

مشعل و سیستم گازسوز کوره های دوار ذوب چدن

ایوب عادل کوهی^۱، حیدر حقیقی پور^۲، سارا ولی پور گیوی^۳
شرکت تولیدی و مهندسی شعله صنعت - شرکت نوین ستاره کاسپین
(info@sholehshinat.com)

چکیده

در حال حاضر کوره های دوار ذوب چدن در ایران از سوخت مایع (گازوئیل یا مازوت) به عنوان سوخت مصرفی استفاده می نمایند که شعله آنها احیائی و شدیداً تشعشعی می باشد. بزرگترین مشکل سوخت های مایع، افزایش آلاینده های زیست محیطی است که میزان آن در مقایسه با گاز طبیعی بسیار قابل ملاحظه است. در گذشته بدلیل پایین بودن قیمت گازوئیل و مازوت نسبت به گاز طبیعی، این صنایع تمایلی به گازسوز نمودن کوره های خود نداشتند ولی پس از اجرای طرح هدفمند کردن یارانه ها و افزایش قیمت گازوئیل و مازوت نسبت به گاز طبیعی، تولیدکنندگان علاقه بسیاری برای کاهش هزینه های تولید و به عبارتی گازسوز نمودن کوره های خود نشان داده اند. طرح حاضر نیز با هدف گازسوز نمودن کوره های دوار ذوب چدن، شامل دو بخش اصلی طراحی و ساخت مشعل گازسوز و بخش طراحی و اجرای سیستم سوخت رسانی مرتبط با آن بوده و قابل پیاده سازی در تمامی کارخانجات دارای کوره های دوار ذوب چدن می باشد و هم اکنون نیز نمونه ای از آن در شرکت نوین ستاره کاسپین بصورت کامل اجرا شده و موارد ارائه شده در این مقاله با همکاری این شرکت و برگرفته از نتایج بدست آمده از طرح پیاده سازی شده در شرکت مذکور می باشد. لازم به ذکر است اجرای این طرح منجر به کاهش هزینه ریالی سوخت مصرفی در حدود ۷۰٪، کاهش ۱۸ درصدی انرژی حرارتی مورد نیاز برای ذوب چدن، کاهش زمان ذوب دهی به مدت ۱۰ دقیقه و کاهش آلاینده های زیست محیطی گردیده است.

واژه های کلیدی: کوره دوار - ذوب چدن - مشعل - مصرف سوخت - انرژی حرارتی

۱- مقدمه

اقدامات انجام شده در قالب طرح حاضر را می توان در دو بخش عمده بیان نمود. بخش اول طراحی و ساخت مشعل گازسوز مورد نیاز برای کوره های دوار ذوب چدن و بخش دوم طراحی و اجرای سیستم سوخت رسانی مرتبط با آن می باشد. نکته حائز اهمیت در این طرح، پیاده سازی عملی و واقعی آن در صنعت است. چراکه این طرح در کارخانه شرکت نوین ستاره کاسپین که یکی از با سابقه ترین شرکت های تولید کننده انواع شیرآلات می باشد، به صورت کامل اجرا شده و از تاریخ ۱۳۹۰/۰۲/۱۵، حدود ۵ ماه است که مورد بهره برداری قرار گرفته است. در توضیحات ارائه شده در ادامه نیز سعی شده است تا مزایای اقدامات صورت گرفته جهت گازسوز نمودن کوره های دوار ذوب چدن با ارائه مستند نتایج کمی و کیفی بدست آمده از پیاده سازی این طرح در شرکت نوین ستاره کاسپین بیان شود.

۲- وضعیت موجود کوره های دوار ذوب چدن

کوره های ذوب چدن از سوخت مایع (گازوئیل یا مازوت) به عنوان سوخت مصرفی استفاده می نمایند. مشعل های گازوئیل سوز یا مازوت سوز مورد استفاده در کوره های دوار ذوب چدن، مشعل هایی "کارگاهی ساز" و از نوع Open Port

^۱ مدیرعامل، شرکت تولیدی و مهندسی شعله صنعت، info@sholehshinat.com

^۲ مدیر فنی، شرکت نوین ستاره کاسپین، h.haghighipour@gmail.com

^۳ مدیر تحقیق و توسعه، شرکت تولیدی و مهندسی شعله صنعت، saravalipour@gmail.com

هستند. در این نوع مشعل ها، اطراف مشعل در محل نصب کاملاً باز بوده و سری مشعل نیز تا حدی با بدنه کوره فاصله دارد. مشعل های مایع سوز بکار گرفته شده در این مورد دارای شعله مستقیم هستند، بدین معنا که شعله تنها به سمت جلو حرکت کرده و چرخشی ندارد. دو ویژگی اصلی شعله سوخت مایع در این مشعلها عبارتند از:

- شعله شدیداً تشعشعی است (این مورد از ویژگی های عمده شعله سوخت های مایع می باشد).
- شعله احیائی است. (مفهوم احیائی، مفهومی نسبی است و در اینجا به معنای آن است که میزان هوا، زیر شرایط استوکیومتری است).

ضعف عمده مشعل های مازوت سوز یا گازوئیل سوز استفاده شده در کوره های دوار ذوب چدن، کیفیت نامناسب احتراق در این مشعل ها است که عمدتاً ناشی از پودر شدن (atomizing) نامناسب سوخت بدلیل ساختار سنتی و نرسیدن درجه حرارت سوخت به درجه حرارت پودر شدگی و فشار هوای پودر کننده می باشد. در شکل های ۱ و ۲ نمونه ای از مشعل گازوئیل سوز و سر مشعل آن نشان داده شده است. همانطوریکه مشاهده می شود این مشعل ها از کیفیت ساخت مناسبی برخوردار نمی باشند و همین امر منجر به بروز مشکلاتی در کیفیت احتراق این مشعل ها می شود که در ادامه بیان خواهد شد.



شکل ۱: یک نمونه مشعل گازوئیل سوز مورد استفاده در کوره های دوار ذوب چدن



شکل ۲: سرمشعل بکار رفته در مشعلهای مایع سوز مورد استفاده در کوره های دوار ذوب چدن

بزرگترین مشکل سوختهای مایع نظیر گازوئیل و مازوت، افزایش آلایندگی های زیست محیطی می باشد که میزان این آلایندگی ها در مقایسه با گاز طبیعی مقدار قابل ملاحظه ای است. در گذشته با توجه به پایین بودن قیمت گازوئیل و مازوت نسبت به گاز طبیعی، این صنایع تمایلی به گاز سوز نمودن و تغییر سیستم سوخت رسانی خود نداشتند.

پس از اجرای قانون هدفمند کردن یارانه ها و افزایش قابل توجه قیمت گازوئیل و مازوت در مقایسه با گاز طبیعی، تولید کنندگان بر آن شدند که به منظور کاهش هزینه های تولید، اقدام به گازسوز نمودن کوره های خود نمایند. این امر نه تنها در

جهت رفع مشکل تولیدکنندگان بلکه برای کاهش میزان آلاینده های زیست محیطی نیز موثر خواهد بود. همچنین با اندکی تامل می توان دلایل بسیاری در مزایای گاز طبیعی نسبت به سوخت مایع ارائه داد که در زیر به برخی از آنها اشاره شده است:

- گاز طبیعی تمیزترین سوخت فسیلی بوده و در واقع آن را می توان پس از هیدروژن پاکیزه ترین سوخت جایگزین به حساب آورد. محتوای مواد آلاینده مثل گوگرد که در سوخت های مایع مانند مازوت به ۲٪ و حتی در مواردی به ۴٪ می رسد در مورد گاز طبیعی نزدیک به صفر است. بنابراین علیرغم آنکه کماکان مثل هر سوخت فسیلی دیگر حاصل احتراق آن گاز دی اکسید کربن نامطلوب برای محیط زیست می باشد، در مقایسه با آنها بسیار مقبول تر است. (البته میزان گاز دی اکسید کربن تولید شده توسط گاز طبیعی کمتر از موارد مشابه با سوخت های مایع است)

- احتراق گاز طبیعی در مقایسه با سوخت های مایع کامل تر است و بنابراین مقدار مونواکسیدکربن که گازی سمی است در گازهای حاصل از احتراق گاز طبیعی بسیار ناچیز است. از آنجا که گاز طبیعی تمیز می سوزد از خود مواد زائد مثل دوده و خاکستر و بخارات مسموم و نامطبوع بجا نمی گذارد.

- برای احتراق گاز طبیعی نیازی به استفاده از مواد و مکانیزم های کمکی برای پودر کردن نیست. در حالیکه برای سوخت های مایع در بسیاری از موارد بدلیل دست ساز بودن تجهیزات موردنیاز برای پودری کردن سوخت، احتراق از کیفیت مناسبی برخوردار نبوده و در بسیاری موارد نیز حتی با مراعات تمامی جوانب، با کمترین اهمال در تعمیر و نگهداری، ایجاد مشکلاتی مثل کک زدن، لجن ساختن و نازل بستن اتفاق می افتد. علاوه بر این مازوت برای سوزاندن مناسب نیاز به پیشگرم شدن دارد. برای حل این مسئله نیاز به فراهم نمودن پیش نیازهایی می باشد.

- معمولاً مشعل ها برای احتراق نیاز به مقادیری هوای اضافی دارند. مصرف هوای اضافی در مشعل های سوخت مایع معمولاً بیش از ۲۰٪ است، درحالیکه در مشعل های گاز طبیعی می تواند زیر ۵ درصد هم برسد. اهمیت این مسئله در تبدیل سوخت کوره های دوار ذوب چدن از آن روست که وجود اکسیژن اضافی در فرآیند ذوب چدن، مشکل ساز است. لازم به ذکر است که افزایش هوای اضافی باعث پایین آمدن دمای شعله نیز می شود.

- دامنه تنظیم (Turn down) مشعل های گازسوز بیشتر از مشعل های با سوخت مایع است. بنابراین کنترل دما در کوره های با سوخت گازی آسانتر است.

- گاز طبیعی برخلاف سوخت های مایع (و حتی گاز مایع) نیاز به تانک های ذخیره سازی ندارد، بنابراین علاوه بر حذف هزینه های نسبتاً بالا، از ایجاد خطرات آلودگی زیست محیطی ناشی از نشت مواد و همچنین آتش سوزی و غیره جلوگیری می شود.

- کاهش قابل ملاحظه هزینه سوخت برای گاز طبیعی

- با استفاده از گاز طبیعی می توان کیفیت مذاب را بخصوص با کاهش زمان ذوب دهی بهبود داد.

- کاهش سرباره (بدلیل سرعت زیاد سیال، در کوره گاز سوز شده بخش قابل ملاحظه ای از سرباره خود بخود به بیرون پرت می شود).

- افزایش عمر مفید کوره (بدلیل یکنواختی شعله گاز طبیعی و حذف ترکیبات گوگردی و اکسید وانادیم که موجب فرسایش بدنه کوره می گردند)

لازم به ذکر است در فرآیند گاز سوز نمودن کوره های دوار ذوب چدن، چند پارامتر به صورت مداوم رصد شده و مورد پایش و اندازه گیری قرار می گیرند تا با استفاده از تحلیل داده های بدست آمده برای هر یک از این پارامترها بتوان برآورد مناسبی از فعالیت های صورت گرفته، انجام داد. پارامترهای مذکور عبارتند از:

- انرژی موردنیاز برای ذوب چدن

- کیفیت مذاب

- میزان مصرف سوخت

- سرعت ذوب دهی

۳- مشکلات موجود در فرآیند گازسوز نمودن کوره های دوار ذوب چدن

در گازسوز کردن کوره های ذوب چدن دو مشکل عمده وجود دارد:

۱. همانطور که در بخش قبل نیز بیان شد، شعله مازوت و گازوئیل مشعل های کوره های دوار ذوب چدن، شعله ای مستقیم است که بخش اعظمی از انرژی را از طریق تشعشع به کوره می دهد. به طور کلی شعله سوخت مایع، ۶۵٪ از انرژی حرارتی را از طریق تشعشع به محفظه احتراق انتقال می دهد در حالی که شعله گاز طبیعی تشعشعی نبوده و تنها ۳۰٪ از انرژی حرارتی را منتقل می کند.
۲. درجه حرارت شعله گاز طبیعی نسبت به سوخت مایع حدود ۱۷۰ درجه سانتیگراد کمتر است.

۳-۱- تشعشعی نبودن شعله گاز طبیعی

به منظور رفع این مشکل، شرکت شعله صنعت مشعل را به گونه ای طراحی کرده است که شعله آن واگرا شود. بدین ترتیب با کم کردن فاصله شعله تا دیواره، میزان انتقال حرارت به روش تشعشعی افزایش می یابد. برای جذب هر چه بیشتر انرژی حرارتی شعله، سعی شده است تا با استفاده از شعله چرخشی، ماندگاری شعله بدلیل چرخش در داخل کوره افزایش یافته و به این ترتیب محصولات احتراق نیز مدت زمان بیشتری در داخل کوره خواهند بود و در نتیجه میزان انتقال حرارت به روش جابجایی افزایش می یابد.

۳-۲- پایین بودن درجه حرارت شعله

به منظور رفع این مشکل، دو اقدام اساسی به شرح زیر صورت گرفته است:

- در طراحی سرمشعل که با دقت بسیار صورت گرفته سعی شده است که شعله ای ایجاد شود که تا حدی پیش مخلوط بوده و با کمترین میزان هوای اضافی احتراق نسبتاً کامل را داشته باشد تا از این طریق بتوان درجه حرارت شعله را بالا برد.
 - از محصولات احتراق در حال خروج از کوره که دمای بالاتر از ۱۳۰۰ درجه سانتیگراد دارد، استفاده شده و هوای ورودی پیشگرم می شود تا بتوان درجه حرارت شعله را به میزان بیشتری افزایش داد. در این روش علاوه بر افزایش درجه حرارت شعله، بخشی از انرژی حرارتی در حال خروج از کوره نیز از طریق پیشگرم هوا بازیابی می شود.
- در کشورهای صاحب تکنولوژی توانسته اند با نصب رکوپراتور در مسیر خروجی محصولات کوره های دوار ذوب چدن، هوا را تا ۵۰۰ درجه سانتیگراد پیشگرم کنند. در پروژه انجام شده توسط شرکت تولیدی و مهندسی شعله صنعت در کارخانه نوین ستاره کاسپین با ساخت اولین رکوپراتور، هوا تا ۲۲۰ درجه سانتیگراد پیشگرم شد و با برخی تغییرات جزئی در طراحی رکوپراتور ساخته شده، درجه حرارت هوای مشعل به ۳۶۰ درجه سانتیگراد نیز رسید. (در صورت عایق کردن رکوپراتور و لوله هوای برگشتی از رکوپراتور به مشعل، به راحتی می توان این دما را به ۴۰۰ درجه سانتیگراد رساند)
- در شکل ۳ مشعل و سیستم سوخت رسانی طراحی و اجرا شده توسط شرکت تولیدی و مهندسی شعله صنعت بر روی کوره دوار ذوب چدن شرکت نوین ستاره کاسپین نشان داده شده است.



شکل ۳- سیستم سوخت رسانی طراحی و اجرا شده توسط شرکت شعله صنعت برای گازسوز کردن یک کوره دوار ذوب چدن ۵۰۰ کیلوگی در شرکت نوین ستاره کاسپین

۳-۳- نتایج اولیه حاصل از اجرای طرح در شرکت نوین ستاره کاسپین

پس از آماده کردن سیستم گازرسانی اولیه و ساخت مشعل برای کوره ۵۰۰ کیلوگی، آزمایش بر روی کوره (بدون تغییر در ساختار آن) انجام شد. نتایج اولیه حاصل از تست مشعل و سیستم سوخت رسانی طراحی شده، شرایط زیر را نشان می داد:

- فشار گاز در ورودی به مشعل 300 mbar (حدود 4.4 psi)
- زمان ذوب دهی یکسان با زمان ذوب دهی گازوئیل
- کیفیت مذاب یکسان (کیفیت مذاب بدست آمده مساوی مذاب بدست آمده از گازوئیل بود).
- درجه حرارت مذاب حدود ۳۰ درجه سانتیگراد کمتر از درجه حرارت در هنگام کار با گازوئیل بود ولی با این حال سرعت ذوب دهی و کیفیت مذاب تغییر نکرده بود.

در ادامه و به منظور بهبود نتایج حاصل از گازسوز نمودن کوره دوار ذوب چدن، اقدامات تکمیلی بر روی مشعل، کوره و سیستم سوخت رسانی انجام گردید که نتایج قابل توجهی بدست آمد. در ادامه تغییرات و نتایج حاصل از آن بررسی می شود.

۴- نتایج نهایی فرآیند گازسوز نمودن کوره های دوار ذوب چدن

۴-۱- تغییر فشار گاز ورودی به مشعل از 4.4 psi به 2 psi

از مزایای طرح ارائه شده از سوی شرکت تولیدی و مهندسی شعله صنعت، امکان کار کردن مشعل و سیستم سوخت رسانی با فشار گاز ورودی برابر با 2 psi می باشد. این نکته از این جهت قابل توجه است که فشار گاز تحویلی به اکثر صنایع ریخته گری، 2 psi می باشد. در حال حاضر بسیاری از واحدهای کوچک ریخته گری، توان خرید ایستگاه گاز را ندارند و گاز بسیاری از آنها باید از طریق علمک تأمین شود و البته از طریق علمک، حداکثر فشار گاز 135mbar (2psi) خواهد بود. گاز با فشار 2 psi به راحتی و تنها با یک علمک شرکت گاز مشابه علمک های خانگی و با هزینه فوق العاده کمی قابل تأمین است. لازم به ذکر است همانطور که گفته شد، در آزمایش های اولیه، فشار گاز ورودی حدود 4.4 psi بود که با تغییرات انجام شده بر روی مشعل، امکان کار با فشار گاز 2 psi نیز فراهم شد.

۴-۲- افزایش درجه حرارت کوره

همانطور که در بالا عنوان شد، در آزمایش های اولیه مذاب از کیفیت مطلوبی برخوردار بود ولی دمای مذاب به میزان ۳۰ درجه سانتیگراد پایینتر بود. بنابراین از طریق تغییر مشعل به سمت مشعل پیش مخلوط نسبی و با استفاده از قرار دادن رکوپراتور در محل خروجی محصولات احتراق، دمای شعله حدود ۸۰ درجه سانتیگراد افزایش یافت که موجب کاهش زمان ذوب دهی نیز گردید. براساس آزمایشات انجام شده و نتایج بدست آمده، این شرکت توانست علاوه بر جبران کاهش درجه حرارت (حتی با فشار گاز ورودی 70mbar به مشعل)، مذاب مناسب را نیز در مدت زمان دلخواه بدست آورد.

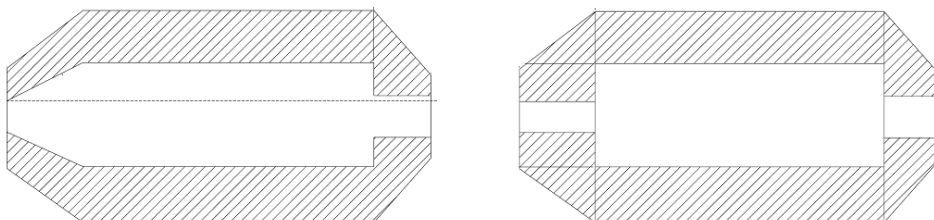


شکل ۴- استفاده از رکوپراتور در بخش انتهایی کوره

۴-۳- کاهش صدای مشعل

به واسطه تغییرات انجام شده، صدای مشعل گازسوز تا حدی بیشتر از صدای مشعل گازوئیل سوز شد (البته به واسطه احتراق سریع و شبیه به پیش مخلوط بودن شعله، بالا بودن صدای شعله نسبت به شعله مشعل با سوخت مایع تا حدی طبیعی است). علاوه بر این باید به این نکته نیز توجه داشت که بافت کوره های دوار ذوب چدن در ایران به گونه ای سازگار با سوخت مایع (گازوئیل یا مازوت) طراحی و ساخته شده است. بنابراین با تبدیل سوخت این کوره ها به گاز طبیعی، به دلایل مختلف از جمله واگرا بودن شعله و همچنین چرخشی بودن آن، صدای شعله بیشتر می شود.

برای کاهش صدا، همانطور که در شکل ۵ دیده می شود، تغییراتی در ورودی شعله برای ایجاد فضا جهت شعله واگرا انجام شده است. این تغییر بسیار موثر بوده و صدای شعله را به میزان قابل توجهی کاهش داده است. ضمن اینکه قطر داخلی زانوئی هدایت کننده محصولات احتراق قدری بزرگتر شده تا محصولات احتراق به راحتی و بیشتر از قبل وارد رکوپراتور شود و به این ترتیب هوا نیز بیشتر گرم شد. بدون شک با تغییراتی بیشتر (از جمله بر روی خروجی کوره) که تا حدی با سعی و خطا همراه خواهد بود، میتوان باز هم صدای شعله را کاهش داده و شرایط بهتری را نیز برای چرخش سیال به وجود آورد.



(ب) بعد از اعمال تغییرات

(الف) قبل از اعمال تغییرات

شکل ۵- برشی از یک کوره دوار ذوب چدن

۴-۴- بهبود کیفیت مذاب

براساس آنالیز شمش چدن داکتیل^۱ (جدول ۱) و آنالیز مذاب بدست آمده از کوره های گازوئیل سوز (جدول ۲) و گازسوز (جدول ۳)، آنالیز عناصر موجود به صورت زیر اندازه گیری شده است.

جدول ۱- آنالیز شمش چدن داکتیل از یک بوته

Fe	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al
94.1	4.23	1.08	0.31	0.011	0.02	0.049	0.001	0.039	0.002
Bi	Co	Cu	Nb	Pb	Sn	Ti	V	W	Mg
0	0	0.074	0	0	0	0.012	0	00.001	0.002

جدول ۲- آنالیز ذوب شمش با کوره دوار گازوئیل سوز با اضافه کردن 5 Kg سیلیس (دمای ذوب ریزی 1350°C)

Fe	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al
94.5621	3.63306	1.404	0.13673	0.01842	0.02194	0.03312	0.00349	0.04071	0.01034
Bi	Co	Cu	Nb	Pb	Sn	Ti	V	W	Mg
0.00158	0.00673	0.07094	0.00087	0.00241	0.01252	0.01252	0.00244	0.00148	0.02839

جدول ۳- آنالیز ذوب شمش با کوره دوار گاز سوز با اضافه کردن 5 Kg سیلیس (دمای ذوب ریزی 1350°C)

Fe	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al
93.807	3.55845	2.07813	0.25573	0.01926	0.01451	0.04068	0.00335	0.03992	0.01348
Bi	Co	Cu	Nb	Pb	Sn	Ti	V	W	Mg
0.00161	0.00645	0.00346	0.00117	0.00317	0.01356	0.01131	0.00346	0.00079	0.0484

تفاوت هایی که در آنالیز نمونه اول نسبت به آنالیز دوم و سوم دیده می شود، نشان دهنده کاهش بسیار کم عنصر کربن (C) در هر دو آنالیز دوم و سوم و حفظ میزان سیلیس (Si) است. همچنین در نمونه با سوخت گاز می توان دید که سیلیس نسبت به ذوب با سوخت گازوئیل به میزان بیشتری حفظ شده است و درصد سوختن کربن نیز در هر دو مورد تقریباً یکسان می باشد. بنابراین با توجه به نتایج حاصل از آنالیزهای موجود از نظر کیفیت ذوب، نه تنها با گازسوز نمودن کوره، کیفیت مذاب نسبت به گازوئیل افت نکرده است، بلکه از لحاظ جذب عناصر کوره از وضعیت بهتری نیز برخوردار می باشد.

۴-۵- کاهش انرژی حرارتی و مدت زمان ذوب دهی

از دیگر تاثیرات بکارگیری مشعل جدید طراحی و ساخته شده در شرکت تولیدی و مهندسی شعله صنعت (شکل ۶)، امکان کاهش میزان انرژی حرارتی ورودی نسبت به مشعل قبلی است. میزان انرژی حرارتی مشعل نصب شده در کوره دوار ذوب چدن بوده می باشد. بدلیل دست ساز بودن مشعلهای فعلی اکثر کارخانجات ریخته گری چدن، این مشعل ها از کیفیت احتراق مناسب برخوردار نبوده و موجب افزایش آلاینده های زیست محیطی و بالا بودن مصرف سوخت می گردد.

^۱ چدن مورد استفاده در کوره شرکت نوین ستاره کاسپین از نوع چدن داکتیل است.



شکل ۶- مشعل طراحی شده در شرکت شعله صنعت برای کوره دوار ذوب چدن

در کوره های دوار ذوب چدن، بخش قابل ملاحظه ای از انرژی حرارتی از طریق محصولات احتراق که دمایی حدود ۱۳۰۰ درجه سانتیگراد دارند، از کوره خارج می شوند. چنانچه مبدل مناسبی در خروجی کوره نصب گردد (رکوپراتور) تا بتوان در این مبدل هوای احتراق را گرم نمود، می توان بخش قابل ملاحظه ای از انرژی حرارتی را به کوره برگرداند یا به عبارت دیگر در اتلاف آن صرفه جویی نمود.

بنابراین با توجه به شناخت کلی شرکت شعله صنعت از رکوپراتور، این شرکت اقدام به طراحی و ساخت یک دستگاه رکوپراتور برای کوره مورد آزمایش نمود. با نصب رکوپراتور در مرحله اول، هوای احتراق تا ۲۲۰ درجه سانتیگراد پیشگرم شد و در نتیجه با پیشگرم هوای احتراق، درجه حرارت شعله بالاتر رفته و سرعت ذوب دهی نیز افزایش یافت. با اعمال برخی تغییرات بر روی رکوپراتور که با همکاری شرکت نوین ستاره کاسپین صورت گرفت، درجه حرارت هوای پیشگرم تا ۳۶۰ درجه سانتیگراد افزایش یافت. در صورت عایق کردن رکوپراتور و مسیر هوای خروجی از رکوپراتور به مشعل، به راحتی می توان درجه حرارت هوای پیشگرم را تا ۴۰۰ درجه سانتیگراد افزایش داد.

سرعت ذوب دهی برای کوره گازسوز بدون رکوپراتور نتایجی برابر با کوره گازوئیل سوز را نشان می دهد، حال آنکه با نصب رکوپراتور و با پیشگرم نمودن هوای احتراق تا ۳۶۰ درجه سانتیگراد و تغییرات در سر مشعل، مدت زمان ذوب دهی از یک ساعت (۶۰ دقیقه) به ۵۰ دقیقه کاهش یافته است.

در جدول (۴) میزان تاثیر استفاده از مشعل تولیدی شرکت شعله صنعت و همچنین گاز سوز نمودن سیستم قبلی بر روی پارامترهای مختلف شامل میزان مصرف سوخت، میزان انرژی حرارتی و زمان ذوب دهی نشان داده شده است.

جدول ۴- نتایج عددی حاصل از گازسوز نمودن کوره دوار ذوب چدن

نوع سوخت	میزان مصرف سوخت برای هر نوبت ذوب دهی	حرارت ورودی برای هر ذوب (Kcal)	زمان ذوب دهی (دقیقه)
گازوئیل	۱۷۰ لیتر	۱.۴۴۵.۰۰۰	۶۰
گاز	۱۴۲ مترمکعب	۱.۱۷۸.۶۰۰	۵۰*

* با استفاده از رکوپراتور و هوای پیشگرم

با توجه به نتایج فوق، طراحی مشعل و سیستم سوخت رسانی برای کوره دوار ذوب چدن، منجر به کاهش ۱۸ درصدی انرژی حرارتی و ۱۰ دقیقه کاهش زمان ذوب دهی (۱۷٪ کاهش زمان ذوب دهی) گردیده است.

۴-۶- کاهش هزینه ریالی سوخت مصرفی

یکی از اهداف اصلی طرح حاضر، کاهش هزینه‌های تولید به واسطه کاهش هزینه سوخت مصرفی است. آنچه مسلم است از نظر اقتصادی با توجه به پیاده‌سازی طرح هدفمند کردن یارانه‌ها، قیمت انرژی برای مصرف کننده گاز طبیعی بسیار کمتر خواهد بود چراکه در حال حاضر قیمت هر لیتر گازوئیل ۳۵۰۰ ریال، هر لیتر مازوت ۲۰۰۰ ریال (بدون در نظر گرفتن هزینه حمل) و قیمت هر متر مکعب گاز ۶۸۰ ریال می‌باشد. (این مقایسه زمانی اهمیت پیدا می‌کند که بدانیم از نظر انرژی حرارتی آزاد شده، یک متر مکعب گاز طبیعی با در نظر گرفتن کیفیت بهتر احتراق تقریباً مساوی یک لیتر گازوئیل و مازوت است.) در جدول (۵) میزان کاهش هزینه های ریالی ناشی از تغییر سوخت از سوخت مایع به گاز طبیعی در یک کوره دوار ۵۰۰ کیلوگرمی ذوب چدن آورده شده است.

جدول ۵- میزان کاهش هزینه های ریالی حاصل از گازسوز نمودن کوره دوار ذوب چدن

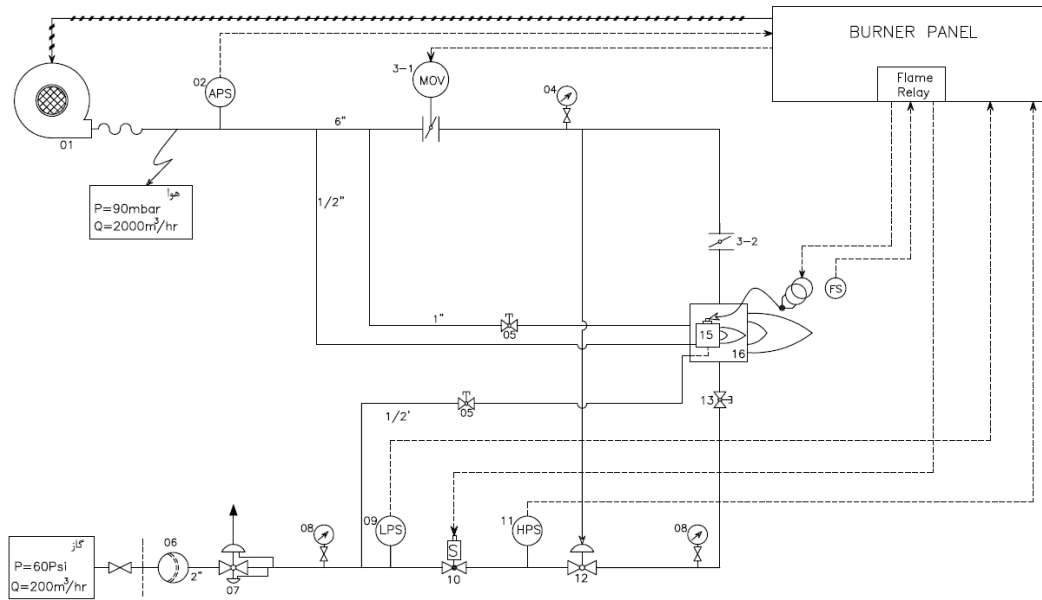
نوع سوخت	میزان مصرف سوخت برای هر نوبت ذوب‌دهی	هزینه سوخت (مصرفی ریالی)
گازوئیل	۱۷۰ لیتر	۵۹۵.۰۰۰ ^(۱)
گاز طبیعی	۱۴۲ مترمکعب	۹۶.۵۶۰ ^(۲)

(۱) با احتساب گازوئیل هر لیتر ۳۵۰۰ ریال

(۲) با احتساب گاز طبیعی هر متر مکعب ۶۸۰ ریال

با استفاده از نتایج بدست آمده می‌توان به راحتی دریافت که با گازسوز نمودن یک کوره دوار ذوب چدن، هزینه ریالی سوخت مصرفی در حدود ۸۴٪ کاهش یافته است. حتی با فرض اینکه ۷۰٪ از گازوئیل مصرفی در کوره‌ها به صورت بارانه‌ای (هر لیتر ۱۵۰۰ ریال) و مابقی هر لیتر ۳۵۰۰ ریال محاسبه شود، میزان کاهش هزینه ریالی سوخت مصرفی در حدود ۷۳٪ خواهد بود که باز هم رقمی بسیار قابل توجه است. البته گازسوز نمودن کوره‌ها نیازمند صرف هزینه‌ای به‌عنوان سرمایه‌گذاری اولیه می‌باشد که این سرمایه‌گذاری نیز با توجه به کاهش قابل ملاحظه هزینه سوخت، حداکثر در شش ماه کاری قابل جبران است.

۵- سیستم سوخت رسانی کوره دوار ذوب چدن



شکل ۷- سیستم سوخت رسانی کوره گازسوز دوار ذوب چدن

۶- نتیجه گیری

با توجه نتایج کمی و کیفی ارائه شده در این مقاله و بدلیل همراستا بودن نتایج حاصل از این طرح با اهداف کلان کشور از جمله کاهش مصرف سوخت و کاهش آلاینده های زیست محیطی، لذا می توان گفت که این طرح از جذابیت بسیاری در بین صنایع ریخته گری برخوردار خواهد بود. نتایج حاصل از این طرح را به صورت خلاصه می توان به صورت زیر بیان نمود:

- کاهش هزینه ریالی سوخت مصرفی حدود ۷۰٪
- کاهش انرژی حرارتی موردنیاز برای ذوب چدن به میزان ۱۸٪
- کاهش زمان ذوب دهی به مدت ۱۰ دقیقه (۱۷٪)
- کاهش آلاینده های زیست محیطی به واسطه جایگزینی سوخت گازوئیل با گاز طبیعی

مراجع

1. Charles E. Baukal, "Industrial burners handbook", 2003

۲. بایگانی فنی شرکت تولیدی و مهندسی شعله صنعت

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.