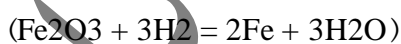


## Circored فرایند احیای مستقیم

فرایند احیاء مستقیم Circored، یک فرایند دو مرحله‌ای با بستر متحرک است. این فرآیند اولین بار توسط Lurgi با ظرفیت بهینه ۵۰۰۰۰۰ تن گسترش یافت. در فرآیند Circored از هیدروژن خالص به‌عنوان گاز احیاء برای تولید آهن داغ بریکت شده (HBI<sup>۱</sup>) از سنگ معدن آهن استفاده می‌شود. هیدروژن باعث کاهش بهتر دمای واکنش احیاء و همچنین حساسیت کمتر ذرات به چسبندگی می‌شود. این فرایند در دماهای احیای پایین عمل می‌کند. فرایند از نرمه سنگ آهن که اندازه‌ای بین ۰/۳ تا ۱ میلی‌متر دارد استفاده می‌کند و HBI تولید می‌کند. H<sub>2</sub> مورد استفاده در این فرایند به وسیله فیلتر گاز طبیعی تولید می‌شود، اما H<sub>2</sub> تولید شده از منابعی غیر از یک اصلاح‌کننده هوا، به‌عنوان مثال از الکترولیز آب را نیز می‌توان استفاده کرد. واکنش شیمیایی اصلی در فرآیند Circored با افزودن H<sub>2</sub> به سنگ آهن رخ می‌دهد که باعث تولید آهن خالص و آب طبق واکنش زیر می‌شود.



در مرحله اول نرمه سنگ آهن، خشک شده و تا دمای حدود ۸۵۰ تا ۹۰۰ درجه سانتی‌گراد در یک سیستم پیش‌گرم با بستر سیال و متحرک گرم می‌شود. نرمه‌های سنگ آهن خشک شده سپس به یک کوره CFB<sup>۲</sup> منتقل می‌شوند. گرمای مورد نیاز از طریق احتراق گاز طبیعی و هوا که وارد کوره CFB می‌شوند تأمین می‌شود. در این مرحله مواد اولیه در دمایی حدود ۶۳۰ درجه سانتی‌گراد تا حدود ۷۰٪ به فلز مورد نظر در کوره CFB احیاء می‌شوند. CFB شرایط مطلوب انتقال حرارت و جرم را فراهم می‌کند که باعث می‌شود زمان نگهداری در این مرحله بین ۲۰ تا ۳۰ دقیقه باشد. سرعت گاز نیز در CFB حدود ۴ تا ۶ متر در ثانیه است. مخلوط کردن مواد در جهت عرضی و عمودی در CFB باعث توزیع یکنواخت دما در رآکتور و ترکیب شیمیایی محصول می‌شود.

<sup>1</sup> Hot briquetted iron

<sup>2</sup> Circulating fluidized bed

قسمتی از ذرات فلزی شده از CFB خارج شده و وارد یک کوره بستر متحرک دیگر (BFB<sup>۳</sup>) می‌شوند. کوره BFB به چندین بخش کوچک‌تر تقسیم می‌شود و سرعت گاز در این کوره در محدوده ۰/۵ تا ۰/۶ متر بر ثانیه قرار دارد. BFB با سرعت نسبتاً کم گاز عمل می‌کند و لذا مدت زمان نگهداری در آن از ۲ ساعت تا ۴ ساعت است. واکنش‌ها در اینجا عمدتاً تحت کنترل نفوذ برای تولید با فلزی با خلوصی به میزان ۹۲ تا ۹۵٪ هستند. گاز خروجی از بالای BFB به CFB عبور می‌کند. دمای محصول خروجی از کوره BFB در حدود ۶۳۰ درجه سانتی‌گراد است.

گاز فشرده شده در دو کوره پیش‌گرم تا حدود ۷۵۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده می‌شود تا به هر مرحله از فرایند تزریق شود (به‌عنوان مثال CFB و BFB). گاز خروجی از BFB به‌عنوان گاز ثانویه فرایند به CFB تغذیه می‌شود. گاز خروجی از سیکل CFB در مبدل حرارتی خنک می‌شود، همچنین بخشی از ذرات گرد و غبار از گاز عبوری بازیابی می‌شوند. گاز خروجی به‌طور هم‌زمان به‌منظور تخلیه نهایی گرد و غبار و تولید آب، فشرده و سرد می‌شود. و سپس این گاز در مبدل حرارتی برای تزریق دوباره به فرآیند حرارت داده می‌شود.

روش Circored به دلیل استفاده از نرمه سنگ آهن که ارزان است می‌تواند رقیبی برای روش میدرکس و اچ‌وای‌ال باشد. ولی ضعف این روش در کنترل و ایجاد فشار بالا در کوره احیاء است که اپراتوری این مورد کمی با مشکل همراه است.

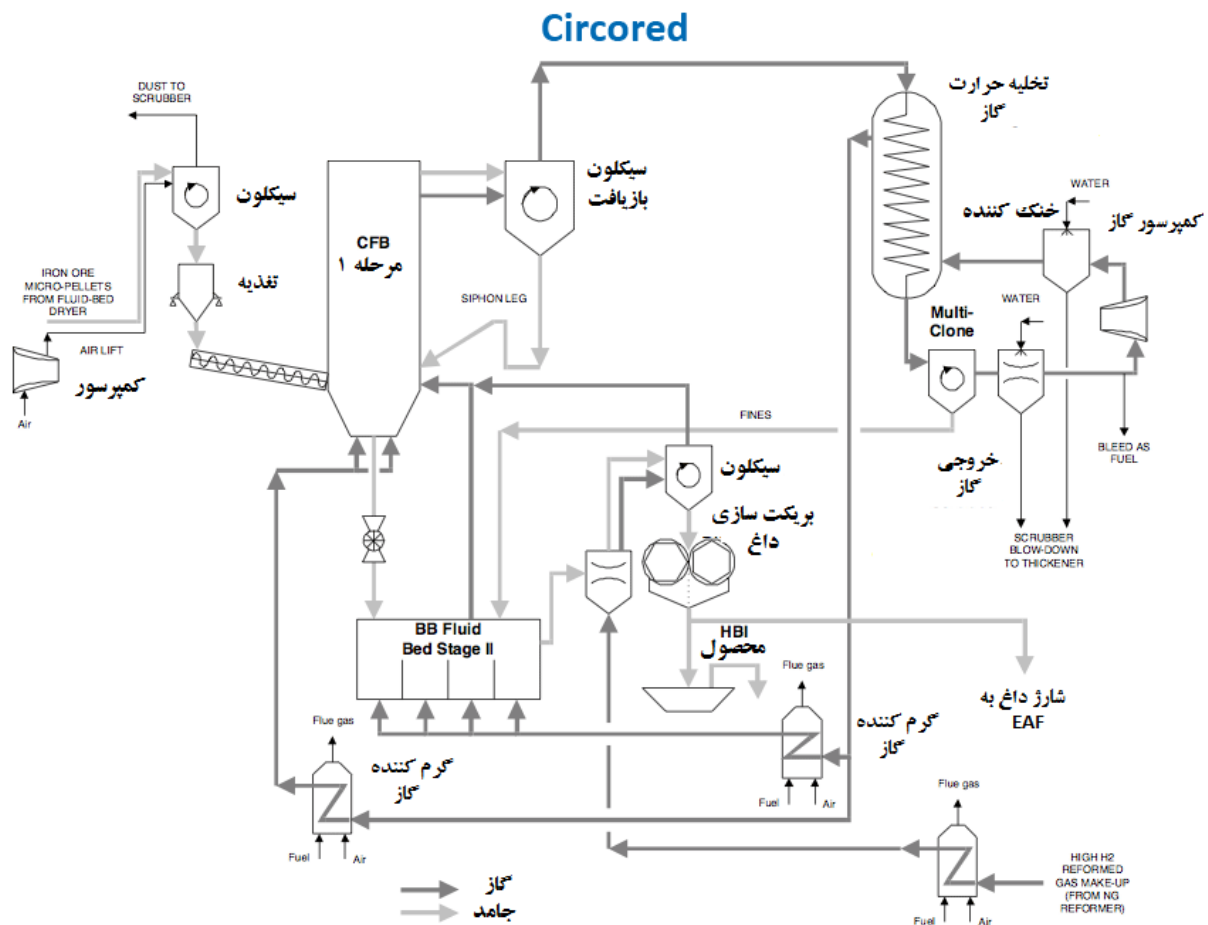
مزیت‌های این فرایند عبارت‌اند از:

توانایی فراوری کردن سنگ آهن ارزان قیمت به‌طور مستقیم.

شرایط انتقال گرما و جرم مناسب در کوره‌ی CFB.

سرمایه‌گذاری و هزینه عملیاتی پایین.

<sup>3</sup> Bubbling fluidized bed



تازه‌های فولاد