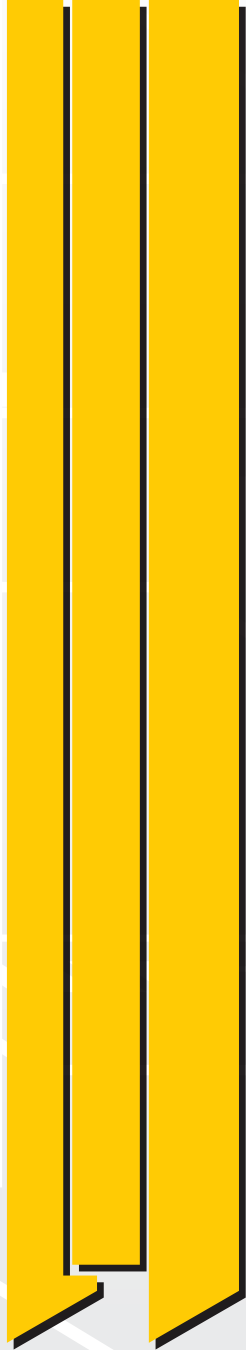


PERED
Persian Reduction

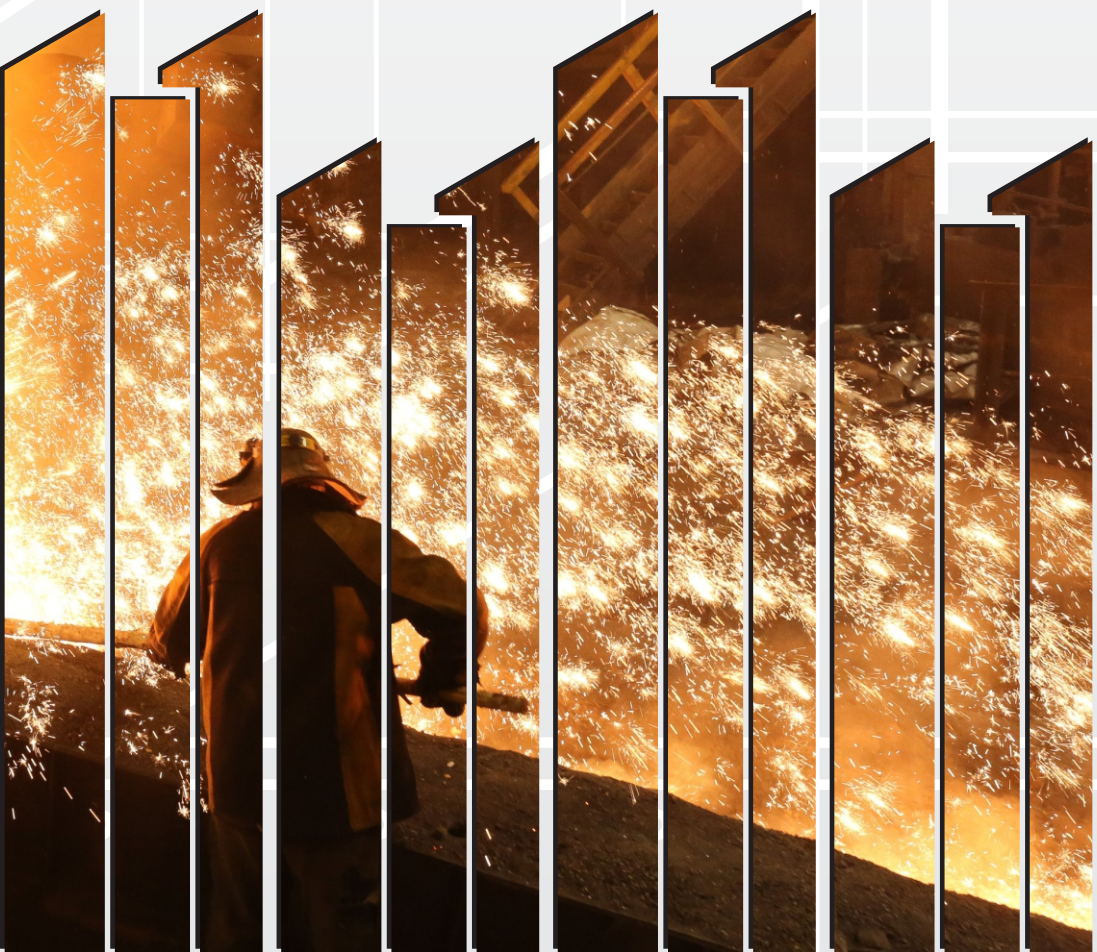
پیرد تکنولوژی برتر ایرانی در صنعت فولاد

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



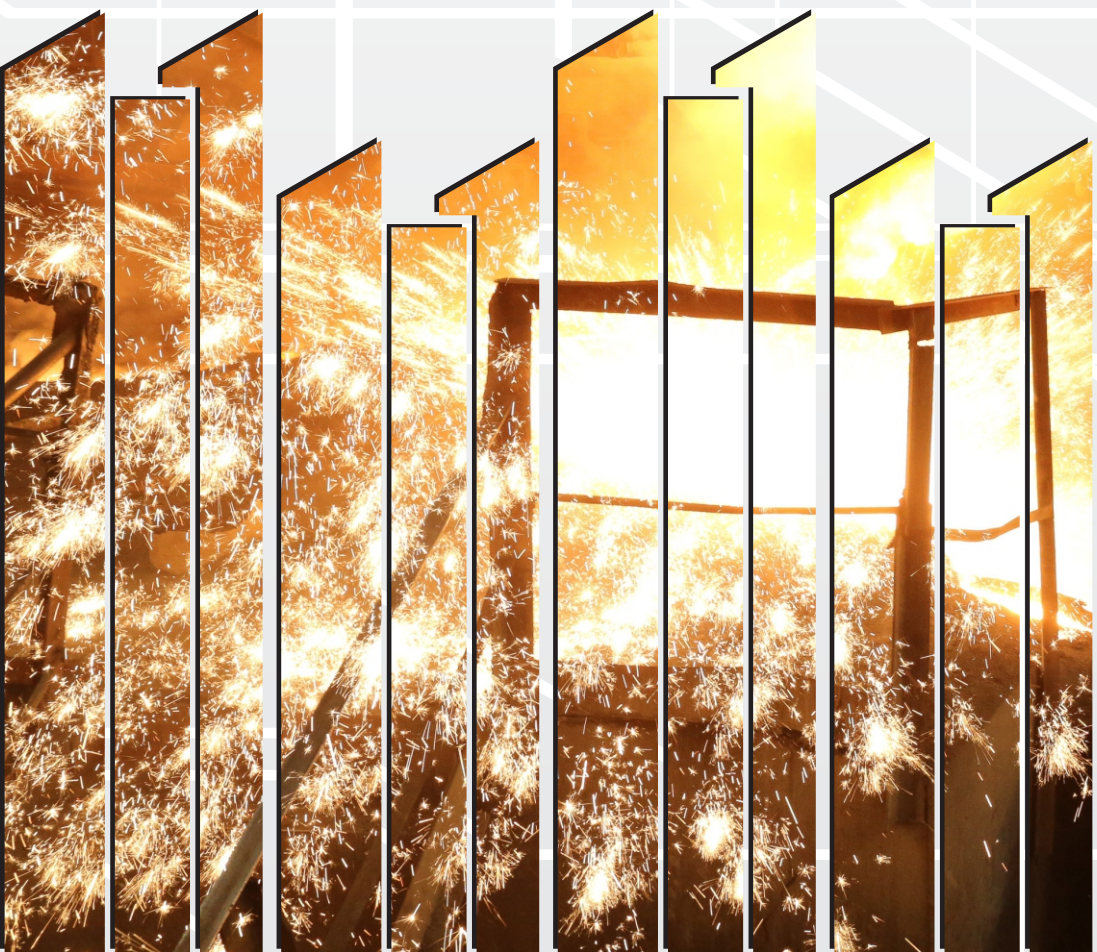
ای آنکه با علم خود تدبیر کرد

يَا مَنْ دَبَّرَ بَعْلِمِهِ



PERED Persian Reduction

پرد تکنولوژی برتر ایران در صنعت فولاد





رهبر معظم انقلاب:

امروز یکی از نیازهای اساسی و درجه‌ی یک کشور، نیاز علمی است. اگر چنانچه ما توانستیم در عرصه‌ی علمی، پیشرفت‌هایی را که تا امروز بحمدالله به دست آمده است، با همین سرعت دنبال کنیم، هم در زمینه‌ی مشکلات اقتصادی، هم در زمینه‌ی مشکلات سیاسی، هم در زمینه‌ی مشکلات اجتماعی، هم در زمینه‌ی مسائل بین‌المللی، مطمئناً گره‌گشائی‌های بزرگی خواهد شد.



دکتر حسن روحانی رئیس جمهور:

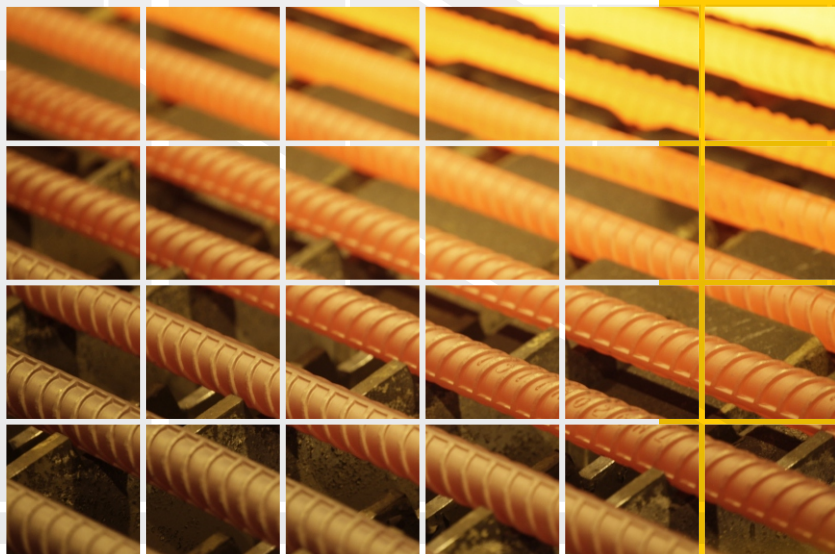
هر زمان، در هر بخشی حتی در زمینه ترویج دین از علم و دانش استفاده کردیم، سخن ما استوارتر و پایدارتر بوده و موفق بودیم و هر جا مدیریت ما در چارچوب دانش بود در مسیری درست حرکت کرده است.



مهدی کرباسیان*

احیای مستقیم ایرانی، نقطه عطف صنعت فولاد ایران

باتوجه به اینکه حدود ۸۰ درصد از ظرفیت های ایجاد شده فولاد خام ایران با روش احیای مستقیم (DRI) ایجاد شده ضروری است که از حداکثر توان فنی و مهندسی داخلی بهره ببریم. خوشبختانه دانشی که پیشتر وارداتی بوده، امروز پس از سال ها تجربه، در دست ایرانیان است، به صورت مکتوب در آمده و دارای حقوق مولف است.

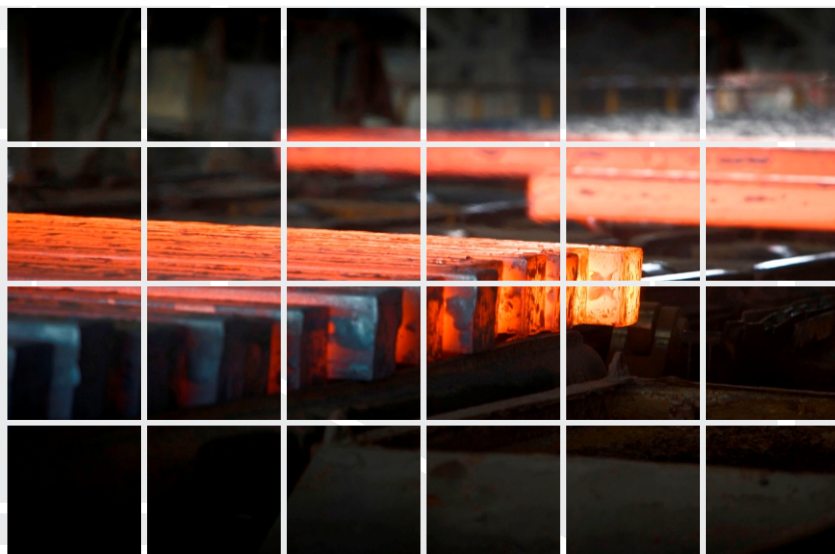


ثبت روش احیای مستقیم ایرانی (در آلمان) نقطه قوتی برای توسعه صنعت فولاد کشورمان به شمار می آید. بیشتر روش میدرکس در کارخانه های فولادی ایران به اجرا در آمده بود، اما با آغاز به تولید کارخانه احیای مستقیم شدگان، دستاورد متخصصان این سرزمین، عینیت یافته و جای بسی افتخار دارد.

در این گزارش فرصتی برای ارایه مزیت های این روش ایجاد شده اما می توان به صورت خلاصه گفت با توجه به اهمیت کاهش مصارف انرژی و به ویژه آب، پَرْد نقطه قوتی برای صنعت فولاد ایران محسوب می شود. کاهش سرمایه گذاری اولیه، بالابردن بهره وری، بهبود شاخص های زیست محیطی، کاهش هزینه های نگهداری و افزایش ساخت داخل از جمله نکات برجسته این تکنولوژی بشمار می رود.

باید اذعان کرد که سال ۱۳۹۶ به طور رسمی سال به یادماندنی صنعت فولاد ایران خواهد شد. شادگان نخستین طرح از مجموعه فولادهای استانی بود که آهن اسفنجی آن از تکنولوژی داخلی بهره برده و پس از آن میانه، نی ریز و بافت هم در نوبت تولید هستند. متخصصان فولاد کشورمان توانسته اند چرخ صنعت فولاد را در سایه اقتصاد مقاومتی به حرکت درآورند.

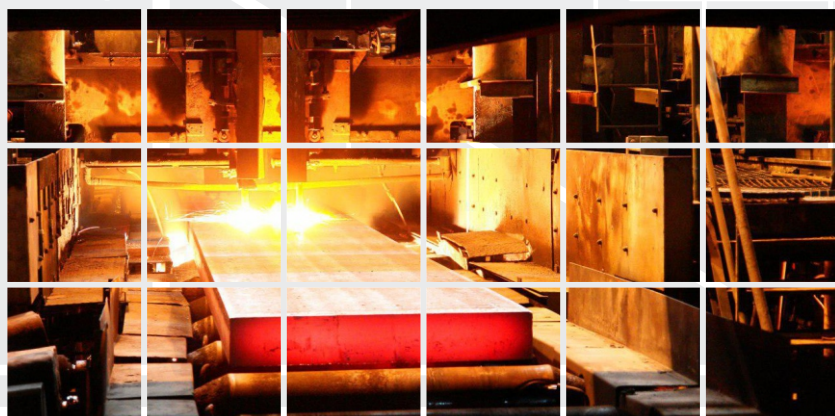
معاون وزیر صنعت معدن و تجارت رییس هیات عامل ایمیدرو



فولاد خام با دو روش تهیه آهن خام (یا چدن مذاب) در کوره بلند یا احیای مستقیم سنگ آهن، ذوب آهن اسفنجی و قراضه در کوره‌های الکتریکی از قبیل قوس الکتریکی، انجام می‌شود که بیش از ۷۰ درصد فولاد جهان به روش کوره بلند و ۳۰ درصد به روش کوره های قوس الکتریکی تولید می شوند. در حالی که صنعت فولاد ایران، مسیر کاملاً متفاوتی را دنبال می کند. بنا بر آمار منتشر شده در سال ۲۰۱۵، کمتر از ۲۰ درصد تولید فولاد ایران به کوره بلند اختصاص دارد و بیش از ۸۰ درصد تولید آن توسط کوره های قوس الکتریکی انجام می شود. هرکدام از روش‌های یاد شده مزایا و معایب مختص به خود را دارند و لذا انتخاب روش تولید، به پارامترهای مختلفی بستگی دارد. مواد اولیه و قیمت انرژی را می‌توان جز اثرگذارترین پارامترهای اثرگذار در این حوزه ذکر کرد.

زغال سنگ و کک را می‌توان از مواد اولیه اصلی مورد استفاده در تولید فولاد به روش کوره بلند نام برد. اما ایران از منابع غنی زغال سنگ برخوردار نیست تا بتواند آن را به کک تبدیل کند و استفاده از کک وارداتی علاوه بر مشکلات تامین بدلیل قیمت بالای آن به لحاظ اقتصادی زیاد مقرون به صرفه نیست. البته برخی کارشناسان بر این باورند که، اگر اکتشافات تکمیلی انجام شود، قطعاً به ذخایر مناسبی از زغال سنگ دست پیدا خواهیم کرد. اما تحقق این امر نیاز به سرمایه‌گذاری بالا و تکمیل فعالیتهای اکتشافی دارد.

بنابراین وجود منابع گاز طبیعی فراوان و به نسبت ارزان و همچنین ذخایر عظیم سنگ آهن مرغوب، از مهم‌ترین دلایل توسعه روش کوره‌های قوس الکتریکی در ایران به شمار می‌رود.



ایران، بزرگ ترین تولید کننده آهن اسفنجی

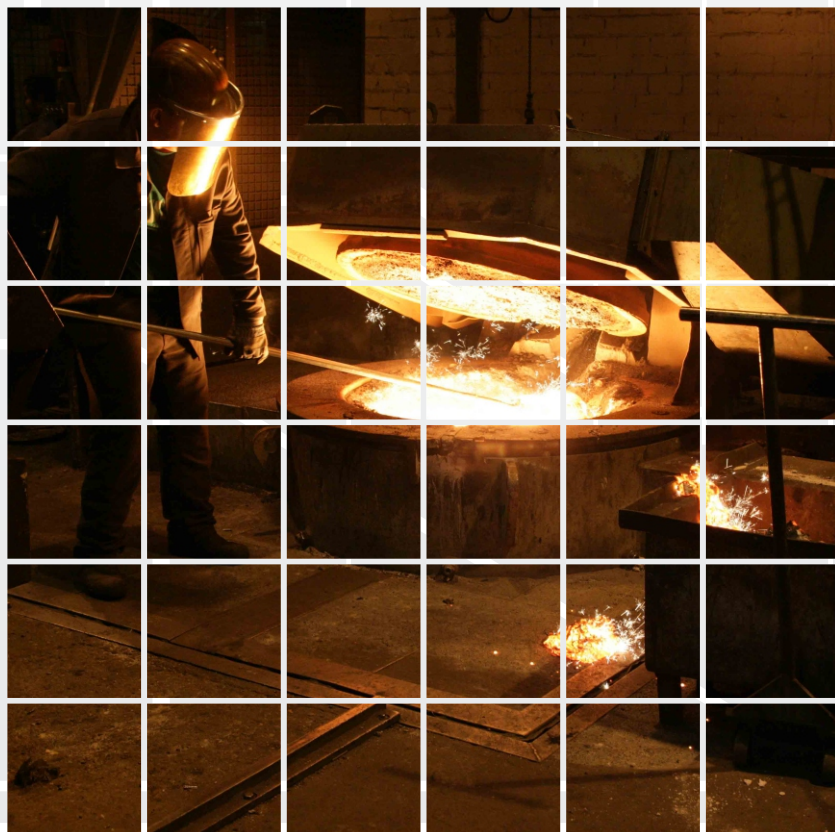
آهن اسفنجی محصول احیای مستقیم گندله سنگ آهن یکی از مواد اولیه ای محسوب می شود که از آن برای تولید فولاد خام توسط کوره های قوس الکتریکی استفاده می شود. این محصول، عیار بالایی دارد و با توجه به کمبود ضایعات آهن، افزایش قیمت و مشکلات محیط زیستی ناشی از استفاده آن، مورد توجه قرار گرفته است.

ایران بزرگترین تولید کننده آهن اسفنجی دنیا به شمار می رود و از روش های گوناگونی برای تولید این محصول در کشور استفاده می شود که مهم ترین آن ها MIDREX، HYL هستند. دو تکنولوژی فوق با محدودیت هایی مواجه هستند؛ بنابراین واحدهای صنعتی در طول سالیان مختلف تلاش کرده اند تا این موانع را به حداقل برسانند. برای نمونه با ایجاد شرایط مختلف برای بهبود ورودی گندله، کسب متالیزاسیون بالاتر یا نرخ بهره بری بیشتر، اقدامات متعددی را انجام داده و طرح هایی را با هدف بهبود شرایط تولید ارائه کرده اند. بنابراین این تکنولوژی ها در مسیر خود، با پیشرفت و بهبودهایی مواجه شده است. در همین رابطه متخصصان کشور که با تکنولوژی های احیای آشنایی کامل داشتند، تغییرات و اصلاحات متعددی را انجام داده و روشی را ابداع کردند که مزیت های هر ۲ روش MIDREX، HYL را دارا است.



متخصصان ایرانی بر اساس تجربیات خود، ابتدا یک ایده را مطرح و سپس روش احیای جدیدی را تحت عنوان PERED ابداع کردند. در این تکنولوژی تلاش شد تا از مزایای دو روش قبلی بهره گرفته شود و در موارد متعددی این قابلیت‌ها افزایش پیدا کنند. در تکنولوژی بوده، امکان تولید محصولات متنوعی همچون احیای مستقیم سنگ آهن، (Direct Reduced Iron)، بریکت گرم آهن اسفنجی (HBI) و HDRI مطابق با نیاز مشتری وجود دارد.

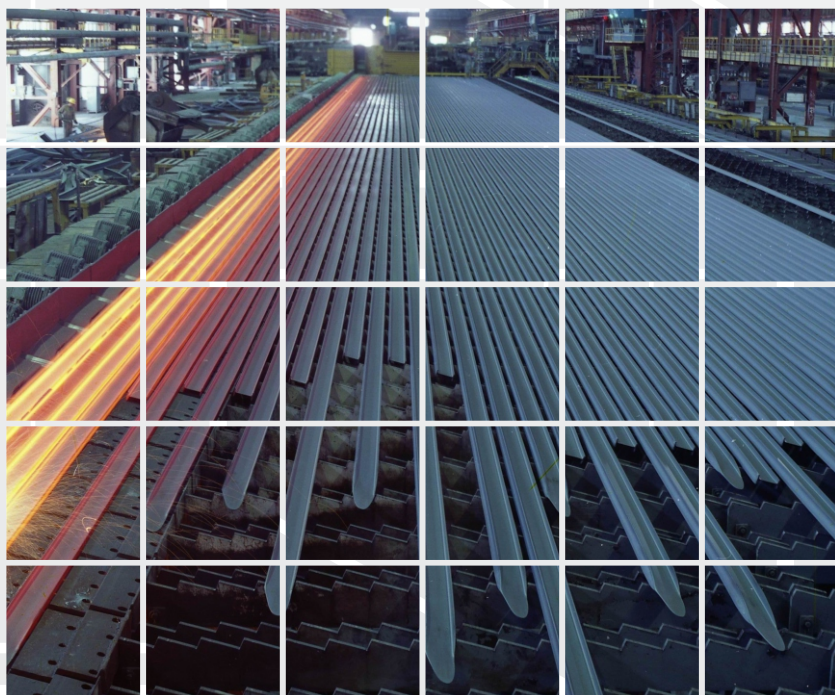
برای تولید محصولات در تکنولوژی یاد شده می‌توان از گاز طبیعی یا گاز سنتز استفاده کرد. این در حالی است که واحدهای احداث شده با این تکنولوژی می‌توانند هر ساله با ظرفیت حدودی ۴۰۰ هزار تن تا ۱ میلیون ۸۰۰ هزار تن آهن اسفنجی تولید نمایند.



روش جدید تولید آهن اسفنجی

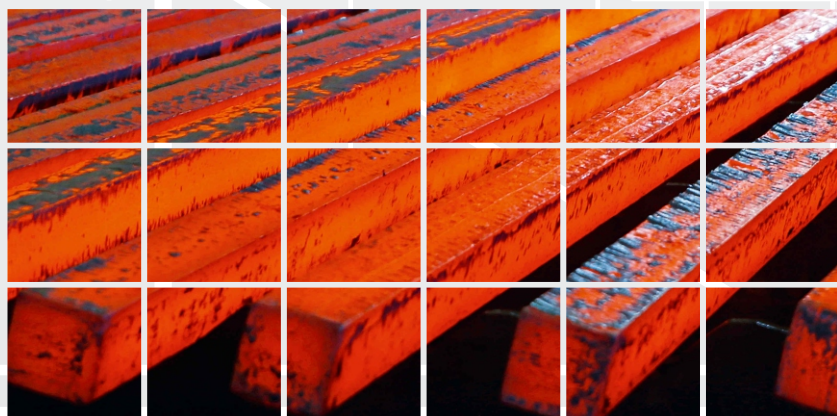
PERED را می‌توان روش بهینه‌سازی شده برای تولید آهن اسفنجی دانست. این تکنولوژی با عنوان (PERED (Persian Reduction، در آلمان و تحت لیسانس شرکت ایرانی MME به ثبت رسیده است. بهره‌گیری از این روش جدید برای تولید آهن اسفنجی نسبت به روش‌های سابق مزیت‌هایی را به دنبال دارد.

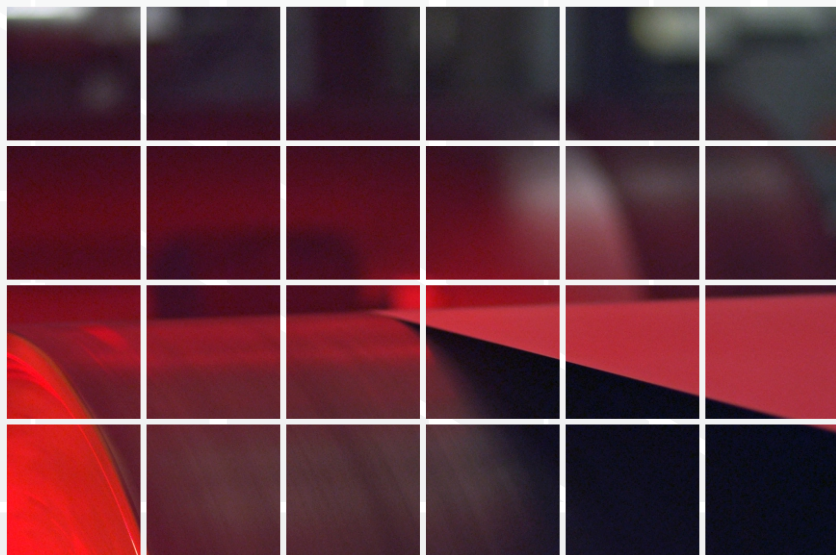
همان‌طور که پیش از این اشاره شد، سابق بر این، برای احیای گندله آهن و تولید آهن اسفنجی، از روش‌های MIDREX و HYL در داخل کشور استفاده می‌شد. بنابر این واحدهایی که از این تکنولوژی بهره می‌گیرند، موظف هستند هزینه‌ای را تحت عنوان حق عضویت در کلپ MIDREX و HYL پرداخت کنند. اما از آنجا که تکنولوژی جدید توسط متخصصان ایرانی ابداع شده و به ثبت رسیده است، واحدهای داخلی از پرداخت این گونه هزینه‌ها معاف خواهند بود. بنابر این در همین ابتدای امر، کاهش هزینه‌های تولید را به همراه دارد.



لازم به یادآوری است که تکنولوژی جدید تفاوت‌هایی با روش‌های گذشته دارند. تغییرات ایجاد شده در کوره‌های جدید عبارتند از:

۱. در روش‌های معمول تولید آهن اسفنجی، گاز احیایی از طریق یک داکت به کوره وارد می‌شود. اما در تکنولوژی جدید، ورود این گاز با استفاده از دو داکت مجزا انجام می‌شود. بنابر این از یک سو یکنواختی و هموژنی گاز احیایی را افزایش می‌دهد و از سوی دیگر می‌توان کنترل آن را بیشتر از روش‌های قبل در اختیار داشت.
۲. در روش‌های قدیمی تولید آهن اسفنجی، ۳ کلوخه شکن بالایی، میانی و پایینی استفاده می‌شود؛ در حالی که در روش PERED، یکی از کلوخه شکن‌ها حذف شده است.
۳. در روش‌های معمول، گندله به‌صورت اختاپوسی به کوره تزریق می‌شد. اما در طرح جدید PERED، لوله تغذیه دیگری برای ورود گندله در مرکز کوره نیز تعبیه شده است. این امر امکان یکنواختی و تامین یکنواخت خوراک را فراهم می‌کند و در نهایت کارایی را افزایش خواهد داد. همین موضوع نیز، می‌تواند یکی از عواملی باشد که زمینه را برای حذف یکی از کلوخه‌شکن‌ها، مهیا می‌کند.
۴. در روش MIDREX از لوله‌هایی با قطر ۸ اینچ به‌عنوان ریفرمر استفاده می‌شود. اما در طرح جدید برای پلنت‌های هشتصد هزار تنی، این قطر تا ۱۰ اینچ افزایش یافته که موجبات کاهش تعداد لوله‌ها را فراهم می‌کند و اندازه نهایی محفظه ریفرمر هم کوچکتر می‌شود.
۵. در روش جدید از کاتالیست منحصر به فردی استفاده می‌شود. این کاتالیست، شکست گازهای احیایی را تسریع می‌کند و طول عمر بیشتری نیز دارد.

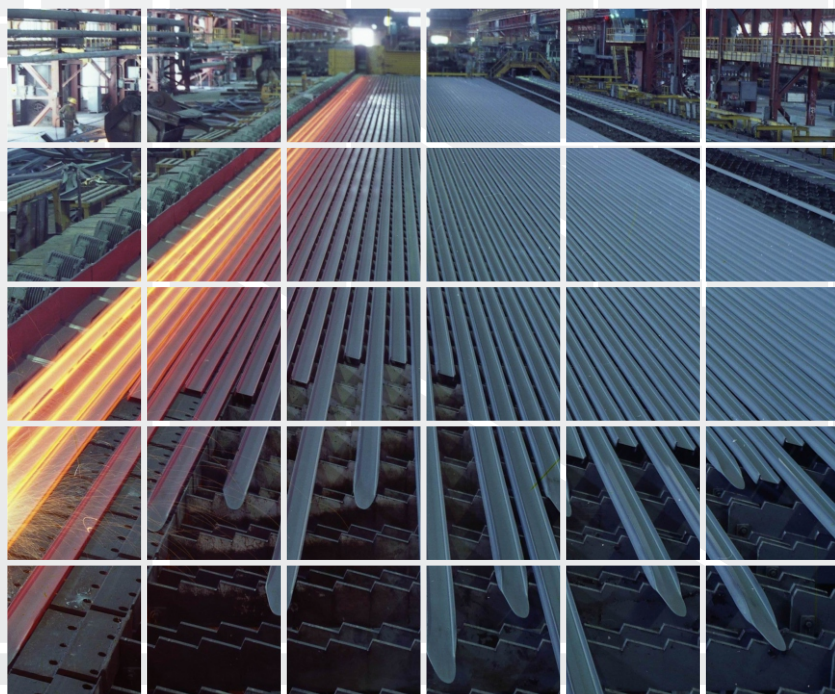




۶. واحدهای MIDREX به کمپرسورهای ارزان تر مجهز هستند. در حالی که در طرح جدید از کمپرسورهای سانتریفیوژی زمینس استفاده می شود. این جایگزینی، آزادی عمل بیشتری را ایجاد می نماید و هزینه های مصارف برق و ... و نیز سرمایه گذاری را کاهش می دهد.
۷. در طرح جدید تولید آهن اسفنجی برای پلنت های هشتصد هزار تنی، رکوپراتور (سیستم بازیاب حرارتی) به صورت معکوس نصب شده است. نحوه نصب تجهیز یاد شده، این امکان را فراهم می آورد تا در زمان تعمیر تجهیزات، باندل ها با سهولت بیشتر و طی زمان کمتری از رکوپراتور خارج شوند.
۸. در روش PERED، فضای خالی بالای کوره کم شده است و ارتفاع کوره نیز به علت تفاوتی که در نوع تزریق شارژ انجام شده و پیش تر هم به آن اشاره شد، کوتاه تر شده است. داکت جانبی خروجی گاز به دو داکت از روی سقف تغییر یافته است.
۹. در کوره های MIDREX خنک کردن کوره به صورت نقطه ای و سپس درخت کریسمس انجام می شود. اما در روش PERED، خنک کنندگی از طریق خط محیطی انجام می شود. بنابر این خنک کاری در روش جدید از توزیع، اثرگذاری و کارایی بیشتری برخوردار است.
۱۰. ریفورمر از تزریق بخار بهره می برد و کنترل پارامترهای ریفورمینگ را بهتر نموده است.
۱۱. با استفاده از تزریق گاز در ناحیه میانی کوره، بهره وری افزایش پیدا می کند.

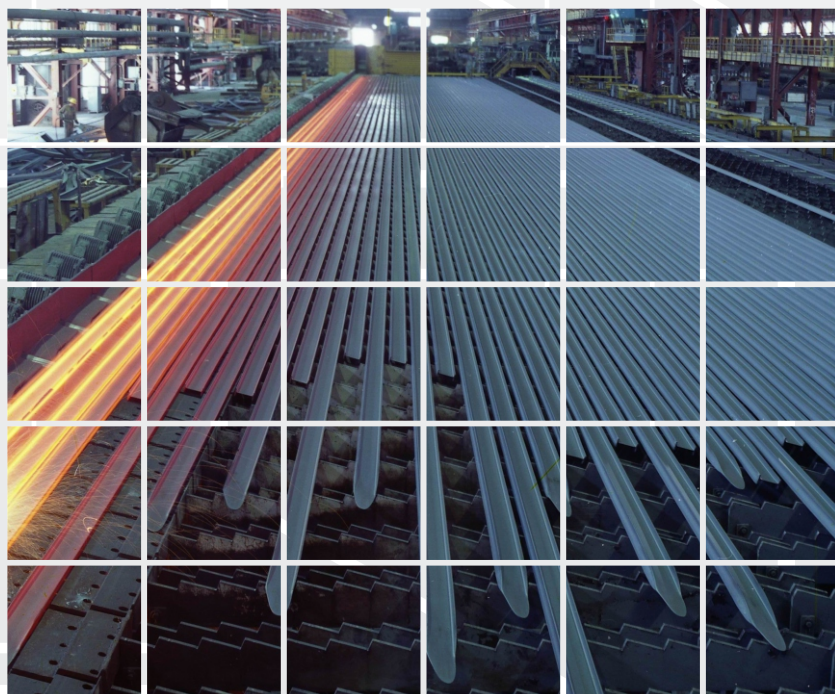
تمامی موارد یاد شده در نهایت موجبات بهبود فرآیند احیا را در این ابداع جدید فراهم می آورند. در واقع باید گفت که تغییرات ایجاد شده مزیت هایی را به دنبال دارند. کاهش میزان سرمایه گذاری اولیه یکی از مهم ترین مزیت های روش PERED به شمار می رود؛ همچنین نباید از توجه به این نکته غافل بود که سرمایه مصرف شده نیز در داخل کشور استفاده خواهد شد و موجبات رونق هر چه بیشتر صنایع داخلی را فراهم می آورد. در طرح جدید انتظار می رود که دما کاهش یابد و از حجم ورود گازهای آلاینده به اتمسفر کاسته شود. بنا بر این، در راستای حفظ محیط زیست موثر خواهد بود.

این طرح همچنین به افت مصرف آب، برق و گاز جایی که اجرای این پروژه ها نزدیک به ۱۰ سال زمان برد. همچنین گذشت زمان نیز مسائلی چون فرسودگی تجهیزات را پدید آورد و لذا واحدها برای راه اندازی مجدد گارانتی ها و سرویس مجدد این دستگاه ها، هزینه های اضافه ای را متحمل شدند.



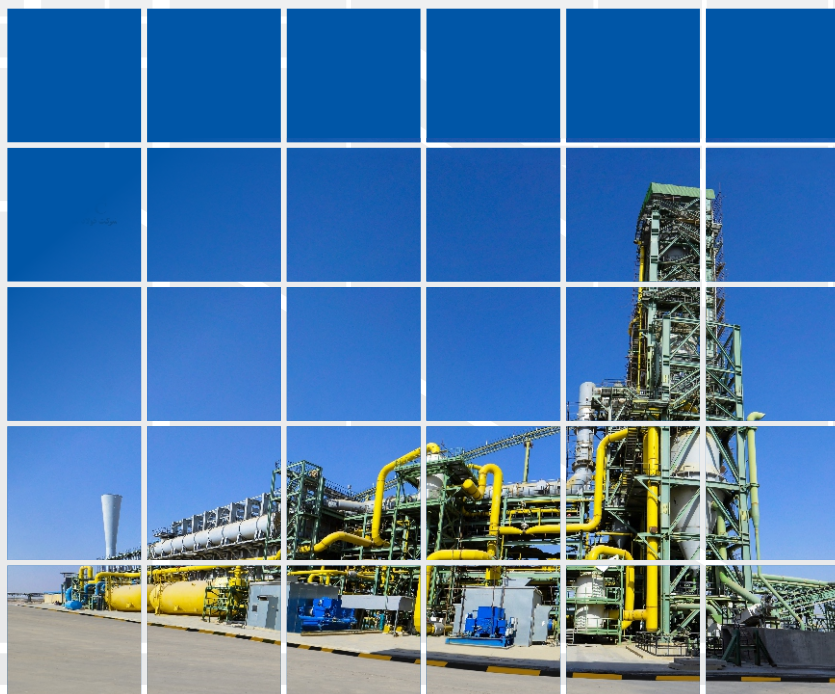
بنا بر این نباید از این نکته غافل شد که دوره زمانی راه اندازی و رسیدن به محصول در اینگونه طرح های جدید، از یکسو به علت تازگی تکنولوژی و از سوی دیگر به دلیل برخی مشکلات یاد شده برای تجهیزات، طولانی تر از زمان های متداول در راه اندازی واحدهای میدرکس خواهد بود. البته انتظار می رود در آینده و با کسب تجربیات حاصل از راه اندازی و تحقق پارامترهای مورد انتظار در تکنولوژی پرده، طرح های آتی کشور برای تولید آهن اسفنجی با بهره گیری از این روش، احداث شوند.

همچنین گفتنی است که تکنولوژی های میدرکسی که در گذشته احداث شده اند را می توان تا بهبود بخشید و به PERED تبدیل کرد. این طرح برای فولاد خورستان انجام شد و طی آن، ظرفیت ۶۵۰ هزار تنی این واحد به ۸۵۰ هزار تن ارتقا یافت. یعنی ۳۰ درصد افزایش ظرفیت با این تغییرات ایجاد شد. در نتیجه حتی واحدهای قدیمی می توانند از مزیت های این روش در برای بهبود عملکرد خود استفاده کنند. البته اگر با مشکل لیسانس میدرکس مواجه نگردد.



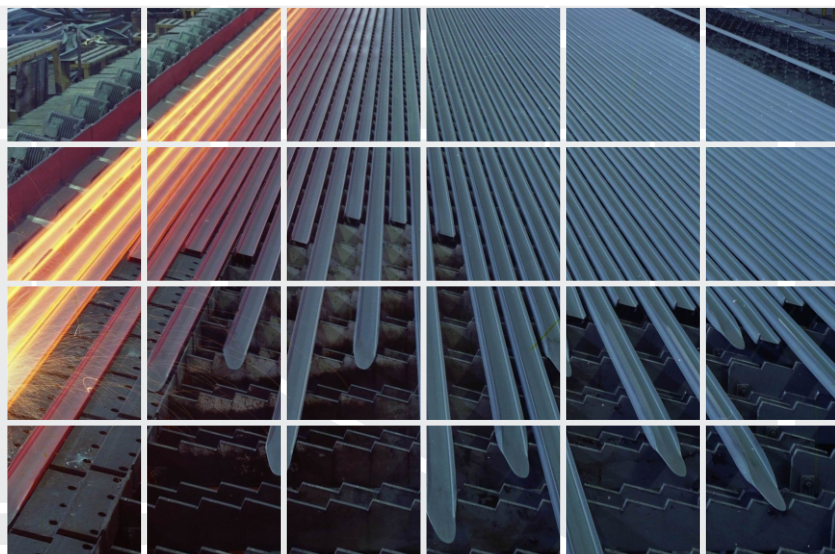
مزایای کارخانه Pered ایرانی نسبت به Midrex امریکایی:

- ۱- سرمایه هزینه پایین
- ۲- انعطاف پذیری به استفاده از مواد اولیه محلی
- ۳- قابلیت اطمینان عالی (Reability)
- ۴- مصرف آب کمتر
- ۵- سازگاری بیشتر با محیط زیست
- ۶- پایین تر بودن هزینه تعمیر و نگهداری
- ۷- عملکرد و کارایی بهتر و بیشتر
- ۸- جلوگیری از خروج ارز از کشور برای خرید تکنولوژی
- ۹- خود اتکایی تکنولوژی با استفاده از متخصصان داخلی
- ۱۰- مصرف انرژی پایین
- ۱۱- انعطاف پذیری به استفاده از سنگ توده



برخی از ویژگی های منحصر به فرد Pered عبارتند از:

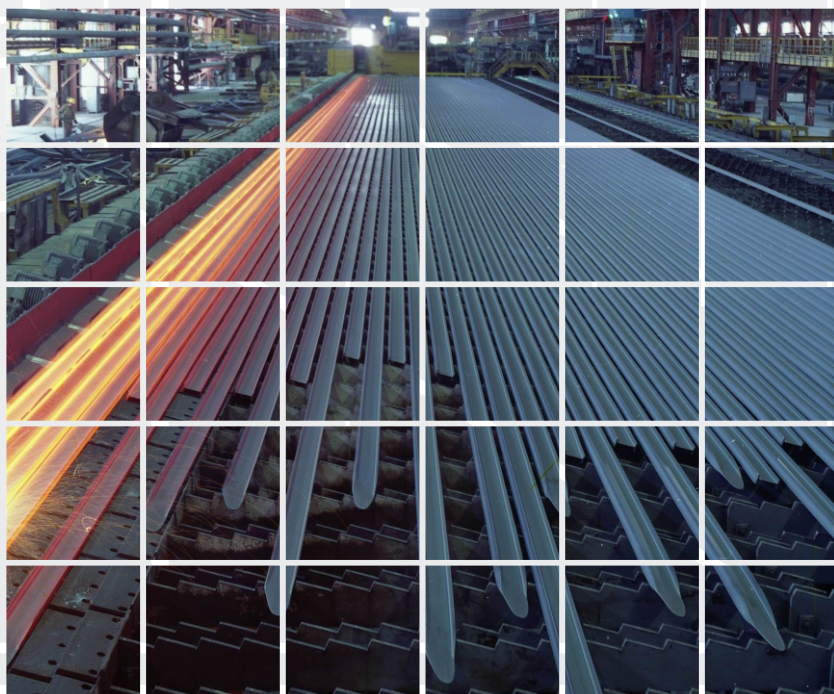
- آب بندی مکانیکی کوره، فشار عملیاتی متوسط، درجه حرارت قابل انعطاف و کیفیت گاز قابل انعطاف ورودی.
- صرفه جویی در انرژی و هزینه، بسیاری از تجهیزات با آخرین فن آوری های موجود.
- این طراحی موجب کاهش سایش تجهیزاتی مانند ریفرمر و نهایتاً کاهش هزینه ها شده است.
- با توجه به انعطاف پذیری نسبت به تغییرات دمایی و خلوص گاز احیاء، امکان تشکیل خوشه (cluster) در کوره کمتر است.
- با توجه به طراحی خاص توزیع گاز در قسمت cooling zone کوره احیاء (استفاده از china hat) خنک شوندگی محصول بهتر و سریع تر است.
- نرخ تولید محصول (tons product/M3/day) در واحد Pered بیشتر از واحد Midrex است.
- با توجه به تغییرات در طراحی اسکرابرها، بازدهی اسکرابرهاى Pered بالاتر شده است.
- با توجه به طراحی خاص کلوخه شکن ها، تولید fine در واحد Pered کمتر شده است.
- با توجه به تغییرات در کوره، توزیع دما در کوره Pered بهتر شده است.
- تعمیر و نگهداری tube bundle ها در واحد Pered سریعتر و بهتر است. (با توجه به تغییرات در طراحی سیستم heat recovery)



در پارامترهای مختلف MIDREX با PERED جدول مقایسه تکنولوژی

Typical comparison between PERED® & MIDREX is as shown below

Parameter	Unit of Measurement	Midrex	PERED
Carbon %	%	1.5 – 3.0	1.5 – 2.5
Pellet / DRI	Ton / Ton DRI	~ 1.42 less dust	1.45
Gas Consumption	Gcal / Ton DRI	2.4 – 2.7	2.5 – 2.8
Power Consumption	Kwh / Ton DRI	100 - 120	100 - 130
Water Consumption	M³ / Ton DRI	0.9 – 1.4	1.0 – 1.5
Furnace Efficiency	Ton / Day – M³	10-10.5	9.5-10
Maintenance Costs	Euro / Ton DRI	3.9	4.3
Man-Hour	Man-Hour / Ton DRI	0.40	0.45







WWW.IMIDRO.GOV.IR