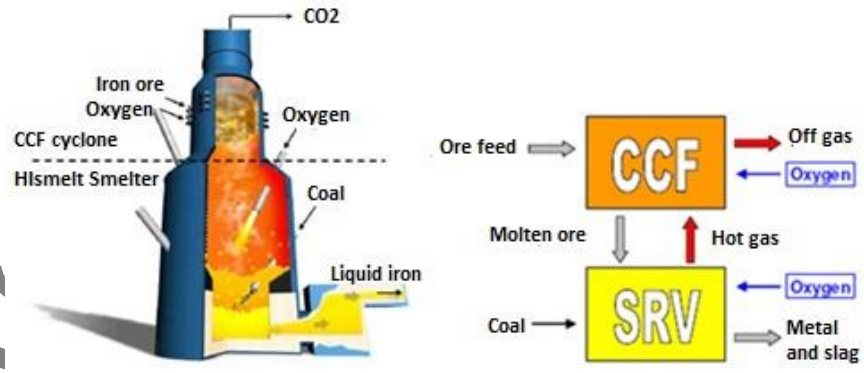
تکنولوژی HIsarna

HIsarna یکی از انواع ۴گانه تکنولوژی های آهن‌سازی نوآورانه در زمینه فعالیت‌های ULCOS[۱] می‌باشد که به عنوان یکی از راهبردهای اجرایی کاهش انتشار گاز CO_2 در دستور کار قرار گرفته و در شماره ۱۱۱۲ به آن اشاره شده است. از سال ۲۰۰۷ میلادی شرکت‌های Tata Steel، Rio Tinto و ULCOS فعالیت در زمینه توسعه این فرایند احیا مذاب بر پایه ذغال سنگ را آغاز کرده اند. فرایند آهن سازی HIsarna یک فرایند احیا مستقیم برای ساخت آهن بوده که در آن سنگ آهن تقریباً به طور مستقیم به آهن مذاب یا هات متال تبدیل می شود. به ظور کلی این تکنولوژی شامل تجمیع دو فرایند، CCF[۲] برای ذوب و احیا اولیه و SRV[۳] است که در آن مرحله نهایی احیا اکسید آهن به آهن مذاب اتفاق می افتد (شکل ۱). این فرایند نیازی به تولید آگلومره های سنگ آهن و یا تولید کک که در فرایند کوره بلند معمولی نیاز است، ندارد. اساساً با حذف شدن این مراحل، فرایند HIsarna از لحاظ مصرف انرژی کارایی بالاتری دارد و دارای خروجی کربن کمتری نسبت به فرایندهای تولید سنتی آهن به روش کوره بلند است.



شکل ۱: شماتیک کلی از فرآیند HIsarna

تولید آهن در فرایند HIsarna شامل سه بخش مختلف است: (۱) پیش گرم کردن و تجزیه جزیی زغال سنگ در راکتور؛ (۲) ذوب شدن و احیا اولیه کنسانتره آهن در بخش CCF؛ (۳) احیا نهایی و تولید آهن در بخش SRV.

[۱] Ultra Low CO_2 Steelmaking
[۲] Cyclone Converter Furnace
[۳] Smelting Reduction Vessel

بطورکلی در این روش پودر کنسانتره سنگ آهن و اکسیژن به داخل CCF تزریق می شود، این تزریق در جایی صورت می گیرد که گاز داغ ناشی از سوختن زغال در SRV باعث بالا رفتن دما و ذوب شدن و احیا جزیی در سنگ آهن مورد استفاده می شود. درجه احیا اولیه می تواند به ۱۰ تا ۲۰ درصد در این مرحله برسد. سپس ذرات کنسانتره سنگ آهن ذوب شده و تا حدودی احیا شده، با دمای ۱۴۵۰ درجه سانتی گراد به SRV وارد می شود. معادله شیمیایی واکنش احیا به شرح زیر است:

$$Fe_xO_y(s) + CO/H_2(g) = Fe_xO_{y-1}(l) + CO_2/H_2O(g)$$

واکنش تجزیه و کلسینه شدن فلاکس نیز به صورت زیر اتفاق می افتد.

$$CaCO_3(g) = CaO(l) + CO_2(g)$$

$$CaMg(CO_3)_2(s) = CaO(l) + Mg(l) + 2CO_2(g)$$

زغال سنگ در کوره تجزیه و پیش گرم می شود و سپس باسرعت بالا (با استفاده از نیتروژن به عنوان گاز حامل) تزریق می شود تا کربن حاصل از آن مواد را به هات متال تبدیل کند. دمای حمام فلزی به ۱۴۰۰ تا ۱۴۵۰ درجه سانتی گراد و مقدار کربن محلول به ۴ درصد می رسد. قسمتی از گرمای مورد نیاز برای تجزیه جزئی از احتراق حاصل می‌شود، که نیاز به حرارت در حمام را کاهش می دهد.

سنگ آهن ذوب شده روی دیواره CCF جمع شده و به درون حمام مذاب می ریزد و سپس با کربن که در قسمت پایین SRV قرار دارد، واکنش می دهد. واکنش ها در روابط زیر نشان داده شده است:

$$Fe_2O_3\ (l) + [C]_{Fe}/C(s) = FeO(l) + CO(g)$$

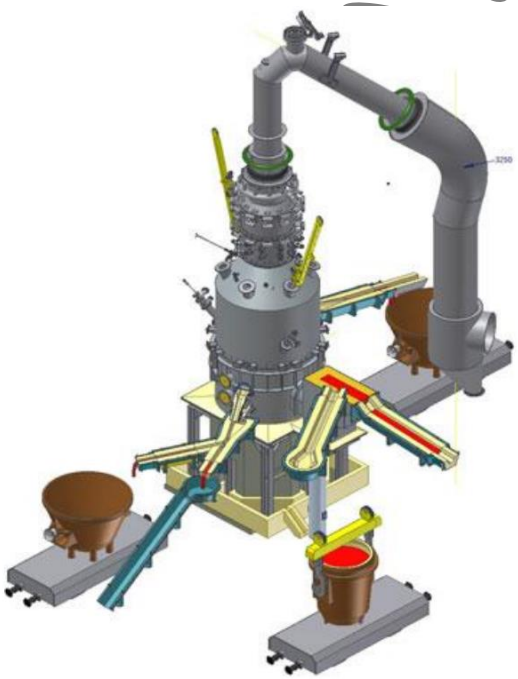
$$FeO\ (l) + [C]_{Fe}/C(s) = Fe(l) + CO(g)$$

گاز خروجی از SRV (ناشی از احتراق) حرارت مورد نیاز برای CCF را فراهم می کند. این گاز با دمای ۱۴۵۰ تا ۱۵۰۰ درجه سانتی گراد، حاوی CO_2، که در حین ذوب تولید شده است، به سمت بالا حرکت می کند و باعث ایجاد مقدار قابل توجهی پاشش مذاب روی سطح می شود. قطرات فلزی و سرباره حرارت دیده ناشی از احتراق، از قسمت فوقانی به قسمت پایین SRV حرکت می کنند. تعداد قطره هایی که از منطقه احتراق عبور می کنند بسیار زیاد است و هر قطره در زمانی که از منطقه احتراق عبور می کند به میزان

۱۰ درجه سانتی گراد درجه حرارت آن افزایش پیدا می کند. این باعث می شود که گرما به سمت پایین حرکت کند بدون اینکه آسیبی در جریان اکسیژن در سیستم ایجاد کند.

مزایای فرایند HIsarna را می توان به شرح زیر بیان نمود:

- امکان استفاده از ذغال سنگ حرارتی به جای ذغال سنگ متالورژیکی
- امکان استفاده از سنگ آهن با کیفیت کمتر به عنوان ماده تغذیه
- توانایی آسان برای جذب مقدار زیادی از CO_2 برای انبارهای زمین‌شناسی[۴]
- ذخیره انرژی اولیه و کاهش انتشار CO_2 به میزان ۲۰٪
- کاهش CAPEX



[۴] geological storage