تکنولوژی K-ES پیش‌گرمایش قراضه

استفاده از حرارت موجود در گاز خروجی کوره های قوس (تقریباً 140 kWh/t LS) در ۴۰ سال اخیر توسعه زیادی یافته و امروزه به‌عنوان ابزاری در راستای کاهش مصرف انرژی در عملیات کوره قوس مطرح است. یکی از گزینه‌ها، استفاده از این گرمای محسوس برای پیش گرم کردن قراضه ورودی به کوره است. قبل از فرایند ذوب در کوره قوس، قراضه می‌تواند با استفاده از سیستم‌های ناپیوسته تا دمای تقریبی ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ درجه سانتی‌گراد و با استفاده از سیستم‌های پیوسته بین ۳۰۰ تا ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد پیش گرم شود. این امر مصرف انرژی کل را تا ۱۰۰ kWh/t LS کاهش می‌دهد.

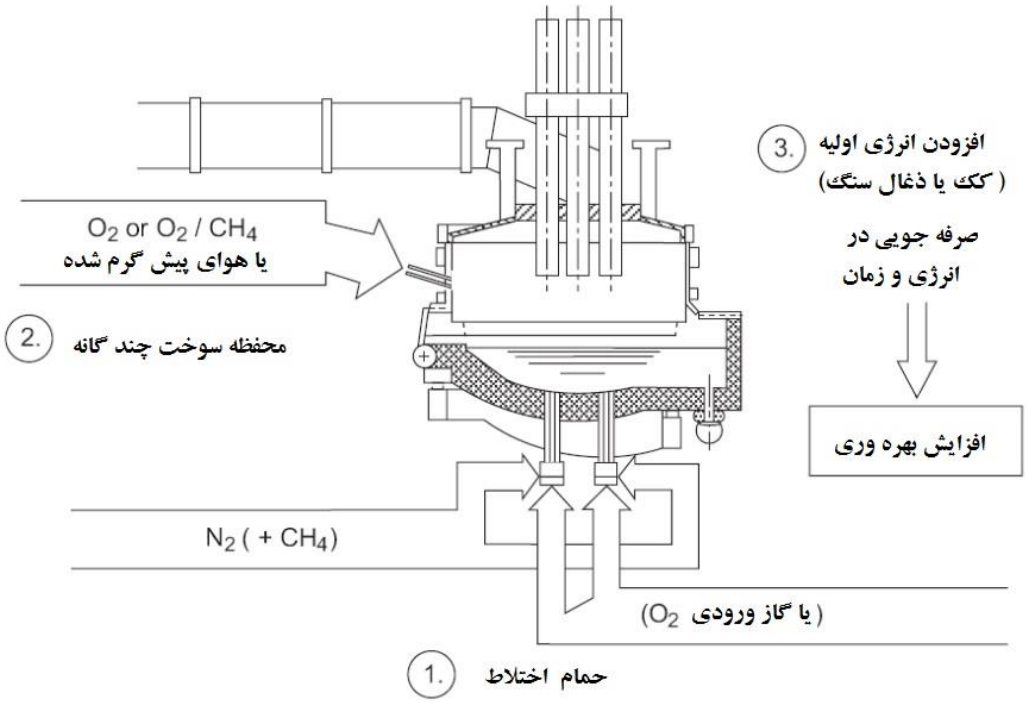
چنین پیش‌گرمایشی یا در سبدهای شارژ قراضه و یا در یک کوره شافتی شارژ که به‌طور خاص برای این کار طراحی و ساخته شده است و به کوره قوس الکتریکی وصل می‌شود و امکان پیش گرم و شارژ پیوسته قراضه در حین فرایند ذوب را فراهم می‌آورد انجام می‌شود. در برخی از موارد حتی انرژی فسیلی اضافی نیز به فرایند پیش گرم شدن افزوده می‌شود.

در طول سال‌های گذشته تعداد کوره‌های قوس الکتریکی که به سیستم پیش گرم کردن قراضه‌ها بدون استفاده از گاز و به‌منظور بازیابی انرژی مجهز بود، افزایش یافته است. سیستم پیش گرم کردن قراضه‌ها بیش از ۴۰ سال است که با موفقیت در کشورهایی که هزینه برق بالایی دارند (مثل ژاپن) به کار گرفته شده است.

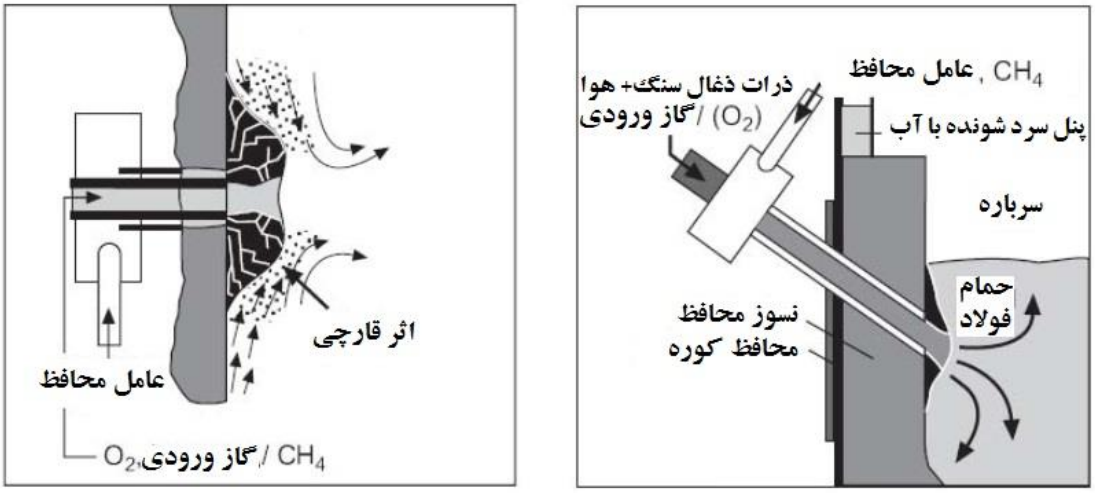
فرایند K-ES تکنولوژی است که به‌وسیله گروه تکنولوژی کلاکر[1] و گروه ساخت فولاد توکیو ایجاد شده است. بعد از آن حقوق تجاری فرایند توسط VAI کسب شد. این فرایند از خاک ذغال[2] یا کلوخه ذغال[3] در محفظه به‌عنوان منبع اولیه انرژی استفاده می‌کنند. برای احتراق ذغال با گاز CO و اکسیژن به داخل محفظه دمیده می‌شود. گاز CO در سطح آزاد کوره همراه با اکسیژن اضافی برای تولید CO_2 پسا محترق می‌شود. پس سهم بزرگی از انرژی گرمایی در فرایند بازیابی شده و به محفظه منتقل می‌شود. به‌علاوه

[1] Klocker
[2] Pulverized coal
[3] Lumpy coal

عکس‌العمل اغتشاشی ناشی از دمش گاز از کف باعث ترکیب بهتر در محفظه و در نتیجه ذوب سریع‌تر قراضه می‌شود. شکل ۱ شماتیک فرایند پیش گرمایش قراضه K-ES را نشان می‌دهد. همچنین شکل ۲ به‌طور شماتیک فرایند تزریق کننده‌های کربن و اکسیژن مورد استفاده در K-ES را نشان می‌دهد. در این فرایند به همراه اکسیژن گاز داغ و گاز CH_4 نیز به درون محفظه دمیده می‌شود. همچنین به همراه سوخت نیز گاز داغ، اکسیژن و هوا به درون سیستم تزریق می‌شود.



شکل ۱. طرح شماتیک فرایند پیش گرمایش قراضه K-ES.



شکل ۲. طرح شماتیک از تزریق کربن و اکسیژن مورد استفاده در K-ES.

اولین نصب تکنولوژی K-ES در فولاد توکیو انجام گرفته است، که یک کوره EAF ۳۰ تنی برای کار در این سیستم تغییر پیدا کرد تا آزمایشی روی این فرایند صورت گیرد. مشاهدات اولیه بهره‌وری خوبی را نشان دادند و پس از انجام فرایند در مقیاس بزرگ‌تر بهره‌وری این سیستم به اثبات رسید. در فولاد توکیو مصرف انرژی میانگین برای مجموعه‌ای از آزمایشات ۲۵۵ کیلووات ساعت بر هر تن با نرخ تزریق ذغال ۲۴ کیلوگرم بر هر تن بود. این امر باعث جایگزینی نیروی الکتریکی ۴ تا ۵/۵ کیلووات ساعت بر هر کیلوگرم ذغال سنگ تزریقی شد. به‌علاوه زمان ذوب از ۶۰ دقیقه به ۴۸ تا ۵۰ دقیقه کاهش یافت. مصرف فرو سیلیکون و فرو منگنز هم به میزان ۱/۱ کیلوگرم بر هر تن کاهش یافت. جدول ۱ آنالیز نتایج حاصل از تولید صنعتی با استفاده از این روش در فولاد توکیو را نشان می‌دهد.

پژوهشکده فولاد

جدول ۱. آنالیز K-ES بر اساس نتایج فولاد توکیو

ماده	مصرف بر هر تن فولاد مذاب	تفاوت
زمان روشن بودن	۵۸دقیقه	۲۶دقیقه-
فاصله بین بارگیری	۷۹دقیقه	۲۶ دقیقه-
تولید	۴۷۶۰۰۰ تن در سال	۹۷۰۰۰ تن در سال
ذغال	kg/ton ۳۲	kg/ton ۲۷+
اکسیژن	Nm^3/ton ۶۳	Nm^3/ton ۵۳+
الکتریسیته	kWh/ ton ۳۳۰	kWh/ ton ۱۵۰-
آهک		kg/ton ۵,۰+
الکترود		kg/ton ۰,۳-
فرومنگنز		kg/ton ۱,۰-
گاز خنثی	Nm^3/ton ۶,۰	Nm^3/ton۶,۰+
افزایش تولید		٪۳۳

فولاد