای تونلی، رولی، شاتل، خمراهی و... استفاده می شود که این کورهها در کشورهای صنعتی یا منقرض شده اند یا با راهکارهای مدیریت انرژی راندمان آنها به شدت بهبود یافته است. به عنوان مثال کورههای هوفمن موجود در اغلب کارخانههای تولید آجر کشور بیش از دو برابر کورههای مدرن این صنعت انرژی مصرف کرده و مقدار ضایعات آنها نیز بیشتر است. این معضل باعث شده تا حتی در برخی از کشورهای پیشرفته این کورهها بیش از ۴۰ سال پیش از چرخه تولید خارج شوند.

۲- مصرف انرژی

گاز مصرفی در صنعت آجر کشور در سال ۱۳۹۸ حدود ۳/۷ میلیارد متر مکعب در سال می باشد که نسبت به سال ۱۳۹۷ حدود ۱۴/۶٪ رشد داشته است. بزرگترین واحد تولیدی آجر دارای مصرفی معادل ۲۲ میلیون متر مکعب در سال می باشد.

در شکل ۱ سهم استانهای مختلف کشور از مصرف گاز طبیعی صنعت آجر نمایش داده شده است.

- استان اصفهان با مصرف حدود ۸۶۵ میلیون متر مکعب گاز طبیعی در سال جهت تولید آجر بالاترین میزان کشور با سهم ۲۳٪ را به خود اختصاص داده است.
- استان یزد با مصرف حدود ۴۱۳ میلیون متر مکعب گاز طبیعی در سال جهت تولید آجر دومین استان مصرف کننده کشور با سهم ۱۱,۵٪ می باشد.
- استان خراسان رضوی با مصرف حدود ۳۳۹ میلیون متر مکعب گاز طبیعی در سال جهت تولید آجر سومین استان مصرف کننده کشور با سهم ۹,۴٪ می باشد.



شکل ۱: سهم استانها در مصرف گاز طبیعی در صنعت تولیدی آجر کشور

در کل ۱۳۹ واحد تولیدی آجر در کشور بالای ۵ میلیون متر مکعب در سال گاز مصرف می کنند و مطابق ماده ۲۴ قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی (شماره ۱۷۷۰) موظف به استقرار واحد مدیریت انرژی در واحد تولیدی خود هستند. در بین این واحدهای آجر تکنو در استان تهران ، آجر زنجان و شرکت آجر پی دژ در گلستان بزرگترین مصرف کنندگان گاز طبیعی کشور می باشند.

بزرگترین مصرف کننده گاز طبیعی در صنعت آجر، شرکت تولیدی تکنو آجر می باشد. این شرکت تولید کننده انواع آجر سفال نما (آجر سفید و آجر قرمز) آجر تیغه و بلوک با ظرفیتی بیش از ۲۰۰ میلیون قالب آجر در سال می باشد. از بخش های مختلف کارخانه تکنو آجر میتوان انبار آماده سازی خاک ، ماشین الات جدید ، کوره تونلی و آزمایشگاه کنترل کیفیت را نام برد.

۳- بهره وری انرژی در صنعت تولید آجر

استاندارد " معیار مصرف انرژی در فرآیندهای تولید آجر " به شماره ۷۹۶۵، نخستین بار در سال ۱۳۸۳ تدوین و در سال ۱۳۹۰ بازنگری شد و در سال ۱۳۹۷ اصلاحیه گرفت. فرآیندهای تولید آجر به شرح زیر در دامنه کاربرد این استاندارد قرار میگیرند:

- فرآیند تولید آجر فشاری
- فرآیند تولید آجر ماشینی شامل آجر نما و توکار مجوف، بلوک سقف و تیغه دیواری.

به طور کلی فرآیند تولید آجر ماشینی به چهار بخش به شرح زیر تقسیم بندی میشوند:

۱- آماده سازی گل :

مواد اولیه خاک از معدن به واحد همگن سازی منتقل شده و با آب مخلوط می شود. این فرایند با توجه به کیفیت و جنس خاک کارخانه در یک یا چند مرحله انجام می شود.

۲- شکل دهی

در این واحد، مواد اولیه که در واحد آسیاب مواد خام تهیه شده است، به وسیله اکسترودر و یا پرس خشک شکل دهی می شوند.

۳- کردن خشک

در این واحد، آجرهای شکل داده شده خشک می شود. این کار در خشک کن تونلی و یا اتاقکی انجام میشود.

۴- پخت

در این واحد، آجرهای خشک شده به وسیله کوره های تونلی، هوفمن پخته می شوند.

همچنین فرآیند تولید آجر فشاری به چهار بخش به شرح زیر تقسیم بندی میشوند:

۱- آماده سازی گل :

مواد اولیه خاک از معدن به واحد همگن سازی منتقل شده و با آب مخلوط می شود. در این نوع کارخانه عموماً در یک مرحله آماده سازی گل صورت میگیرد

۲- قالب گیری :

در این قسمت ، مواد اولیه که در واحد آسیاب مواد خام تهیه شده است، به وسیله قالبهای دستی و یا پرس شکلهی میشوند

۳- خشک کن:

خشکتهای ساخته در مرحله قبل بوسیله گرمای خورشید و در فضای باز خشک می شوند

۴- پخت

در این واحد، آجرهای خشک شده در هوای آزاد به وسیله کوره های فشاری پخته میشوند.

معیارهای مصرف انرژی استاندارد صنعت موجود تولید آجر کشور به شرح ذیل می باشد:

- برای فرآیند های تولید آجر فشاری ، معیار مصرف انرژی حرارتی بین ۲۲۰۰ تا ۲۴۰۰ مگاژول بر تن، معیار مصرف انرژی الکتریکی ۲۰ کیلووات ساعت بر تن و معیار کل انرژی بین ۲۴۲۰ تا ۲۶۲۰ مگاژول بر تن در نظر گرفته شده است.
- برای فرآیند های تولید آجر ماشینی بدون خشک کن ، معیار مصرف انرژی حرارتی بین ۲۸۰۰ تا ماکزیمم ۳۲۰۰ مگاژول بر تن، معیار مصرف انرژی الکتریکی برای کوره هوفمن ۳۵ و کوره تونلی ۴۸ کیلووات ساعت بر تن و معیار کل انرژی از ۳۱۸۰ تا ماکزیمم ۳۵۸۰ مگاژول بر تن در نظر گرفته شده است.
- برای فرآیند های تولید آجر ماشینی با خشک کن ، معیار مصرف انرژی حرارتی بین ۳۴۰۰ تا ماکزیمم ۳۷۰۰ مگاژول بر تن، معیار مصرف انرژی الکتریکی برای کوره هوفمن ۴۵ و کوره تونلی ۴۸ کیلووات ساعت بر تن و معیار کل انرژی از ۳۸۹۰ تا ماکزیمم ۴۲۲۰ مگاژول بر تن در نظر گرفته شده است.

همچنین معیارهای مصرف انرژی استاندارد واحدهای جدیدالاحداث تولید آجر کشور به شرح ذیل می باشد:

- برای فرآیند های تولید آجر ماشینی، معیار مصرف انرژی حرارتی بین ۱۹۰۰ تا ماکزیمم ۲۰۰۰ مگاژول بر تن، معیار مصرف انرژی الکتریکی ۴۸ کیلووات ساعت بر تن و معیار کل انرژی از ۲۴۲۰ تا ماکزیمم ۲۵۲۰ مگاژول بر تن در نظر گرفته شده است.

در واقع برای هر تن آجر، بین ۶۶ تا ۱۱۲ متر مکعب معادل گاز طبیعی سوخت مصرف می گردد که البته این میزان شامل سوخت مورد نیاز جهت تامین برق مصرفی واحدها می باشد. با توجه به مصرف ۳/۷ میلیارد متر مکعب گاز طبیعی در صنعت آجر و بدون در نظر گرفتن مصرف نفت کوره این صنعت، میزان تولیدات آجر بیش از ۵۰ میلیون تن در سال ۱۳۹۸ برآورد می گردد.

بر اساس نتایج گزارشات ممیزی انرژی به منظور نگهداشت انرژی در صنعت آجر راهکارهای زیر پیشنهاد می گردد:

راهکارهای کم هزینه و کوتاه مدت مدیریت مصرف انرژی در صنعت آجر

- استفاده از سوخت پاش های راندمان بالا در کوره های هوفمن با حدود ۲۰ درصد صرفه جویی
- بازیافت حرارت در کوره ها
- آموزش پرسنل
- استفاده از مشعل های با راندمان بالا

- بازیافت حرارت از کوره‌های هوفمن جهت استفاده در قسمت خشک کن راهکارهای پرهزینه و بلندمدت مدیریت مصرف انرژی در صنعت آجر
- جایگزینی ماشین‌آلات مدرن در خط تولید شامل تجهیزات، سنگ‌شکن، میکسر، اکسترودر.
- نصب خشک‌کن با راندمان بالاتر و کاهش ضایعات و مصرف انرژی کمتر.
- جایگزینی کوره تونلی بجای کوره هوفمن که دو تا سه برابر شدت مصرف انرژی را کاهش می‌دهد.
- استفاده از سیستم بسته‌بندی مدرن بمنظور کاهش ضایعات

مراجع:

- [۱] اطلاعات گاز طبیعی شرکت ملی گاز رسانی کشور
- [۲] تجدید نظر اول استاندارد معیار مصرف انرژی در فرآیند تولید آجر، سازمان ملی استاندارد، سال ۱۳۹۰