مرکز دانش شبکه خبرگان صنعت فولاد

فولادسازی با یک فرمان در کارخانه ریزائو چین؛ اتوماسیون سطح ۲ کنورتور، کوره پاتیلی و RH

مقالات تخصصی | علی ارجمندی اصل | ۱۴۰۵/۰۸/۰۵

تجربه اجرای RH Optimizer، LF Optimizer، BOF Optimizer و LOMAS در فولادسازی Rizhao چین؛ گزارش سازنده از اتوماسیون ۹۵ درصد فرایند فولادسازی، بدون تعمیم آن به کل کارخانه.



تجربه اجراشده در صنعت فولاد | اتوماسیون و بهینه‌سازی فرایند

فولادسازی با یک فرمان در کارخانه ریزائو چین؛ اتوماسیون سطح ۲ کنورتور، کوره پاتیلی و RH

گزارش راه‌اندازی سامانه‌های RH Optimizer، LF Optimizer، BOF Optimizer و LOMAS در مجتمع فولاد ریزائو و حرکت به سمت تولید متمرکز و کم‌نیاز به مداخله دستی.

منبع: Primetals Technologies | تاریخ گزارش: ۲۳ اکتبر ۲۰۲۵ | پرونده پژوهشی: SX-R054 | مشاهده گزارش اصلی انگلیسی

خلاصه پروژه

شرکت **Primetals Technologies** اعلام کرده است که مجموعه‌ای از سامانه‌های پیشرفته اتوماسیون فرایند و بسته‌های فناورانه را با موفقیت در کارخانه یکپارچه **Rizhao Steel** در شهر ریزائو چین راه‌اندازی کرده است. دامنه طرح شامل سامانه‌های اتوماسیون **سطح ۲ (Level 2)** برای کنورتورهای اکسیژنی LD/BOF، کوره‌های پاتیلی LF و واحدهای گاززدایی در خلأ RH است؛ سامانه‌هایی که امکان مدیریت متمرکز تولید فولاد را فراهم می‌کنند.

طبق اعلام سازنده، پس از این نوسازی **۹۵ درصد از فرایندهای فولادسازی در محدوده مورد گزارش** خودکار و دیجیتالی شده‌اند؛ رویکردی که در خبر با عبارت «فولادسازی با یک دکمه» یا One-Button Steelmaking معرفی شده است. این عبارت به معنای حذف کامل اپراتور یا خودکار شدن همه فعالیت‌های یک مجتمع فولاد نیست، بلکه به کاهش نیاز به ورود دستی داده و یکپارچه شدن تصمیم‌های فرایندی اشاره دارد.

راهکار اجراشده مدل‌های متالورژیکی، کنترل پویای فرایند و محاسبه دقیق مقدار مواد ورودی را ترکیب می‌کند. به گفته Primetals، اپراتورها اکنون می‌توانند عملیات سالن فولادسازی را با مداخله دستی کمتر مدیریت کنند و به اطلاعات لحظه‌ای برای تصمیم‌گیری دسترسی داشته باشند. هدف اعلامی، افزایش یکنواختی فرایند، بهره‌وری و کیفیت محصول است؛ بااین‌حال گزارش، داده مستقلی برای اندازه‌گیری مقدار این بهبودها منتشر نکرده است.

SteelExperts.ir



شکل ۲ ـ اتاق کنترل و پایش متمرکز فرایندهای فولادسازی در کارخانه ریزائو. منبع تصویر: primetals.com / Primetals Technologies.
توضیح میزان ۹۵٪ اتوماسیون، ادعای سازنده درباره فرایند فولادسازی است.

دامنه اجرای پروژه و سامانه‌های نصب‌شده

در این پروژه، سامانه‌های LF Optimizer، BOF Optimizer و RH Optimizer برای **سه کنورتور LD، چهار کوره پاتیلی دوقلو و دو واحد RH دوقلو** پیاده‌سازی شده‌اند. همچنین کنورتورها به سامانه تحلیل گازهای خروجی LOMAS مجهز شده‌اند تا کنترل انتهای دمش بر اساس وضعیت واقعی فرایند انجام شود.

بخش تجهیز	سامانه	کارکرد گزارش‌شده
سه کنورتور اکسیژنی LD/BOF	BOF Optimizer و LOMAS	محاسبه الگوی دمش، مقدار اکسیژن و افزودنی‌ها؛ تحلیل گاز خروجی و کنترل پویای نقطه پایان دمش
چهار کوره پاتیلی دوقلو LF	LF Optimizer	پیشنهاد لحظه‌ای برای اصلاح سرباره، آلیاژسازی، تزریق کلسیم، قوس الکتریکی و تأمین انرژی
دو واحد دوقلوی گاززدایی خلأ RH	RH Optimizer	الگوهای خودکار خلأ و گاز بالابر؛ پیشنهاد میزان و زمان افزودن اکسیژن و مواد آلیاژی

کنترل نقطه پایان دمش کنورتور با داده‌های فرایندی

یکی از بخش‌های مهم طرح، استفاده هم‌زمان از داده‌های **آنالیز گاز خروجی** و اندازه‌گیری‌های **ساب‌لنس (Sublance)** در حین دمش است. سامانه LOMAS با تحلیل گازهای خروجی کنورتور به کنترل پویای انتهای دمش کمک می‌کند؛ طبق گزارش، این قابلیت برای افزایش احتمال دستیابی به مقدار هدف کربن در پایان عملیات به کار رفته است.

در کنار آن، BOF Optimizer داده‌های اندازه‌گیری ساب‌لنس و گاز خروجی را ترکیب می‌کند تا مسیر مناسب عملیات و شرایط توقف دمش را تعیین کند. خروجی آن یک **جدول کامل نقاط تنظیم** برای دمش اصلی است: حجم اکسیژن موردنیاز، مقدار و الگوی زمانی توزیع افزودنی‌ها، الگوی حرکت لنس و الگوی هم‌زدن مذاب. به این ترتیب، تصمیم‌ها تنها بر تجربه لحظه‌ای اپراتور متکی نمی‌مانند و بر مدل‌های فرایندی نیز استوار می‌شوند.

پیشنهادهای پویا برای عملیات کوره پاتیلی

در کوره پاتیلی LF، سامانه بهینه‌ساز به‌صورت لحظه‌ای توصیه‌هایی برای **اصلاح ترکیب سرباره، افزودن فروآلیاژها، عملیات کلسیم، مدت و الگوی برقراری قوس و انرژی ورودی** ارائه می‌کند. این پیشنهادها با توجه به آهنگ کاری ماشین ریخته‌گری پیوسته و وضعیت تجهیزات به‌روزرسانی می‌شوند. هدف آن است که عملیات متالورژی ثانویه با نیاز مراحل بعدی تولید هماهنگ بماند.

هدایت چرخه خلأ و گاز بالابر در RH

برای واحدهای گاززدایی RH نیز الگوهای خودکار **ایجاد خلأ و تزریق گاز بالابر (Lift Gas)** تعریف شده است. سامانه همچنین مقدار و زمان مناسب تزریق اکسیژن و افزودن مواد آلیاژی به شکل سیم یا قطعات را پیشنهاد می‌دهد. این قابلیت‌ها در گزارش با هدف کاهش تفاوت بین شیفت‌های کاری، تکرارپذیری عملیات و حفظ کیفیت محصول معرفی شده‌اند.

«فولادسازی با یک دکمه» در عمل به چه معناست؟

یکی از هدف‌های اصلی پروژه، **کاهش حجم داده‌هایی بود که اپراتور باید به‌صورت دستی برای هر ذوب وارد کند.** سامانه‌های هوشمند، مراحل کار را به اپراتور نشان می‌دهند و پارامترهای کلیدی را محاسبه می‌کنند. با چنین معماری‌ای، اپراتور همچنان بر عملیات نظارت می‌کند، اما بخش بیشتری از پیشنهادهای فرایندی و نقاط تنظیم به‌صورت خودکار تولید می‌شود.

به گفته سازنده، این ترکیب به استانداردسازی روش کار در شیفت‌های گوناگون، تصمیم‌گیری مبتنی بر اطلاعات لحظه‌ای و کاهش نیاز به اصلاح‌های مکرر دستی کمک می‌کند. «یک‌دکمه‌ای» بودن را باید توصیفی از **یکپارچگی راهبری و سطح بالای اتوماسیون سالن فولادسازی** دانست، نه تضمینی برای حذف کامل دخالت انسان یا اجرای بی‌وقفه تمام عملیات بدون ملاحظات ایمنی.

ارزیابی بهره‌بردار از راه‌اندازی

در گزارش، **ژو یونگ ژی (Zhou Yong Zhi)**، مسئول تولید واحد ESP در Rizhao Steel، اظهار کرده است که پروژه ارتقای اتوماسیون مرتبط با ظرفیت **۳۰۰ تُن** زودتر از برنامه زمانی به پایان رسیده و اهداف تعیین‌شده محقق شده‌اند. به گفته او، همکاری تیم‌های سطح ۱ و سطح ۲ Primetals برای مدیریت پیچیدگی مسیرهای فرایندی، شرایط تجهیزات و مواد اولیه نقش مؤثری داشته و این پروژه می‌تواند الگویی برای اتوماسیون کنورتورهای بزرگ باشد.

سازنده همچنین اعلام کرده است که سامانه‌های اجراشده ضمانت‌های عملکردی مربوط به **دستیابی به ترکیب شیمیایی و دمای هدف** را برآورده کرده‌اند. بااین‌حال، در متن گزارش درصد دقیق دستیابی به هدف، حدود خطا یا اطلاعات پیش و پس از اجرای پروژه ارائه نشده است.



شکل ۱ ـ بخشی از تیم پروژه Primetals Technologies در کارخانه Rizhao Steel پس از اجرای سامانه‌های اتوماسیون. اعتبار تصویر: Primetals Technologies / primetals.com.

نتایج اعلام‌شده و محدودیت‌های داده‌های منتشرشده

گزارش منبع یک **اطلاعیه سازنده درباره پروژه اجراشده** است. بنابراین باید میان راه‌اندازی سامانه‌ها، نتایج اعلامی و شاخص‌هایی که هنوز داده مستقلی درباره آن‌ها منتشر نشده، تفاوت گذاشت.

شاخص یا موضوع	آنچه منبع گزارش کرده است	محدودیت تفسیر
سطح اتوماسیون	۹۵٪ از فرایند فولادسازیِ مورد گزارش	این درصد را نمی‌توان به همه واحدها و فعالیت‌های کل کارخانه تعمیم داد.

شاخص یا موضوع	آنچه منبع گزارش کرده است	محدودیت تفسیر
استقرار سامانه‌ها	راه‌اندازی BOF، LF، RH Optimizer و سامانه LOMAS	سازنده استقرار را اعلام کرده؛ گزارش ممیزی عملیاتی مستقل در منبع ارائه نشده است.
ترکیب شیمیایی و دمای هدف	برآورده‌شدن تضمین‌های عملکردی طبق اطلاعیه	درصد یا دامنه دقیق انحراف از هدف اعلام نشده است.
اثر اقتصادی و بهره‌وری	ادعای بهبود کارایی، کیفیت و یکنواختی فرایند	مقدار کاهش هزینه، افزایش تولید، کاهش مصرف انرژی و بازگشت سرمایه گزارش نشده است.

آشنایی با کارخانه Rizhao Steel

شرکت **Rizhao Steel** در سال **۲۰۰۳** تأسیس شده و زیرمجموعه گروه Rizhao Steel Holding Group است. مجتمع آن در استان شاندونگ چین، در حدود **۳۰ کیلومتری بندر ریزائو** قرار دارد. طبق معرفی سازنده در تاریخ انتشار گزارش، ظرفیت تولید سالانه فولاد خام این شرکت **۱۲ میلیون تن** و تعداد کارکنان آن **۱۲ هزار نفر** عنوان شده است.

سبد محصولات شرکت شامل کلاف گرم، مفتول، میلگرد و تیرآهن‌های کوچک I است که عمدتاً در بازار چین عرضه می‌شوند. در گزارش همچنین به استفاده از فناوری کم‌مصرف Arvedi Endless Strip Production (ESP)، تأمین‌شده توسط Primetals Technologies، اشاره شده است.

درباره تأمین‌کننده فناوری

Primetals Technologies Limited با دفتر مرکزی در لندن، از شرکت‌های فعال در مهندسی، ساخت تجهیزات صنعتی، خدمات چرخه عمر و راهکارهای برق، اتوماسیون، دیجیتال‌سازی و محیط‌زیست برای صنایع فلزی است. این شرکت از مجموعه شرکت‌های گروه Mitsubishi Heavy Industries به شمار می‌رود. در اطلاعیه سال ۲۰۲۵ تعداد کارکنان جهانی آن حدود **۷۰۰۰ نفر** ذکر شده است.

منبع، اعتبار تصاویر و وضعیت بازنشر

این مقاله، ترجمه و تنظیم فارسی گزارش رسمی Primetals Technologies است و یافته پژوهش مستقل یا ممیزی فنیِ منتشرشده توسط شبکه خبرگان صنعت فولاد محسوب نمی‌شود. دو جدول بالا برای خوانایی بهتر توسط تحریریه تهیه شده‌اند و جدول مستقیم منبع نیستند.

عنوان انگلیسی: Advanced Systems Implemented at Rizhao Steel Enable Full Plant Automation – تاریخ: ۲۳ اکتبر ۲۰۲۵. متن اصلی گزارش | شرایط استفاده از تصاویر و محتوای رسانه‌ای ناشر.

هر دو عکس همراه با ذکر منبع **Primetals Technologies / primetals.com** منتشر می‌شوند. این تصاویر و متن، **مجوز آزاد CC BY ندارند** و استفاده از آن‌ها باید در حدود استفاده تحریریه‌ای یا علمی و شرایط اعلامی ناشر باشد. استفاده‌های تجاری دیگر به مجوز کتبی ناشر نیاز دارد.

نسخه آنلاین مقاله: https://landing.steelexperts.ir/2026/10/27/sx-r054-rizhao-steel-one-button-steelmaking-automation/

SteelExperts.ir