(۲)

اولین کوره قوس الکتریکی کوانتوم جهان[۲]

چکیده

معرفی کوره EAF کوانتوم (EAF Quantum) توسط شرکت پریمتالز تکنولوجیز نقطه عطف مهمی در زمینه فولادسازی الکتریکی طی ۱۵ سال گذشته است. در این فرآیند از گرمای نهان و شیمیایی گازهای خروجی ایجادشده در طی فرآیند ذوب کردن در EAF برای پیشگرمایش قراضه در یک ستون یکپارچه شده [با کوره] قبل از ذوب کردن قراضه در قلب کوره استفاده می‌شود. EAF کوانتوم پریمتالز با ترکیب تکنولوژی‌های اثبات شده خود، فرآیند تقریباً پیوسته‌ای را فراهم می‌سازد، زمان بیکاری را کاهش داده و آماده بکاری برای تولید را افزایش می‌دهد. مزایای اساسی آن در این مقاله نشان داده خواهد شد.

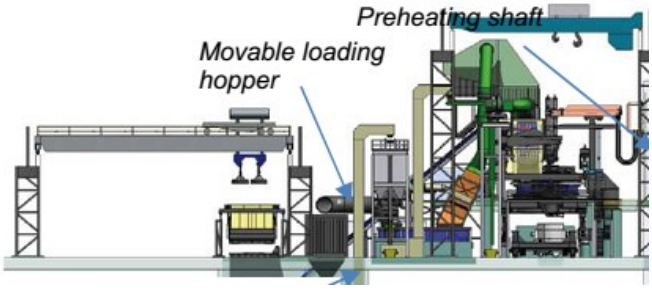
۱. مقدمه

در سال‌های گذشته، بهره وری تمرکز اصلی صنعت فولاد بوده است زیرا بازار در حال رونق و تولیدکنندگان فولاد نیز بازده–گرا بودند. اما اوضاع تغییر کرد و رکود بازار صنعت را مجبور کرد که روی کارایی تجهیزات کار کند و تولیدکنندگان فولاد هزینه–گرا شوند.

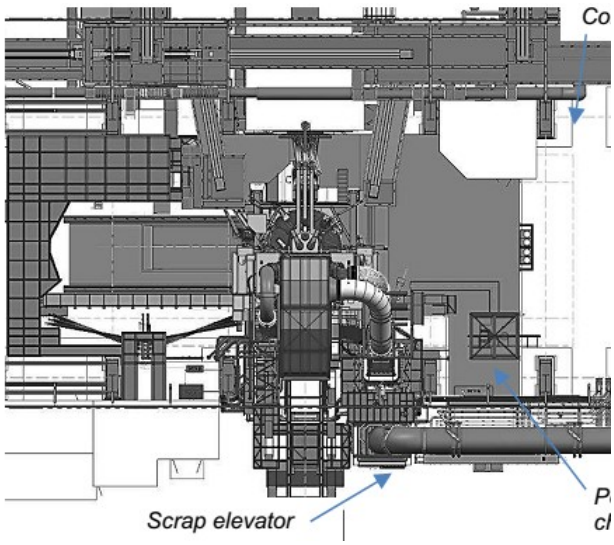
بعلاوه، کشورهای بیشتر و بیشتری در سراسر جهان در حال اجرای قوانین و مقررات جدیدی نه تنها در مورد بازدهی انرژی و انتشار CO_2 بلکه همچنین در مورد انتشار گازهای خروجی خطرناک هستند. روش درست پریمتالز تکنولوجیز کوره EAF کوانتوم است.

۲ مفهوم اساسی کوره "EAF کوانتوم"

ستون پیشگرمایش کوره کوانتوم توسط یک ظرف قراضه کج شونده [برای تخلیه] که روی بالابر سوار شده است با قراضه بارگیری می‌شود. ظرف قراضه خود توسط دو قیف بارگیری متحرک بارگیری می‌گردد. شارژ کردن قراضه می تواند به طور خودکار انجام گیرد. قراضه پیشگرمایش شده در چند دسته به داخل وان (حمام) فولاد مذاب شارژ می‌شود. قراضه توسط انرژی برق و تزریق اکسیژن از طریق دو لانس بالا ذوب می‌شود. شارژ قراضه و همچنین فرآیند کلی به طور خودکار انجام می‌شوند. پوسته کوره می‌تواند برای تخلیه و سرباره‌گیری با چهار سیلندر کج شود در عین حالی که سقف و ستون ثابت است هستند. کمک ذوب‌ها و آلیاژها را می‌توان در طی تخلیه از طریق سقف و به پاتیل اضافه کرد.



شکل ۱. نمای کلی از سمت تخلیه.



شکل ۲. جانمائی از منظر بالا.

[2]-WORLD'S FIRST EAF QUANTUM, Technical contribution to the 46º Seminário de Aciaria – Internacional, part of the ABM Week, August 17th-21st, 2015, Rio de Janeiro, RJ, Brazil.

گاز خروجی از کوره و دودهای ایجاد شده هنگام شارژ ستون گرفته شده و در سیستم پس‌سوزی گرم می‌شود تا ترکیبات آلی فرار (VOC) و همچنین CO کاهش یابد. دودهای ثانویه توسط کلاهک (کانوپی) زیر سقف کارگاه ذوب گرفته می‌شوند.

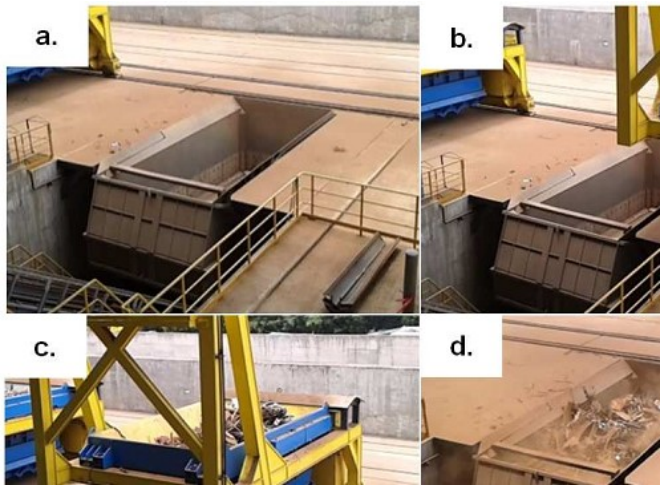
۳ جابجائی بسیار کارآمد قراضه

شکل ۳. بارگذاری قیف در محوطه قراضه.

سیستم جدید بالابر شارژ همراه با ظرف انتقال قراضه از ایستگاه تخلیه به داخل کوره، لجستیک شارژ کردن تعریف شده و انعطاف‌پذیری را ایجاد می‌کند. جرثقیل و سبد برای شارژ قراضه لازم نیست. تمام مراحل فرآیند شارژ قراضه کاملاً خودکار است.

در انبار قراضه دو قیف متحرک مستقیماً از انبار قراضه، کامیون‌ها یا واگن‌های ریلی با قراضه بارگیری می‌شوند. هنگامی که یکی از قیف‌ها مطابق مشخصات قراضه ارسال شده توسط سطح ۲ اتوماسیون پر می‌شود، راننده جرثقیل قیف را آزاد می‌کند که سپس بطور خودکار به سمت موقعیت انتظار نزدیک به سیستم بالابر می‌رود.

هنگامی که سیستم بالابر آماده باشد، روش کاملاً خودکار پر کردن مجدد ظرف شروع می‌شود. قیف در بالای ظرف قرار می‌گیرد و قراضه را درون آن تخلیه می کند. این روش بارگیری بسیار سریع و قابل‌اعتماد است. یک بارگیری مجدد در کمتر از ۱ دقیقه انجام می‌شود.



شکل ۴. ایستگاه بارگیری میانی.

بلافاصله پس از اتمام بارگیری ظرف، قیف به موقعیت انتظار برگشته و ظرف قراضه پر شده توسط بالابر شیبدار به بالای ستون پیشگرمایش قراضه برده شده و در آنجا منتظر بارگیری ستون می‌ماند. سیستم وینچ بالابر به دلایل ایمنی به دو طناب اضافی مجهز شده است. سرعت حرکت ۰٫۵m/sec سیستم بالابر به مدت زمان کامل چرخه شارژ (بالا رفتن ظرف قراضه به سمت موقعیت شارژ کردن، باز شدن ستون و شارژ قراضه، پایین آمدن ظرف به سمت موقعیت بارگیری) حدود ۵ دقیقه منتج می‌شود.

شکل ۵. باران فولاد در زیر زبانه ها.

۴ سیستم پیشگرمایش بازطراحی شده

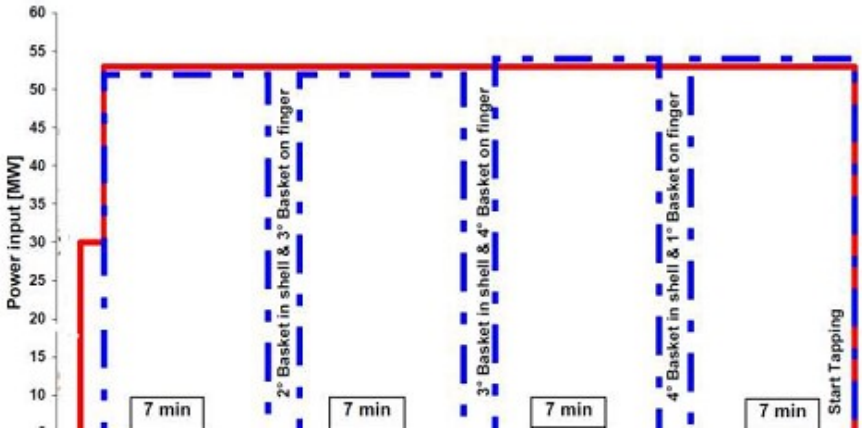
بازیابی کارآمد انرژی به دلیل پیشگرمایش ۱۰۰ درصد قراضه، پایه مصرف انرژی کمتر از ۳۰۰ kWh/t است. این امر توسط طرح ذوزنقه‌ای شکل ستون در ترکیب با یک سیستم نگهدارنده طراحی مجدد شده محقق می‌شود که به توزیع بهتر قراضه و بهبود مسیر گاز خروجی برای انتقال حرارت بهینه، جلوگیری از چسبیدن و انسداد قراضه داخل ستون منتج می‌گردد.

پس از گرم شدن قراضه، زبانه‌ها (fingers) برای شارژ کردن با بیرون کشیدن زبانه‌ها از دیواره‌های جانبی ستون، باز می‌شوند. بخاطر مکانیزم جدید باز کردن و حجم زیاد پوسته "نعل اسبی"، قراضه پیشگرم شده در پاشنه مذاب بزرگی بارگیری می‌شود و بلافاصله پس از آن می‌توان زبانه‌ها را برای بارگذاری و پیشگرمایش دسته بعدی قراضه بست. سیستم کامل زبانه به منظور جلوگیری از اعمال نیروهای ناشی از بارگیری قراضه به سمت قسمت‌های خنک‌شونده با آب، بر روی یک سازه سقف/ستون محکم ثابت قرار می‌گیرد، بنابراین از خطر نشت آب جلوگیری می‌کند.

تجربه عملیاتی نشان می‌دهد که سیستم زبانه قابل‌اعتماد است و هیچ چسبیدن قراضه به زبانه‌ها مشاهده نشده است. سیستم جدید زبانه‌ها امکان تعمیر و نگهداری آسان از بیرون ستون را نیز فراهم می‌کند.

۵ عملیات حمام تخت خالص و تخلیه FAST

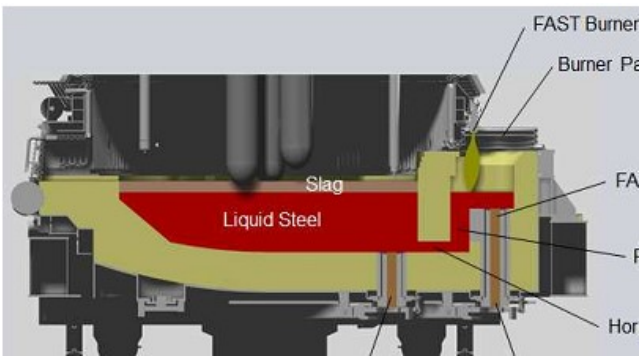
ذوب کردن قراضه در پاشنه مذاب بزرگ به عملیات حمام تخت خالص با کمترین فلیکر منتج می‌شود و از بازدهی پیشگرمایش پشتیبانی می‌کند. این کوره جدید در ترکیب با سیستم پیشرفته تخلیه بدون سرباره کوره، امکان شارژ کردن، تخلیه و پر کردن مجدد مجرای تخلیه تحت پاور–آن را فراهم می‌کند و بالاترین بهره‌وری با کمترین زمان ذوب تا ذوب منتج می‌شود. انتقال حرارت از پاشنه مذاب به قراضه پیشگرم شده و همگن‌سازی حمام توسط سیستم همزنی از کف کوره با آرگون بهبود می‌یابد. با توان الکتریکی نصب شده بسیار کمتر از یک کوره معمولی، عملیات کوره *کوانتوم* نه تنها بهره‌وری بلکه ایجاد فلیکر در شبکه-های برق مربوطه در کشور را که در صورت ضعف شبکه بالاترین اهمیت را دارد نیز بهبود می‌بخشد.



شکل ۶. نمودار عملیات ذوب کردن با ۴ سبد.

نمودار ذوب کردن برای فرآیند چهار سبدی [دسته‌ای] در **شکل ۶** مشاهده می‌شود.

شرکت پرایمتالز تکنولوجیز سیستم پیشرفته تخلیه بدون سرباره کوره (FAST) را در سال ۱۹۹۹ با همکاری شرکت Buderus Edelstahl GmbH توسعه داده است (**شکل ۷**) که از آن زمان به بعد با موفقیت در حال کار است. سیستم FAST امکان استفاده کارآمدتر از مواد آلیاژی را فراهم نموده و گوگردزدایی را بهبود می‌بخشد، که به نوبه خود کیفیت فولاد را ارتقاء می‌دهد. با تخلیه بدون سرباره، فولاد مذاب خالص‌تر است و تلفات قابل‌توجه کمتری در مواد آلیاژی که باید جبران شود وجود دارد. این بازدهی مواد آلیاژی مورد استفاده را افزایش می‌دهد.

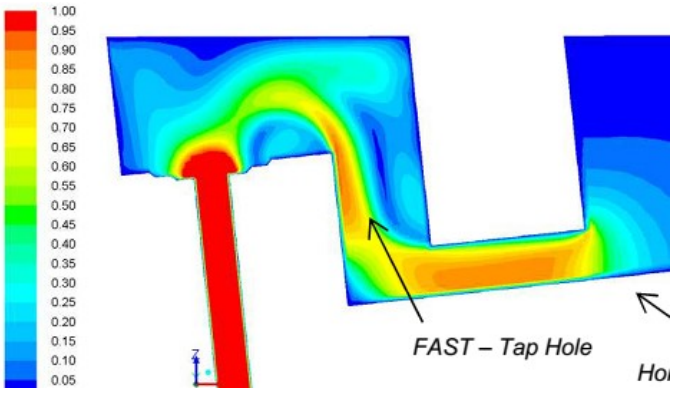


شکل ۷. اصول کار سیستم FAST

در عملیات ذوب کردن و تخلیه، کانال افقی FAST توسط پاشنه مذاب در EAF بسته می شود. این اطمینان می‌دهد که هیچ سرباره‌ای نمی‌تواند در سیفون نفوذ کند و در هنگام تخلیه به پاتیل جریان یابد. وقتی سطح حمام فولاد بالا می‌رود، سرباره – در نتیجه فرآیند سرباره پفکی – از درب سرباره به درون پاتیل سرباره یا گودال تخلیه سرباره جریان می‌یابد. در نتیجه، اپراتورهای واحد مجبور به سرباره‌گیری و کاهش توان

کوره قبل از تخلیه نیستند. سرباره‌گیری بخشی از عملیات مداوم است که زمان و انرژی را صرفه‌جویی می‌کند. در پایان فرآیند ذوب کردن، سطح حمام به حدی است که مجرای تخلیه به اندازه کافی پوشانده شده است. در هنگام تخلیه برقراری انرژی ورودی الکتریکی [پاور–آن] حفظ می‌شود.

پوسته به گونه‌ای طراحی شده است که پاشنه مذاب باقیمانده هرگز زیر بالاترین نقطه کانال افقی نباشد. این از ورود سرباره به سیفون جلوگیری می‌کند. پس از تخلیه، سطح حمام پایین می‌آید به طوری که پر کردن مجدد مجرای تخلیه تحت پاور–آن امکان-پذیر باشد. این زمان پاور–آف و همچنین تعداد تپ ترانسفورمر را کاهش می‌دهد که به کاهش قابل‌ملاحظه سرعت فرسایش تجهیزات الکتریکی منتج می‌گردد. می‌توان فولاد را زودتر تخلیه کرد، زیرا ورود انرژی در هنگام تخلیه ادامه می‌یابد. اتلاف حرارت در پاتیل و افت دما در سیفون بیشتر از تخلیه معمولی نیست. این طول عمر پوشش نسوز و مواد سازه را که در معرض بارهای حرارتی ثابت هستند افزایش می‌دهد. علاوه بر این، تخلیه بدون سرباره طول عمر غلاف‌های مجرای تخلیه را زیاد می‌کند.



شکل ۸. سرعت فولاد (m/sec) محاسبه شده در سطح مقطع عمودی از سیستم FAST

این سیستم متشکل از یک قسمت افقی و عمودی است، که تغذیه کننده (riser) نامیده می‌شود. مجرای تخلیه در حفره‌ای در بالای تغذیه‌کننده قرار دارد، فولاد مذاب از به اصطلاح مجرای تخلیه FAST عبور می‌کند. مجرای تخلیه FAST کارکردی مشابه کانال تخلیه از پایین معمولی دارد. تغذیه‌کننده و حفره از آجرهای نسوز از قبل مونتاژ شده ساخته شده و می‌توان آنها را در طی ترمیم عادی نسوز حفظ کرد. مجرای تخلیه FAST از همان نوع مجموعه نصب شده در کوره‌های تخلیه از کف معمولی است.

برای ساخت تغذیه‌کننده سیستم FAST بلوک‌های نسوز از قبل مونتاژ شده یک روش اقتصادی برای ساخت سیستم کانال است. در صورت استفاده از بلوک‌های نسوز از قبل شکل‌دهی‌شده برای ساخت تغذیه‌کننده سیستم FAST، بلوک‌ها باید به ترتیب زیر روی هم چیده شوند.

مکانیزم اصلی فرسایش مجموعه‌های نسوز سرعت بالای فولاد در ورودی تغذیه‌کننده و به دیواره جداسازی در هنگام تخلیه است همانطورکه در تصویر بعدی نشان داده شده است.

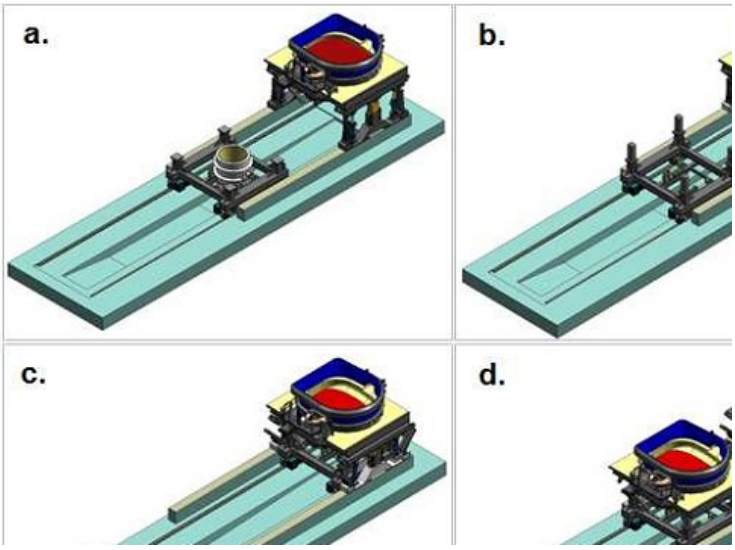
خصوصیات جریان فولاد برای یک سیستم پیشرفته تخلیه بدون سرباره کوره (FAST) با استفاده از شبیه‌سازی دینامیک سیالات محاسباتی (CFD) برای طیف وسیعی از اشکال هندسی کانال بررسی شد. حداکثر سرعت و گرادیان سرعت فولاد در ورودی کانال و اختلاف فشار در دیواره‌های کانال بطور قابل‌توجهی کاهش یافته است که نشان‌دهنده تمایل کمتری برای فرسایش در ناحیه ورود کانال و بنابراین افزایش طول عمر است.

نتایج نشان داده است که طراحی بهینه‌شده CFD سیستم FAST بطور قابل‌توجهی فرسایش ورودی را کاهش می‌دهد. در نتیجه، شرایط عملیاتی در کل طول عمر مجرای تخلیه پایدارتر است. علاوه بر این، طول عمر بلوک‌های نسوز با ضخامت بهینه-شده پوشش و کاهش فرسایش در ناحیه ورودی بازهم بیشتر می‌شود.

۶ حرکات کوره

چون سازه ستون و سقف به صورت ثابتی نصب شده‌اند، پوسته باید برای تخلیه و سرباره‌گیری (در صورت لزوم) دستکاری شود. این امر به روشی تحقق می‌یابد که پوسته با سیلندرها و راهنماها روی قاب (فریم) پایه نشسته باشد، و امکان دهد پوسته در هر دو جهت – طرف تخلیه و سرباره– کج شود.

با پایین آوردن هر ۴ سیلندر می‌توان در هر زمان پوسته‌های کوره را روی ماشین انتقال (ترانسفرکار) قرار داده و کوره کامل را به موقعیت تعمیر و نگهداری منتقل کرد. این کار تعمیر و نگهداری کوره را بهبود می‌بخشد و همچنین امکان تعویض سریع پوسته را می‌دهد. همه رابطها [سیالات] و سنسورها از طریق اتصالات سریع به هم متصل می‌شوند به طوری که تعویض پوسته هر ۲۵۰~ ذوب نسبت به تعویض نسوز مجرای تخلیه در شرایط گرم آسانتر می‌گردد. بنابراین آماده بکاری کوره برای تولید به شدت افزایش می‌یابد.



شکل ۹. (a) ماشین پاتیل بر با پاتیل؛ (b) ماشین پاتیل بر قبل از تعویض پوسته؛ (c) ماشین پاتیل بر با پوسته در موقعیت برداشتن؛ (d) ماشین پاتیل بر پوسته کوره در موقعیت تعمیر و نگهداری

دروازه [نگهدارنده] با سیستم بالابر الکترود و دو لانس اکسیژن و کربن کج نمی‌شوند، بلکه فقط برای لغزش به پائین الکترود و تعویض سریع قطعه مرکز سقف پاندولی چرخش می کند. مسلزم تنش زیاد بر دروازه [نگهدارنده] ناشی از حرکت شبیه کج شدن کوره در EAF معمولی با تمام عواقب آن بر تکیه گاه و یاتاقان، کابل‌های جریان بالا و غیره نیست.

ماشین انتقال (ترانسفرکار) به عنوان ماشین تخلیه [در پاتیل] و همچنین ماشین انتقال پوسته کوره عمل می‌کند. توالی تعویض پوسته در **شکل-های ۹ و ۱۰** نشان داده شده است. برای برداشتن پوسته از قاب، ماشین انتقال باید در موقعیت تعویض، زیر پوسته، قرار گیرد. پوسته با استفاده از سیستم سیلندر و راهنما پایین می‌آید. هنگامی که روی ماشین نشست، پوسته آزاد می‌شود و می‌تواند برای تعمیر و نگهداری نسوز یا تعویض پوسته به خارج از منطقه کوره منتقل شود.

شکل ۱۰. (a) ماشین پاتیل بر در موقعیت تعویض پوسته کوره؛
(b) ماشین پاتیل بر با پوسته کوره در موقعیت تعمیر و نگهداری.

به منظور آماده‌سازی کوره برای شروع مجدد تولید، می توان پوسته را با فولاد مذاب باقیمانده یا قراضه از قبل از حرکت به موقعیت عملیاتی بارگیری کرد. مجدداً در موقعیت عملیاتی، سیستم سیلندر و راهنما به سمت بالا حرکت کرده و سپس قاب پایه به پوسته متصل می‌شود.

۷ پارامترهای عملکردی

در **جدول۱**، داده‌های اصلی فنی با ارقام مصرف مربوطه نشان داده شده‌اند. EAF Quantum برای ذوب کردن انواع مختلف تراکم قراضه انعطاف‌پذیر است و همچنان بهره‌وری بالا را با هزینه کم تبدیل توام می‌نماید. کم بودن مصرف انرژی الکتریکی (**شکل۱۲**) و ارقام ورودی بسیار کم گاز طبیعی و اکسیژن نشان‌دهنده مقادیر معیار (benchmark) برای EAF است.

همینکه تیم عملیاتی خود را با تجهیزات جدید، که بسیار بهره‌ورتر و پیچیده‌تر از EAF قبلی بود وفق داد، خروجی تولید بطور مداوم افزایش یافت. ارقام برجسته بر قابلیت عملکرد تجهیزات و کار تیمی عالی در کارخانه Talleres y Aceros S.A. de C.V. (Tyasa) تأکید دارند. انتظار می‌رود بهره‌وری کلی حداقل بطور متوسط ساعتی به ۱۵۰ t/h برسد.

EAF کوانتوم	کوره ستونی زبانه دار	EAF معمولی	واحد	عملیات ۱۰۰٪ قراضه
متوسط				
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	tons	وزن تخلیه
۸۰	۱۰۰	۱۰۰	MVA	ظرفیت ترانسفورمر
				مصارف (بر تن فولاد مذاب)
۳۰۰–۲۸۰	۳۵۰–۳۳۰	۳۹۰–۳۷۰	kWh/t	برق
۰٫۹	۱٫۲	۱٫۴	kg/t	الکترود
4.4	12	5.2	Nm^3/t	گاز طبیعی شامل PC
۲۵	۳۰	۲۹	Nm^3/t	کل اکسیژن
				عملکرد
۹۱	۸۹	۸۷	٪	بهره دهی فلزی
۳۳	۳۹	۴۹	min	زمان پاور–آن
۳	۱۰	۱۲	min	زمان پاور–آف
۳۶	۴۹	۵۵	min	زمان ذوب تا ذوب
۱۶۷	۱۲۲	۱۰۹	t/h	بهره وری

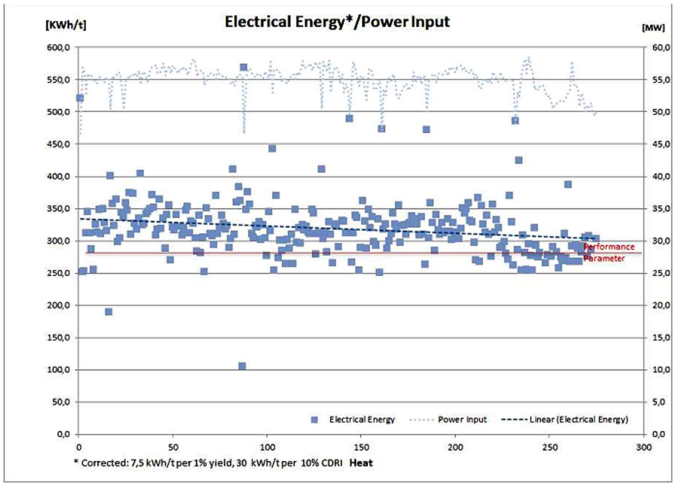
جدول ۱. ارقام مصرف و عملکرد انواع مختلف کوره.

۸ محیط اطراف کوره

شرایط محیطی در اطراف منطقه کوره در مقایسه با EAF معمولی بهبود یافته است. در مورد EAF Quantum، قراضه از طریق ستون شارژ می‌شود و لازم نیست سقف باز شود، که گرد و غبار اطراف کوره را کاهش می‌دهد. میزان انتشار گرد و غبار در گاز خروجی نیز با کاهش قابل‌توجه به کمتر از kg/t ۱۲، تقریباً نیمی از گرد و غبار ایجاد شده توسط یک کوره معمولی رسید، زیرا ستون همیشه پر از قراضه است و گاز خروجی را فیلتر می‌کند.

صدا در اطراف کوره به دلیل عملکرد مداوم تحت شرایط حمام تخت و سرباره پفکی بطور قابل‌توجهی کاهش می‌یابد. **شکل-۱۳** مقایسه اندازه‌گیری سطح صدا بین یک کوره معمولی به صورت نمونه‌وار و EAF Quantum را نشان می‌دهد. منبع اصلی صدا در کارخانه‌های فولاد، کوره‌های قوس الکتریکی هستند. صدائی که توسط یک کوره قوس الکتریکی معمولی منتشر می‌شود در هنگام ذوب کردن، به خصوص در سبد اول بسیار شدید است و در تصفیه ملایم می‌شود. یک کوره قوس الکتریکی در هنگام شروع ذوب کردن، زمانی که قوس‌های الکتریکی بسیار ناپایدارند، با در نظر گرفتن جرقه‌های قوس و برخورد با آهن قراضه جامد، پرصداترین سطح را دارد. بنابراین، تنها یک تغییر در شیوه فرآیند می‌تواند مشکل را حل کند. راه‌حل اصلی این است که کوره تا زمانی که ممکن است در شرایط حمام تخت کار کند. کم بودن سطح فشار صدا درون کوره به تنهائی، از مزیت محافظت از کارگران در سکوهای اطراف کوره و همچنین در اتاق کنترل کوره و کارگاه بدون اقدامات اضافی برخوردار است.

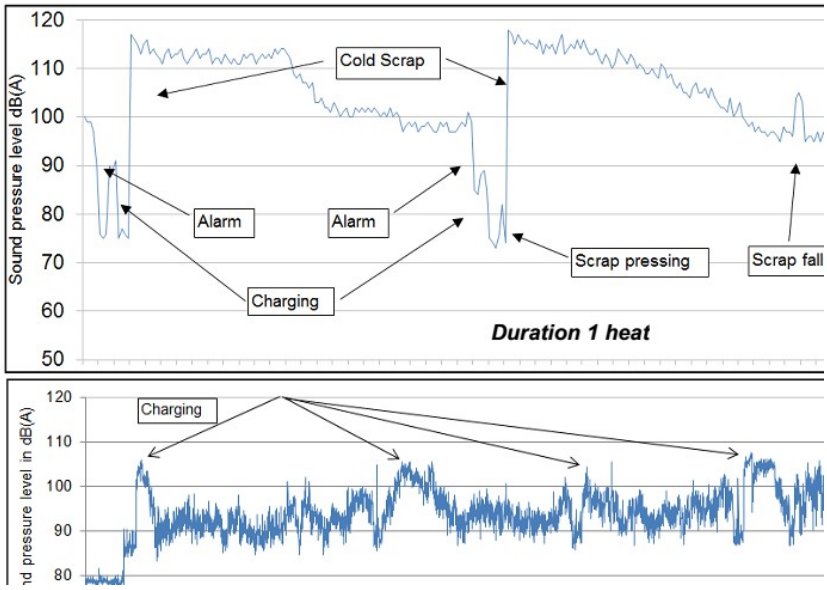
چند دلیل وجود دارد که چرا خروج صدا از EAF Quantum در مقایسه با EAF معمولی کم می‌شود. در چند دقیقه اول ذوب کردن قراضه در یک کوره معمولی، بیشترین میزان صدا، با اندازه‌گیری در فاصله ۵ متری از پوسته کوره و ۴۵ درجه تا درب سرباره (استاندارد شده) وجود دارد. اگر کوره در وضعیت فولاد مذاب کار کند، صدا به میزان قابل‌توجهی کاهش می‌یابد. دهانه‌های کوره تأثیر قابل‌ملاحظه ای در انتشار صدا دارند. به دلیل درب سرباره باز یا سقف باز، انتشار صدا افزایش پیدا می‌کند. علاوه بر این، با پیشروی عملیات ذوب کردن در EAF معمولی در طول یک ذوب، با پایین آمدن قوس‌ها از طریق



شکل ۱۲. مصرف انرژی الکتریکی EAF Quantum

سوراخکاری در قراضه انباشته در کوره، فاصله بیشتری از دهانه‌ها و اطراف سقف پیدا می‌کنند.

برای یک EAF Quantum، متوسط سطح فشار صدا 94 dB(A) می‌باشد. کاهش اندازه‌گیری شده قدرت صوت خارج از کوره در طی یک ذوب، در مقایسه با EAF معمولی، در حدود ۸ dB(A) می‌باشد.



شکل ۱۳. (a) سطح فشار صدای EAF معمولی؛ (b) سطح فشار صدای EAF Quantum، کاهش ۸ dB(A)

۹ افراد تفاوت ایجاد می کنند

فولادسازی الکتریکی رقابتی مستلزم آن است که کارگاه ذوب از لحاظ خروجی تولید و مصرف انرژی بطور کارآمدی کار کند. البته، تجهیزات و سیستم‌های پیشرفته در ترکیب با روش‌های سختگیرانه تعمیر و نگهداری، پیشنیاز آن هستند. اما، در نهایت افرادی که با تجهیزات کار می‌کنند و فرآیندها را کنترل می‌نمایند، کلید واقعی بهبود مداوم بهره‌وری در شرکت Talleres y Aceros S.A. de C.V. (Tyasa) هستند. تعهد آنها به تعالی در فولادسازی مهمترین عامل موفقیت است.

۱۰ نتیجه‌گیری

برای کارخانه فولادسازی فشرده Tyasa در Ixtaczoquitlan در ایالت Veracruz مکزیک، شرکت پرایمتالز تکنولوجیز یک کوره قوس الکتریکی کوانتوم با وزن تخلیه ۱۰۰ تن، و همچنین امکانات فولادسازی ثانویه را تامین کرد. این موارد شامل یک کوره پاتیلی دوقلوی ۱۰۰ تنی و یک واحد گاززدایی در خلاء (VD) دوقلوی ۱۰۰ تنی هستند. این کارخانه ظرفیت تولید سالانه حدود mt ۱,۲ فولادهای کم، متوسط و پر کربن را دارد. فولاد تولیدی در یک دستگاه ریخته‌گری پیوسته شش رشته‌ای به بیلت‌های با مقطع از 130x130 mm تا 200x200 mm و همچنین با مقطع تیرآهن (بیم بلنک) و مقطع گرد ریخته‌گری می‌شود. واحد جدید شرکت Tyasa را قادر می‌سازد نه تنها ظرفیت تولید خود را به میزان قابل‌توجهی افزایش دهد بلکه دامنه محصولات آن را نیز گسترش می‌دهد.

انرژی/منابع	محیط زیست
– مصرف انرژی < ۳۰۰ kWh/t – بدون انرژی مشعل – کاهش فلیکر و اختلالات شبکه – عملیات حمام تخت خالص	– کاهش انتشار گرد و غبار بر اساس تغییر تصفیه گاز خروجی – بهبود دربندی کوره – ۲۰٪ کاهش انتشار CO_2 – کمترین میزان انتشار صدا عواقب کمتر
بازدهی	**ایمنی**
– ۱۰۰٪ پیشگرمایش قراضه – کاهش نصب توان – ذوب کردن قراضه در فولاد مذاب – زمان ذوب تا ذوب ۳۶ دقیقه – مصرف الکترود < ۰,۹ kg/t	– به حداقل رساندن حرکات کوره – بدون سبد شارژ کردن قراضه – قابلیت اجرای مفهوم اتوماسیون کامل

شکل ۱۴. مزایای اساسی EAF Quantum

جزء اصلی واحد فولادسازی فشرده، کوره قوس الکتریکی EAF Quantum توسعه یافته توسط پرایمتالز تکنولوجیز است. این عناصر تکنولوژی تثبیت شده کوره ستونی را با یک فرآیند جدید شارژ قراضه، یک سیستم پیشگرمایش کارآمد، یک مفهوم جدید برای کج کردن پوسته پایین کوره و یک سیستم تخلیه بهینه شده ترکیب می‌کند. کوره

شکل ۱۵. نمای بالای EAF Quantum

امکان کاهش زمان ذوب تا ذوب تا ۳۶ دقیقه را می‌دهد. مصرف برق فقط ۲۸۰kWh/t بطور قابل‌توجهی کمتر از یک کوره قوس الکتریکی معمولی است. این، در ترکیب با مصرف کمتر الکترودها و اکسیژن، مزیت کلی در هزینه تبدیل ویژه حدود ۲۰ درصد را حاصل می‌سازد. کل انتشار CO_2 نیز می‌تواند تا ۳۰ درصد در هر تن فولاد خام در مقایسه با کوره‌های قوس الکتریکی معمولی کاسته شود.

معرفی کوره EAF Quantum توسط پرایمتالز تکنولوجیز نقطه عطف مهمی در زمینه فولادسازی الکتریکی طی ۱۵ سال گذشته است. در این فرآیند از گرمای نهان و شیمیایی گازهای خروجی ایجاد شده در طی فرآیند ذوب کردن در EAF برای پیشگرمایش قراضه در یک ستون یکپارچه شده در کوره قبل از ذوب کردن قراضه در مخزن کوره استفاده می‌شود. با ترکیب تکنولوژی‌های اثبات شده، EAF Quantum فرآیند تقریباً پیوسته‌ای را فراهم می‌سازد، زمان بیکاری را کاهش می‌دهد و آماده بکاری برای تولید را افزایش می‌دهد. مزایای اساسی به شرح **شکل۱۴** آورده شده اند.

علاوه بر آن، به دلیل امکان اتوماسیون کامل و عدم حرکت جرثقیل در منطقه کوره که خطر ناشی از بارهای متحرک را کاهش می‌دهد، می‌توان بهبودهای ایمنی را نیز ادعا کرد.

مراجع:

1. Hein, M.; Knapp, H.; Lazaro, L; Galdeano.: Operation of the thermo finger shaft furnace at Nervacero, Millennium Steel, 2003, P. 76-81
2. Ehle, J.; Knapp,H.;Moser, H.: Finger shaft technology: latest improvements and results, Steel World, 2001, Vol.3, No. 2, P. 24-32
3. Abel.M.; Dorndorf.M.; Hein,M.; Huber,HJ.: SIMETAL EAF QUANTUM - the future approach for efficient scrap melting, AISTech, 2011, Proceedings, Vol.1, P. 899-905
4. Ehle,J.; Knapp,H.; Müller.H.: Produktion, Kosten und Umweleinflüsse beim Betrieb eines Fingerschachtofens, Stahl und Eisen, 2001, Nr.3, P. 45-50
5. Johann,K.-P.; Knapp,H.: Fuchs advanced slag free tapping system and its operational results at BUDERUS Edelstahl AG/Germany, EEC 7, 2002, Paper #71
6. Bowman, B.; Krüger, K.: Arc Furnace Physics, ISBN: 978-3-514-00768-0