سرمقاله

در شماره
حاضر نشریه پیام فولاد که با تلاش
همکاران در انجمن آهن و فولاد ایران و همکاری
بی‌دریغ همکاران دانشگاهی و تلاشگران در بخش صنعت مهیا
گردیده و به صورت حاضر آماده شده است، بحث‌های عمیقی در رابطه
با متالورژی و ریخته‌گری فوم های فلزی متخلخل و اهمیت ریخته‌گری مداوم
فولاد پریتکتیک که در صنعت ریخته‌گری مداوم اهمیت به‌سزایی دارد می‌تواند
مشکلاتی را در این فرایند به همراه داشته باشد بحث شده که مجموعه مطالب آن
امیدوارم مورد توجه قرار گیرد. در ضمن در رابطه با صنعت فولاد در هند و بررسی
عوامل موثر در آن و همچنین پیش‌بینی آینده آن در یک مقاله‌ی وسیع آورده شده
است که توجه به مطالب آن در جهت نگرش به صنعت فولاد کشور ما مفید خواهد
بود. علاوه بر موضوعات فوق مطالب طراحی شده در مجله در این شماره نیز
آورده شده است که در مجموع امیدوارم مطالب آن مورد استفاده قرار گیرد
و حداقل بخشی از آن جاذبه‌ی خواندن داشته باشد. در پایان نیز از
تمامی همکاران درخواست دارم با ارسال مطالب جهت
چاپ در شماره‌های آینده‌ی این مجله ما را
یاری نمایند.

دکتر حسین ادریس
مدیرمسئول و سردبیر فصلنامه پیام‌فولاد

توسعه فناوری ریخته‌گری فوم‌های فلزی متخلخل*

ترجمه و تدوین: مهندس حمید سازگاران[1] و دکتر علیرضا کیانی رشید[2]
۱. دانشجوی دکتری، گروه مهندسی متالورژی و مواد، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲. دانشیار، گروه مهندسی متالورژی و مواد، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

فوم‌های فلزی مواد نسبتاً جدیدی هستند که ویژگی‌های بسیار جذاب و گوناگونی را در مقایسه با مواد جامد ساخته شده از آن‌ها نشان می‌دهند. در گذشته، هنگامی که یک فلز با دانسیته نسبتاً بالا شامل حفراتی بود، این حفرات به عنوان «عیب[1]» در نظر گرفته می‌شدند و بنابراین چنین ماده ای برای اهداف فنی و مهندسی مناسب نبود. در سال‌های اخیر، این مسئله اهمیت یافت که دسته‌ای جدید از مواد تحت عنوان «فلزات متخلخل یا فوم‌های فلزی» به علت خواص فیزیکی و مکانیکی منحصر به فرد تولید شوند. این مقاله به چگونگی روش ریخته‌گری چدن خاکستری متخلخل ارتباط دارد. در تحقیق حاضر، آزمون‌ها در این زمینه انجام شده‌اند و تولید چدن متخلخل با استفاده از یک فرآیند ریخته‌گری تجربه شده است. طرح باکس- بِهنکِن[2] به کار گرفته شد و چگالی و درصد تخلخل اندازه‌گیری و علاوه بر این، رادیوگرافی، آنالیز ریزساختار، آنالیز به کمک SEM، آزمون فشار و سختی‌سنجی نیز انجام شده است.

کلمات کلیدی: فوم‌های فلزی، تخلخل، DOE، سختی، آنالیز SEM و رادیوگرافی.

۱. مقدمه

فوم‌های فلزی زیرمجموعه‌ای از مواد سلولی هستند که معمولاً دارای سلول‌های چندضلعی می‌باشند، اما شکل حفرات ممکن است در مواردی تغییر کند. به عنوان مثال در انجماد جهت‌دار، مورفولوژی متفاوتی ایجاد می‌گردد. از لحاظ نوع حفرات، فوم‌های فلزی دارای سه گونه سلول باز، سلول بسته و ترکیبی از هر دو می‌باشند. بر اساس نوع حفرات موجود در فوم‌های فلزی، آن‌ها به دو دسته فوم‌های سلول باز و فوم‌های سلول بسته تقسیم می‌شوند. فوم‌های سلول باز یک شبکه به هم متصل از ستون‌های جامد را تشکیل می‌دهند و یک ماده سیال می‌تواند از درون آن‌ها عبور نماید. فوم‌های سلول بسته از شبکه‌ای از حفرات بسته و نزدیک به هم تشکیل شده است که همه دیواره‌ها در بین حفرات مشترک می‌باشد. اختلاف عمده در بین فوم‌های سلول باز و فوم‌های سلول بسته در حفرات مشاهده می‌شود. فوم‌های سلول باز، مایعات و گازها را از درون خود عبور می‌دهند و در کاربردهایی همانند فیلتراسیون تا ساخت مبدل‌های حرارتی که نیازمند سطوح زیاد می‌باشند، مورد استفاده قرار می‌گیرند و این در حالی است که فوم‌های سلول بسته در مصارف جذب انرژی و کاربردهایی مشابه، سپرهای اتومبیل‌ها، پل‌ها و ساختمان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

یک سیال نمی‌تواند از درون یک فوم سلول بسته عبور نماید. فوم‌های سلول بسته در کاربردهای سبک‌وزن به علت سفتی زیاد و چگالی کم به کار می‌روند. ایجاد فوم‌های فلزی منجر به بهبود خواص می‌گردد و در مقایسه با مواد غیرفومی، فوم‌ها دارای سفتی بیشتر، نسبت استحکام به وزن بالاتر، جذب انرژی بهتر، قابلیت تحمل دماهای بالا و قابلیت مقاومت در شرایط محیطی هستند. در مقایسه با فلزات جامد، فوم‌های فلزی سفتی ویژه (نسبت سفتی به وزن) بالاتر دارند و توسط ایجاد تغییر در اندازه، شکل و کسر حجمی سلول‌ها می‌توان به خواسته‌هایی با دامنه وسیعی از کاربرد پاسخ داد. در این مقاله، طراحی آزمایش (DOE) همان طور که به صورت گسترده در تحقیق و توسعه به کار برده می‌شود، مورد استفاده قرار گرفت که تعداد زیادی از منابع برای حل چنین مسئله ای بهینه‌سازی شدند. نکته کلیدی در بهینه‌سازی هزینه‌ها، انجام آزمایشات به تعداد محدود می‌باشد. طراحی آزمایش (DOE) فقط به تعداد کمی آزمایش نیاز دارد و بنابراین به کاهش هزینه‌ها کمک می‌کند.

1. Defect
2. Box-Behnken

* این متن ترجمه مقاله زیر است:

S.S. Mohamed-Nazirudeen, A.K. Shaik-Dawood, Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering, Volume 4, Number 2, March. 2010 ISSN 1995-6665 Pages 292 – 299.

۲- تاریخچه و اصول اولیه

اولین فوم فلزی در سال ۱۹۴۳ توسط بنجامین ساسنیک[1] در سان فرانسیسکو در کالیفورنیا تولید شد. یک حفره، یک حجم باز در زمینه فلز یا شبکه‌ای با توزیع یکنواخت می‌باشد. با به کارگیری عوامل تولید، ساختار حفره‌دار می‌تواند هندسه پیوسته یا غیرپیوسته، دامنه‌ای متنوع از اندازه حفرات، درصدهای متفاوتی از حفرات و قابلیت کنترل شکل حفرات در محصول نهایی را داشته باشد. حفرات پیوسته به یکدیگر و به سطوح متصل می‌شوند و به سیال اجازه داده می‌شود که از یک طرف به طرف دیگر جریان یابد. بانهارت[2] کاربردهای فوم‌های فلزی را به صورت تابعی از حفرات آن‌ها دسته بندی کرده است. مواد فلزی و غیرفلزی پُر تخلخل، مواد مهندسی هستند که به منظور خواص ویژه‌ای طراحی شده‌اند و می‌توانند در کاربردهای زیادی همانند حمل و نقل مورد استفاده قرار گیرند. فوم‌های فلزی دارای ترکیبی منحصر به فرد از این خواص همانند خواص جذب صوت، قابلیت جذب انرژی فراوان و کاربرد در صنایع خودروسازی (سبب کاهش هزینه نیروهای رانش به جلو می‌شوند) را دارا می‌باشند. توسعه ساختارهای متخلخل جدید یک چالش مهم برای مهندسین مواد می‌باشد.

روش‌های تولید فوم‌های فلزی شامل متالورژی ذوبی و متالورژی پودر می‌باشند. روش‌های ذوبی شامل فوم‌سازی درون مذاب فلز توسط افزودن یک واکنش‌دهنده یا عامل فوم‌ساز یا دمش یک گاز خنثی به درون مذاب می‌باشد. عامل فوم‌ساز و واکنش‌دهنده توسط همزدن مکانیکی به درون مذاب افزوده می‌شوند و اجازه داده می‌شود تا عامل فوم‌ساز تجزیه شده، گاز آزاد کند و فوم فلزی ایجاد شود. در روش‌های متالورژی پودر، پودر فلز به همراه پودر عامل فوم‌ساز مخلوط شده و فشرده می‌شوند. سپس ماده فشرده شده در بالاتر از دمای سالیدوس و تحت فشار حرارت داده می‌شود. در انتها، ماده فشرده شده نورد گرم شده تا ورقه‌هایی از فوم فلزی ایجاد شود.

۲-۱- فوم‌های تولید شده از فرآیندهای متالورژی با استفاده از مواد پُرکننده

اولین گروه از فرآیندهای فوم‌سازی شامل فلز ذوب شده‌ای بودند که به درون مواد متخلخل که به صورت مستقیم فوم شده‌اند، وارد می‌شد. با استفاده از یک روش غیرمستقیم همانند ریخته‌گری، مذاب فلز درون مواد فیلتری جامد قرار می‌گرفت که این مواد دارای فضایی برای ایجاد حفرات می‌باشند. فلزات متخلخل سبک وزن می‌توانند توسط ریخته‌گری در اطراف گرانوله‌های غیرآلی یا کره‌های توخالی با چگالی کم یا توسط فلزخورانی[3] تولید شوند. سپس گرانوله‌ها درون مذاب باقی می‌مانند یا مذاب سرتاسر ماده فیلتر را پُر می‌کند. ظرفیت حرارتی و هدایت حرارتی گرانوله‌ها خیلی پایین می‌باشد و بنابراین موجب اختلال در جریان مذاب نمی‌شوند. دامنه گسترده‌ای از مواد شامل آلومینیوم، منیزیم، آهن، روی، سرب، قلع و ... می‌توانند به این روش تولید شوند. قطعاتی با اشکال از قبل تعیین شده می‌توانند توسط طراحی یک قالب با هندسه مناسب تولید شوند. در این مقاله، گلوله‌های ماسه‌ای درون چدن خاکستری مذاب به منظور تولید قطعات ریختگی متخلخل قرار داده شدند.

۲-۲- چدن خاکستری

چدن خاکستری یکی از موادی است که به سادگی قابل ریخته‌گری می‌باشد. چدن خاکستری کم‌ترین دمای ریختن در بین فلزات آهنی را دارا می‌باشد که این امر سبب سیالیت خوب و قابلیت پُر کردن اشکال پیچیده می‌شود. ورقه‌های گرافیت که در فضای سه بعدی به صورت گل رُزی می‌باشند، چگالی کمی دارند و بنابراین انقباض ناشی از انجماد را جبران می‌نمایند که قابلیت ریخته‌گری خوبی را نتیجه می‌دهد. ورقه‌های گرافیت دارای خواص میرایی و قابلیت ماشینکاری خوب می‌باشند که قابلیت ماشینکاری خوب به عمل کردن گرافیت‌ها به عنوان خردکننده براده و ایجاد روانکار بر روی ابزارهای برش ارتباط دارد. در کاربردهایی شامل سایش، گرافیت مفید می‌باشد و علت آن حفظ روانکاری می‌باشد.

در این مقاله، طراحی آزمایشات انجام گرفته است و این یکی از ابزارهای بیان کیفیت می‌باشد. تاگوچی یک سیستمی برای طراحی‌های جدول‌بندی شده (آرایه‌ها) توسعه داد که اجازه می‌دهد که بیشترین تعداد تاثیرات اصلی در یک روش بدون تبعیض (متعامد) با کمترین تعداد اجرا در آزمایشات تخمین

1. Benjamin Sosnick
2. Banhart
3. Infiltrating

زده شود. در اینجا طرح باکس- بِهنکِن یک طرح روش‌شناسی سطح پاسخگو می‌باشد. این روش برای مطالعات بیشتر به کار گرفته شد و اثر عوامل بعد از شناسایی عوامل تأثیرگذار با استفاده از آزمایشات فاکتوریل گزینشی مطالعه گردید.

۳- آزمون‌ها

۳-۱- ریخته‌گری فلز در اطراف گرانوله‌ها

فرآیند تولید بدین گونه است که یک ماده مذاب به درون یک قالب که حاوی گلوله‌های تو خالی با شکل مطلوب می‌باشد، ریخته می‌شود و اجازه داده می‌شود تا جامد گردد. قطعه منجمد شده نیز یک قطعه ریختگی می‌باشد که به منظور کامل شدن فرآیند از درون قالب خارج می‌شود یا قالب شکسته می‌شود. ریخته‌گری فلزات و آلیاژها در اطراف یک ماده فیلتر نیز اخیراً مورد توجه واقع شده است. در این فرآیند، سه مرحله به صورت متناوب انجام می‌گیرد که شامل آماده‌سازی فیلتر با فضای خالی با استفاده از گرانوله‌های آلی یا غیرآلی، فلزخورانی مذاب به درون فیلتر و خارج کردن گرانوله‌های فیلتر می‌باشد.

۳-۲- آماده‌سازی گلوله‌های ماسه‌ای

گلوله‌های ماسه‌ای به صورت دستی با استفاده از جعبه ماهیچه توسط مخلوط ماسه سیلیکا، بنتونیت، دِکسترین و سیلیکات سدیم آماده‌سازی می‌شوند که در شکل ۱ گلوله‌های ماسه‌ای نمایش داده شده است.

یک الگوی چوبی با ابعاد ۶۵ mm × ۱۷۰ mm × ۱۸۰ mm برای تولید قالب با استفاده از قالب‌گیری ماسه تَر با ۵ درصد خاک رس و ۳/۵ درصد رطوبت به کار برده شد. گلوله‌های ماسه‌ای درون حفره قالب را پُر می‌کنند. ریخته‌گری ماسه‌ای توسط جعبه قالب‌گیری با ابعاد ۱۵۰ mm × ۴۸۰ mm × ۶۴۰ mm از جنس چدن انجام شد. چدن خاکستری درون یک کوره القایی با نسبت‌های شیمیایی ارائه شده در جدول ۱ ذوب و جوانه‌زای پایه بریلیوم ۰/۲ درصد جهت جوانه‌زایی در بوته استفاده گردید و مذاب در دماهای گوناگون ۱۳۸۰ °C (۲۵۱۶ °F)، ۱۳۸۵ °C (۲۵۲۵ °F) و ۱۳۹۰ °C (۲۵۳۴ °F) به درون حفره قالب ریخته شد. ترکیب شیمیایی در جداول ۱، ۲ و ۳ ارائه شده است. سپس قالب پُر شده تخریب و سیستم راهگاهی جدا گردید و همه نمونه‌های تهیه شده در دماهای گوناگون شات بلاست شدند.

شکل ۱. نمایش گلوله‌های ماسه‌ای.

جدول ۱. ترکیب شیمیایی چدن خاکستری در دمای ۱۳۸۰ °C

عنصر	C	Si	Mn	S	P
درصد وزنی	۳/۳۴	۲/۱۸	۰/۵۶	۰/۱۴	۰/۲۵

جدول ۲. ترکیب شیمیایی چدن خاکستری در ۱۳۸۵ °C

عنصر	C	Si	Mn	S	P
درصد وزنی	۳/۳۸	۲/۲۰	۰/۶۰	۰/۱۶	۰/۲۸

جدول ۳. ترکیب شیمیایی چدن خاکستری در ۱۳۹۰ °C

عنصر	C	Si	Mn	S	P
درصد وزنی	۳/۳۶	۲/۲۰	۰/۵۸	۰/۱۵	۰/۲۷

۴- بررسی چدن خاکستری متخلخل

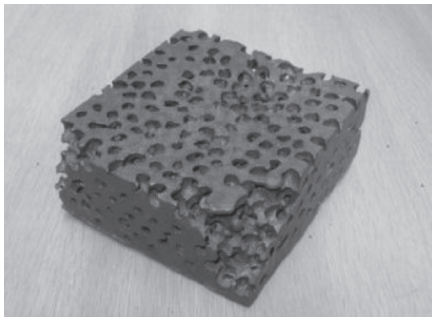
۴-۱- چگالی و توسعه تخلخل

فوم‌ها برحسب چگالی توصیف می‌شوند و از این رو خواص مکانیکی فوم‌های فلزی به شدت وابسته به چگالی می‌باشد. چگالی یکی از خواص فیزیکی می‌باشد و به صورت جرم بر واحد حجم ماده اندازه‌گیری می‌گردد.

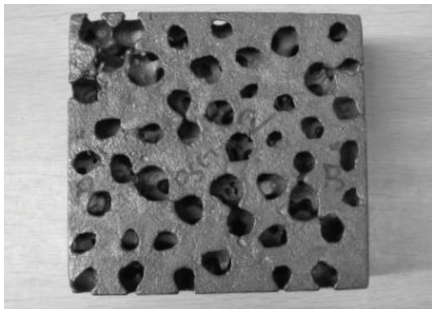
حجم محصول ریختگی / جرم قطعه ریختگی متخلخل = چگالی

درصد تخلخل به صورت یک اندازه‌گیری تقریبی از حجم باز برابر ۱۰۰ درصد منهای چگالی قطعه می‌باشد. کل حجم‌های باز تخلخل‌های متصل به هم و جدا از هم معمولاً به دست می‌آید. در اینجا، در ابتدا آزمایش توسط یک مدل بدون تخلخل برای تعیین چگالی انجام می‌گیرد و سپس با مدل‌های متخلخل از ۱ تا ۱۵ با استفاده از تحلیل طرح باکس- بِهنکِن انجام می‌شود. در اشکال ۲ و ۳ فوم ها با کمترین و بیشترین درصد تخلخل نشان داده شده است.

$$\text{درصد تخلخل} = \frac{\text{چگالی قطعه ریختگی تولیدی} - \text{چگالی بالک قطعه ریختگی}}{\text{چگالی بالک قطعه ریختگی}} \times ۱۰۰$$



شکل ۲. فوم با کم‌ترین درصد تخلخل به مقدار ۴۳/۶۱ درصد.



شکل ۳. فوم با بیش‌ترین درصد تخلخل به مقدار ۷۲/۰۳ درصد.

۴-۲- عوامل موثر بر قطعات ریختگی

الف) دمای ریختن، ب) ترکیب شیمیایی، ج) روش‌های فرآیند ریخته‌گری در کارخانه ریخته‌گری، د) درصد بنتونیت در مخلوط ماسه، ه) اندازه گلوله‌های ماسه‌ای، ح) انجماد و نرخ سرد شدن، ط) عملیات تلقیح و ی) مواد قالب‌گیری.

در این مقاله تحقیقاتی، عواملی مشابه قبل بر قطعه ریختگی چدن خاکستری تاثیرگذارند که شامل دما، درصد بنتونیت در مخلوط ماسه و اندازه گلوله‌های ماسه‌ای هستند و عوامل پاسخ شامل وزن، چگالی و درصد تخلخل می‌باشند.

درصد تخلخل به عنوان خصوصیت اصلی در کاربردهای ساختاری در نظر گرفته می‌شود، همان‌طور که ابعاد قطعات طراحی شده بر اساس استحکام ماده تعیین می‌گردد. با کاهش وزن و چگالی، تغییراتی در درصد تخلخل مشاهده می‌شود و ارتباط بین متغیرهای فرآیند که توسط روش‌های آماری مورد استفاده همانند طراحی آزمایشات (DOE) انجام شده‌اند، مشخص می‌گردد.

طراحی آزمایشات یک ابزار آماری پیشرفته برای مطالعه اثر تعداد زیادی متغیر با کم‌ترین تلاش در جمع‌آوری اطلاعات می‌باشد. ورودی‌ها و خروجی‌ها به صورت عوامل و پاسخ‌ها تشریح می‌شوند و تنظیم‌های تجربی عوامل توسط آرایه‌های متعامد طراحی می‌شوند. مفاهیم آماری برای تحلیل اطلاعات پاسخ در دسترس هستند. این روش می‌تواند بیشترین مقدار اطلاعات را با استفاده از یک مقدار معین از اطلاعات تجربی ارائه دهد، به بیان دیگر، اطلاعات بیشتری می‌تواند از میان تعداد کمی آزمایش به دست آید. طرح‌های باکس- بِهنکِن، طرح‌های آزمایش برای روش‌شناسی سطح پاسخ می‌باشند که توسط جورج . اِ . پی. باکس[1] و دونالد بِهنکِن[2] در سال ۱۹۶۰ ابداع شده‌اند . درجدول ۴ نمایش اندازه، وزن، چگالی و درصد تخلخل نمونه بدون تخلخل و در جدول ۵ عوامل پاسخ ارائه شده‌اند. جدول ۶ ماتریس طرح باکس- بِهنکِن را نشان می‌دهد. وزن، چگالی و درصد تخلخل در جدول ۷ ارائه شده‌اند. با استفاده از پاسخ طرح باکس- بِهنکِن، نتایج در جدول ۸ به صورت تحلیل واریانس (ANOVA) نشان داده شده است.

جدول ۴. نمایش اندازه، وزن، چگالی و درصد تخلخل نمونه بدون تخلخل

نوع قطعه ریختگی	اندازه گلوله‌های ماسه‌ای	اندازه الگو (mm)	وزن (kg)	چگالی ($kgfmm^{-3}$)	درصد تخلخل (%)
بدون تخلخل	ندارد	۱۸۰×۱۷۰×۶۵	۱۴/۳۲	۷/۲	ندارد

جدول ۵. نمایش عوامل پاسخ

عوامل فرآیند	-۱	۰	۱
دما (°C)	۱۳۸۰	۱۳۹۰	۱۳۹۸
درصد بنتونیت در مخلوط ماسه	۶	۸	۱۰
اندازه گلوله‌های ماسه‌ای (mm)	۱۵	۳۰	۴۵

جدول ۶. ماتریس طرح باکس بهنکن

اجرا (RUN)	X1	X2	X3
۱	-۱	-۱	۰
۲	-۱	۱	۰
۳	۱	-۱	۰
۴	۱	۱	۰
۵	-۱	۰	-۱
۶	-۱	۰	۱
۷	۱	۰	-۱
۸	۱	۰	۱
۹	۰	-۱	-۱
۱۰	۰	-۱	۱
۱۱	۰	۱	-۱
۱۲	۰	۱	۱
۱۳	۰	۰	۰
۱۴	۰	۰	۰
۱۵	۰	۰	۰

1. George E. P. Box
2. Donald Behnken

جدول ۷. ماتریس طرح باکس- بِهنکِن که وزن، چگالی و درصد تخلخل را نشان می‌دهد

اجرا (Run)	X1	X2	X3	وزن (kg)	چگالی ($kgfmm^{-3}$)	درصد تخلخل (%)
۱	۱۳۸۰	۶	۳۰	۵/۳	۲/۶۶	۶۳/۰۵
۲	۱۳۸۰	۱۰	۳۰	۴/۹	۲/۴۶	۶۵/۸۳
۳	۱۳۹۸	۶	۳۰	۵/۴	۲/۷۱	۶۲/۳۶
۴	۱۳۹۸	۱۰	۳۰	۵/۰	۲/۵۱	۶۵/۱۳
۵	۱۳۸۰	۸	۱۵	۷/۲	۳/۶۱	۴۹/۸۶
۶	۱۳۸۰	۸	۴۵	۴/۲	۲/۱۱	۷۰/۶۹
۷	۱۳۹۸	۸	۱۵	۷/۰	۳/۵۱	۵۱/۲۵
۸	۱۳۹۸	۸	۴۵	۴/۳	۲/۱۶	۷۰/۰۰
۹	۱۳۹۰	۶	۱۵	۷/۳	۳/۶۷	۴۹/۰۲
۱۰	۱۳۹۰	۶	۴۵	۴/۱	۲/۰۶	۴۳/۶۱
۱۱	۱۳۹۰	۱۰	۱۵	۶/۸	۳/۴۱	۵۲/۶۳
۱۲	۱۳۹۰	۱۰	۴۵	۴/۰	۲/۰۱	۷۲/۰۸
۱۳	۱۳۹۰	۸	۳۰	۵/۲	۲/۶۱	۶۳/۷۵
۱۴	۱۳۹۰	۸	۳۰	۵/۱	۲/۵۶	۶۴/۴۴
۱۵	۱۳۹۰	۸	۳۰	۵/۰	۲/۵۱	۶۵/۱۳

جدول ۸. جدول ANOVA نمایش‌دهنده تحلیل واریانس

عوامل	وزن (kg)		چگالی ($kgfmm^{-3}$)		درصد تخلخل (%)	
منبع	رگرسیون	باقیمانده	رگرسیون	باقیمانده	رگرسیون	باقیمانده
مجموع مربعات	۱۸/۳۳	۰/۰۴۷	۴/۶۰۲	۰/۰۱۲	۹۴۲/۱۵۲	۱۷۱/۰۱۵
Df	۹	۵	۹	۵	۹	۵
میانگین مربعات	۲/۰۳۷	۰/۰۰۹	۰/۵۱۱	۰/۰۰۲	۱۰۴/۶۸۴	۳۴/۲۳
نسبت F	۲۱۴/۳۸		۲۱۲/۵۹		۳/۰۶۱	
مقدار P	۰		۰		۰/۱۷۵	
R	۰/۹۹۹		۰/۹۹۹		۰/۹۲۰	

نرم‌افزار Excel ابزاری مناسب برای حل مسائل ساده (به صورت پیوسته و به صورت گسسته) می‌باشد. مدل می‌تواند به درون صفحات گسترده موجود قرار داده شود. توابع موجود و محدودیت‌ها می‌توانند ارجاع داده شوند و یا به بخش‌های دیگر صفحه کاری ارجاع شوند و علت آن این است که صفحات گسترده، ابزارهای بسیار خوبی برای نمایش اطلاعات و همچنین برای ساخت مدل‌ها می‌باشند. علاوه بر این، صفحات گسترده تسهیلاتی همانند قابلیت‌های گرافیکی که تحلیل را ساده می‌کنند، فراهم می‌سازد. در انتها، آن‌ها به سایر تسهیلات که دامنه کاربرد را گسترش می‌دهند، مرتبط می‌شوند.

جدول ANOVA نتایج را توسط نرم‌افزار SYSTAT-15 ارزیابی می‌کند و مقدار R برای وزن برابر ۰/۹۹۹، برای چگالی برابر ۰/۹۹۹ و برای درصد تخلخل برابر ۰/۹۲۰ به دست می‌آید و بنابراین همه آن‌ها توافق خوبی با سطح قابل قبول دارند. با به کارگیری حل‌کننده، مسئله حل و بهینه‌سازی می‌شود.

معادله مدل خطی DY برای تحلیل چگالی به صورت زیر می‌باشد.

DY=2.560+0.006*A-0.089*B-0.732*C+0.043*A^2-0.017*B^2+0.245*C^2+0.038*A*C+0.052*B*C

Ans= 2.0077

(بر اساس مقادیر کد شده از جدول ۹) X=0. -0.5116

Y=(x-0)(x-0) / (-1-0)(-1-1)*(1380)+(x+1)(x-1)/(0+1)(0-1)*(1385)+(x+1)(x-0)/(1+1)(1-0)*(1395)

Y=1384.7

با استفاده از درون‌یابی به روش لاگرانژ، مقادیر نهایی دما بهینه‌سازی می‌شوند که اطلاعات آن در جدول ۱۰ آمده است.

جدول ۹. مقادیر کد شده و کد نشده برای بهینه‌سازی دما

عوامل	مقادیر کد شده	مقادیر کد نشده
دما	-۰/۵۱۱۶	۱۳۸۴/۷

جدول ۱۰. نمایش سطوح برای بهینه‌سازی دما

x	-۱	۰	۱
Y	۱۳۸۰	۱۳۸۵	۱۳۹۰

معادله مدل خطی برای تحلیل وزن به صورت زیر می‌باشد.

WT=5.100+0.012*A-0.175*B-1.463*C+0.088*A^2-0.037*B^2+0.487*C^2+0.075*C*A+0.100*B*C

Ans = 3.990

با استفاده از درون‌یابی به روش لاگرانژ، مقادیر نهایی درصد بنتونیت در مخلوط ماسه بهینه‌سازی می‌شوند.

(بر اساس مقادیر کد شده از جدول ۱۱) X=1

Y=(x-0)(x-0) / (-1-0)(-1-1)*(6)+(x+1)(x-1) / (0+1)(0-1)*(8)+(x+1)(x-0) / (1+1)(1-0)*(10)

Y=10

جدول ۱۱. مقادیر کد شده و کد نشده برای بهینه‌سازی درصد بنتونیت در مخلوط ماسه

عوامل	مقادیر کد شده	مقادیر کد نشده
درصد بنتونیت در مخلوط ماسه	۱	۱۰

معادله خطی مربوطه برای تحلیل درصد تخلخل به صورت زیر می‌باشد.

PY=64.440-0.086*A+4.704*B+6.702*C+2.884*A^2-3.231*B^2-6.874*C^2-0.003*A*B-0.520*A*C+6.215*B*C

Ans=74.297

با استفاده از درون‌یابی به روش لاگرانژ، مقادیر نهایی اندازه گلوله‌های ماسه بهینه‌سازی می‌شوند.

(بر اساس مقادیر کد شده از جدول ۱۳) X=0.90173

Y=(x-0)(x-0) / (-1-0)(-1-1)*(15)+(x+1)(x-1) / (0+1)(0-1)*(30)+(x+1)(x-0) / (1+1)(1-0)*(45)

Y=43.5

بر اساس نتایج بعد از بهینه‌سازی، مقادیر پیش‌بینی شده و مقادیر به دست آمده با استفاده از معادلات مدل در توافق خوبی با مقادیر تجربی می‌باشند.

جدول ۱۲. سطوح بهینه‌سازی درصد بنتونیت در مخلوط ماسه

X	-۱	۰	۱
y	۶	۸	۱۰

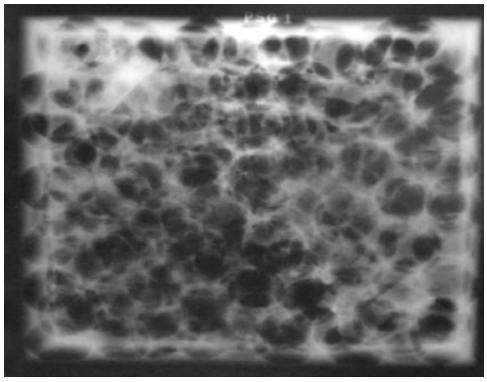
جدول ۱۳. نمایش مقادیر کد شده و کد نشده برای بهینه‌سازی اندازه گلوله‌های ماسه‌ای

عوامل	مقادیر کد شده	مقادیر کد نشده
اندازه گلوله‌های ماسه‌ای	۰/۹۰۱۷۳	۴۳/۵

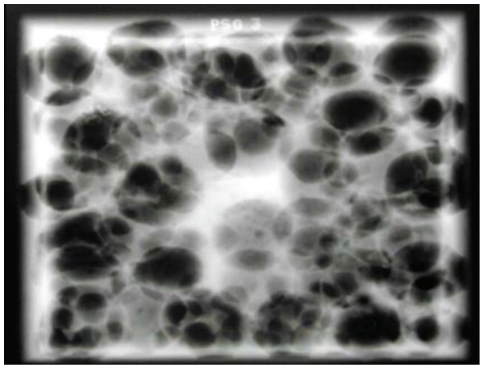
۵- آزمایشات چدن خاکستری متخلخل

۵-۱- بررسی رادیوگرافی

رادیوگرافی یک فرآیند کارا در شناسایی عیوب داخلی در مواد و ساختارها بدون ایجاد تخریب می‌باشد. منبع تشعشع، انرژی مشخصی ساطع می‌کند که به صورت خطی راست حرکت می‌کند و به درون قطعه مورد آزمایش نفوذ می‌کند. هدف اصلی از انجام رادیوگرافی در قطعات ریختگی شناسایی عیوبی است که اثر مخربی بر روی استحکام محصول دارند. قطعات ریختگی با استفاده از تجهیزات رادیوگرافی استاندارد به صورتی که تخریبی ایجاد نگردد، بررسی می‌شوند تا اندازه و نوع ناپیوستگی‌های موجود تأیید گردد. قطعات ریختگی گونه‌ای از محصولات هستند که اغلب پذیرای بازرسی رادیوگرافی می‌باشند و این بدان خاطر است که بسیاری از معایب تولیدی در فرآیند ریخته‌گری ذاتاً حجمی می‌باشند و بنابراین با این روش به سادگی قابل شناسایی می‌باشند. نمونه‌های متخلخل چدن خاکستری به منظور تحلیل حفرات تشکیل شده در فلز، بازرسی رادیوگرافی می‌شوند. ناحیه تاریک فیلم بیانگر قابلیت نفوذ بیشتر قطعه در معرض تشعشع می‌باشد که بیشتر تیره می‌شود. شکل ۴ تصویر رادیوگرافی نمونه دارای کمترین درصد تخلخل با مقدار ۴۳/۶۱ درصد و شکل ۵ تصویر رادیوگرافی نمونه با بیشترین درصد تخلخل به مقدار ۷۲/۰۳ درصد را نشان می‌دهند.



شکل ۴. تصویر رادیوگرافی نمونه با تخلخل ۴۳/۶۱ درصد.



شکل ۵. تصویر رادیوگرافی نمونه با تخلخل ۷۲/۰۳ درصد.

۵-۲- سختی‌سنجی توسط دستگاه سختی‌سنج برینل

هندبوک مواد سختی را به صورت «مقاومت مواد در برابر تغییر شکل پلاستیک معمولاً با استفاده از یک فرورونده» تعریف می‌کند. سختی بیشتر ماده بیانگر مقاومت بیشتر ماده در برابر تغییر شکل می‌باشد. سختی برینل به عنوان معیاری از قابلیت ماشینکاری، مقاومت به سایش و استحکام کششی به کار برده می‌شود. در قطعات سبک همانند رینگ‌های پیستون و سایر قطعات ریختگی سبک که دارای اندازه گرافیت کوچک

می‌باشند، آزمون سختی برینل یک آزمون فشاری ویژه می‌باشد و ترکیبی از تاثیرات سختی زمینه، شکل گرافیت‌ها و حجم گرافیت‌ها را اندازه‌گیری می‌کند. در مورد فولاد و چدن، کل نیرو در مدت زمان ۱۰ تا ۱۵ ثانیه و در مورد سایر مواد در حدود ۳۰ ثانیه اعمال می‌گردد. جدول ۱۴ نمایش سطوح برای بهینه‌سازی اندازه‌ی گلوله‌های ماسه‌ای و جدول ۱۵ نتایج سختی‌سنجی برینل را برای نمونه‌های بدون تخلخل و متخلخل ارائه می‌دهد. قطر اثر به جای مانده در ماده مورد آزمایش توسط یک میکروسکوپ نوری ضعیف اندازه‌گیری می‌شود. عدد سختی برینل با استفاده از تقسیم نیرو به سطح اثر به جای مانده به صورت زیر محاسبه می‌گردد.

$$HB = 2F / (3.14D*(D^2-d^2)^{1/2})$$

که در رابطه فوق F نیرو برحسب کیلوگرم، D قطر فرورونده برحسب mm و d قطر اثر به جای مانده برحسب mm می‌باشد.

جدول ۱۴. نمایش سطوح برای بهینه‌سازی اندازه گلوله‌های ماسه‌ای

X	-۱	۰	۱
y	۱۵	۳۰	۴۵

جدول ۱۵. نتایج آزمون سختی برینل برای چدن‌های خاکستری بدون تخلخل و متخلخل

سطوح مورد آزمایش	نوع ماده	قطر فرورنده (mm)	نیرو (kgf)	قطر اثر (mm)	سختی برینل (HBN)
سطح بدون تخلخل	چدن خاکستری بدون تخلخل	۱۰	۳۰۰۰	۳/۹	۲۴۲
نمونه ۱ متخلخل	چدن خاکستری متخلخل	۱۰	۳۰۰۰	۴	۲۳۰
نمونه ۲ متخلخل	چدن خاکستری متخلخل	۱۰	۳۰۰۰	۴/۱	۲۱۸
نمونه ۳ متخلخل	چدن خاکستری متخلخل	۱۰	۳۰۰۰	۴/۲	۲۰۸

۵-۳- آزمون فشار

آزمون فشار فوم‌های فلزی به عنوان یکی از آزمایشات پُر کاربرد برای تعیین ویژگی‌های پایداری مکانیکی این مواد مطرح می‌باشد. این آزمون روشی برای تعیین رفتار مواد تحت نیروها در تصادفات می‌باشد. نمونه متخلخل فشرده می‌شود و تغییرشکل ثبت می‌گردد. مشاهده می‌شود که در هنگام بارگذاری فشاری، چنین موادی بسیار نرم‌تر از مواد سازنده خود می‌باشند. جدول ۱۶ نیروی فشاری بر روی نمونه‌های بدون تخلخل و متخلخل که بیانگر قابلیت اعمال نیروی شکست می‌باشد را ارائه می‌دهد.

جدول ۱۶. نیروی فشاری روی نمونه‌های بدون تخلخل و متخلخل

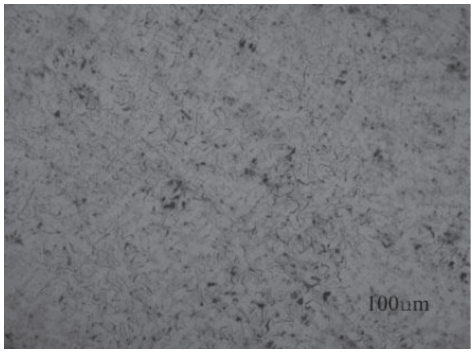
نمونه	نیروی شکست برحسب KN	اندازه (l×b×w) برحسب mm
بدون تخلخل	۱۴۰۰ و بالاتر	۹۰×۸۵×۶۵
متخلخل ۱	۳۲۵	۹۰×۸۵×۶۵
متخلخل ۲	۳۷۵	۹۰×۸۵×۶۵
متخلخل ۳	۴۰۰	۹۰×۸۵×۶۵

۶- مشخصات متالوگرافی

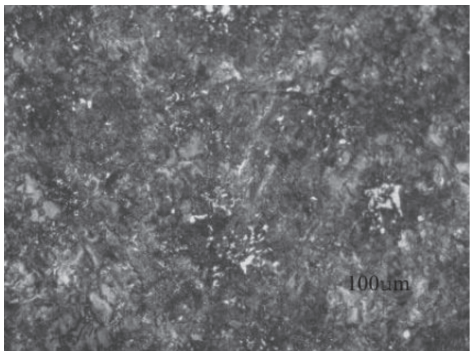
آماده‌سازی نمونه‌های آزمون‌های متالوگرافی باید ساختار فوم شده را حفظ می‌کند. نمونه‌های دارای تخلخل با دقت اره‌کاری می‌شوند و سپس مانت کردن سرد یا گرم، سمباده‌زنی، پولیش‌کاری و اچ کردن توسط یک محلول اچ مناسب برای آشکار شدن ریزساختار انجام می‌گیرد. ریزساختار چدن خاکستری با محلول اسیدی نایتال ۲ درصد در اتانول اچ شده‌اند و در شکل ۶ تصویر بدون اچ در بزرگنمایی ۱۰۰ برابر و در شکل ۷ تصویر اچ شده با نایتال در بزرگنمایی ۲۰۰ برابر نشان داده شده است. مطالعات ریزساختاری حضور گرافیت‌های نوع A و D با ۶۰ تا ۷۰ درصد پرلیت و باقیمانده فریت را آشکار می‌سازد.

۶-۱- میکروسکوپ الکترونی عبوری

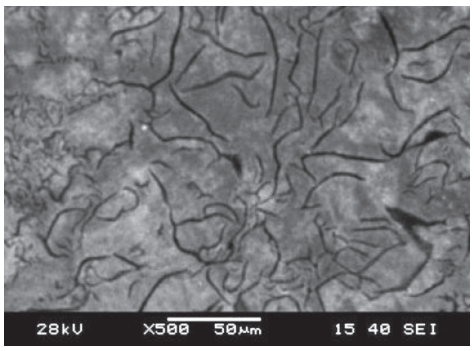
بررسی‌های میکروسکوپ الکترونی عبوری برای ارزیابی توپوگرافی نمونه‌ها در بزرگنمایی‌های بالا به کار رفته است. ارزیابی‌های SEM اغلب در بررسی ترک‌ها و سطوح شکست، شکست پیوندها و عیوب فیزیکی روی سطح استفاده می‌شود. در این تحقیق از میکروسکوپ الکترونی عبوری JOEL JSM 6360 با ولتاژ شتاب‌دهنده ۲۵ kV جهت شناسایی جزئیات شکست دیواره‌ها استفاده شده است و در شکل ۸ تصویر SEM نمونه متخلخل در بزرگنمایی ۵۰۰ برابر نشان داده شده است. تصاویر SEM نمونه متخلخل در بزرگنمایی ۱۰۰۰ برابر در شکل ۹ ارائه شده است.



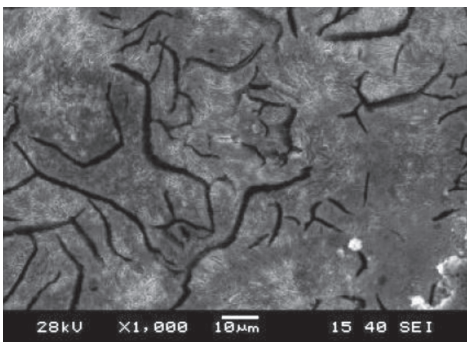
شکل ۶. ریزساختار نمونه اچ نشده با بزرگنمایی ۱۰۰ برابر.



شکل ۷. ریزساختار نمونه اچ شده با نایتال.



شکل ۸. تصویر SEM نمونه متخلخل در بزرگنمایی ۵۰۰ برابر.



شکل ۹. تصویر SEM نمونه متخلخل در بزرگنمایی ۱۰۰۰ برابر.

۷- کاربردها

- چدن متخلخل به عنوان یک ماده محافظ برای بدنه وسایل نقلیه به کار برده می‌شود و در حفره‌ای که توسط فوم چدن پُر شده است، سبب حفاظت از سایر اجزا می‌گردد. این فوم‌های فلزی موجب افزایش استحکام مکانیکی می‌شوند و در مقایسه با فولاد بیشتر از ۵۰ درصد کاهش وزن را به ارمغان می‌آورند.
- دیگ‌های چدن متخلخل سبب افزایش سرعت پخت می‌شوند.
- چدن متخلخل در سنگ‌های سنگ‌زنی به عنوان دانه‌های ساینده کاربرد دارد.
- یاتاقان‌های متخلخل در بسیاری از موقعیت‌ها بدون نیاز به سیستم‌های روانکاری منظم به کار برده می‌شوند.

۸- نتیجه‌گیری

در این تحقیق روشی نو برای ساخت فوم‌های فلزی از جنس چدن خاکستری ارائه شده است. روش توسعه یافته بر اساس ریخته‌گری مذاب در اطراف گرانوله‌ها و دست یافتن به بیشترین درصد تخلخل در چدن خاکستری تا ۷۲/۰۳ درصد می‌باشد. برای تعیین ارتباط خواص مکانیکی به تخلخل‌های گوناگون، آزمایشاتی بر روی نمونه‌های چدن خاکستری متخلخل با درصدهای متفاوت تخلخل انجام گرفته است. طراحی آزمایش به کاربرده شد و همه عوامل وابسته به صورت مرتب تغییر داده شدند. نتایج این آزمایشات توسط طرح باکس- بِهنکِن تحلیل شد. با استفاده از این مجموعه از اطلاعات تجربی به دست آمده نرم‌افزار ریاضی (SYSTAT 15)، مدل‌های ریاضی برای نمایش اثر هر عامل و برهم‌کنش آن‌ها توسعه یافتند. مقادیر پیش‌بینی شده و مقادیر به دست آمده با استفاده از معادلات مدل در توافق خوبی با نتایج آزمایشی می‌باشند. این تحقیق اثبات می‌کند که طرح باکس- بِهنکِن به صورت کارآمد می‌تواند برای به دست آوردن درصد تخلخل در چدن خاکستری متخلخل استفاده شود و به شناسایی شرایط بهینه و عواملی که تأثیر بیشتری بر نتایج دارند، کمک می‌کند. علاوه بر این مطالعه ساختارهای سلول فوم‌ها در آزمایشات متالوگرافی سبب ایجاد دیدی مناسب در مورد ساختار متخلخل می‌شود و اطلاعاتی در مورد اندازه حفرات، توزیع حفرات و اتصالات سلول‌های باز فراهم می‌آورد. آزمایش رادیوگرافی تأیید می‌کند که هیچ‌گونه

جدایش جرمی فلز در یک محل‌های خاص در قطعه ریختگی رخ نداده است. بر اساس نتایج آزمون فشار، مشخص می‌شود که به علت وجود تخلخل، کمترین نیرو برابر ۳۲۵ kN برای فشردن قطعه متخلخل به کار برده می‌شود و این در حالی است که بیش‌ترین نیرو با مقداری بالا تر از ۱۴۰۰ kN برای نمونه بدون تخلخل استفاده می‌شود. آزمون سختی بیانگر مقدار سختی ۲۴۲ BHP برای نمونه بدون تخلخل و مقدار سختی ۲۰۸ BHP برای نمونه متخلخل چدن خاکستری می‌باشد.

آیا می دانید:

میزان تولید فولاد خام کشور چین بیش از حاصل جمع میزان تولید کشورهای ژاپن، امریکا، هند، روسیه، کره‌جنوبی، آلمان، اکراین، برزیل، ترکیه، ایتالیا و تایوان است.

(کتاب مرجع فولاد ۹۱)

در سال ۲۰۱۲ میزان مصرف محصولات فولادی جهان۱۳۷۳/۳ میلیون تن گزارش شده است. در حالی‌که این نرخ در سال ۱۹۹۹، ۷۰۵ میلیون تن بوده است.

(کتاب مرجع فولاد ۹۱)

ریخته‌گری پیوسته فولاد پریتکتیک*

ترجمه: محمد حسین نشاطی
شرکت فولاد آلیاژی ایران

چکیده

پدیده پریتکتیک در ریخته‌گری پیوسته برای اثرات پارگی و بیرون زدگی مذاب از رشته در حال ریخته‌گری[1] مشهور است، اما روش‌هائی برای جلوگیری از این مشکل وجود دارد. منطقه‌های که پریتکتیک نامیده می‌شود فولادهای کربنی با حدود ۰/۰۸ تا ۰/۱۶ درصد کربن را شامل می‌شود. مشخص شده است که هنگامی‌که این فولادها از فاز مذاب تا درست زیر ۱۵۳۸ °C سرد می‌شوند انجماد جزئی صورت می‌گیرد، مقدار کمی فریت دلتا (δ) تشکیل می‌شود. سپس با ادامه سرد کردن یک واکنش پریتکتیک بین فریت دلتا و فولاد مذاب رخ می‌دهد، آستنیت گامای (γ) جامد در ۱۴۹۳ °C و پائین تر تشکیل می‌گردد. بنابراین، زیر خط پریتکتیک (دما) فولاد در منطقه پریتکتیک جامد و شامل فقط دو فاز است که مقادیر نسبی آن‌ها با کربن و دما تغییر می‌کند.

فریت دلتا (δ) دارای ساختار کریستالی مکعب مرکز دار (BCC) می‌باشد و گونه تغییر یافته‌ای از فریت آلفا (α) است. آستنیت گاما (γ) دارای ساختار کریستالی مکعب با سطوح مرکز دار (FCC) است. فاصله دمائی منطقه پریتکتیک بین ۱۴۹۳ و ۱۴۰۱ °C می‌باشد.

فریت دلتا (δ) و آستنیت گاما (γ) در فولاد پریتکتیک

این محاسبه بر اساس وزن اتمی‌اجزاء فاز سمنتیت Fe_3C با سه اتم "آهن"، هر یک با وزن اتمی۵۶، و یک اتم "C" با وزن اتمی۱۲ می‌باشد. بنابراین، وزن مولکولی Fe_3C برابر است با:

$$Fe_3C = ۳\times۵۶+۱\times۱۲=۱۸۰$$

٪C در سمنتیت برابر است با:

$$(۱۲/۱۸۰)\times۱۰۰ = ۶/۶۷ \text{٪C}$$

با دانستن این که سمنتیت شامل ۶/۶۷ ٪C می‌باشد، مقدار سمنتیت در ریز ساختار فولاد در دمای اتاق را می‌توان محاسبه کرد. به عنوان مثال، در مقدار کربن یوتکتوید (۰/۷۷ ٪C) محاسبه ساده است:

$$Fe_3C = (۰/۷۷\div۶/۶۷)\times٪۱۰۰ = ۱۱/۵ ٪$$

محاسبات را برای محاسبه میزان فریت برای میزان کربن مورد نظر نیز می‌توان به صورت وارونه انجام داد. برای کربن یوتکتوید ۰/۷۷ درصد محاسبه به صورت زیر است:

$$٪\text{فریت} = (۶/۷۷-۰/۷۷)\div۶/۶۷\times٪۱۰۰ = ۸۸/۵٪$$

یا برای یک فولاد پریتکتیک با ۰/۱۲ ٪C داریم:

$$٪\text{فریت} = (۶/۷۷-۰/۱۲)\div۶/۶۷\times٪۱۰۰ = ۹۸/۲٪$$

بقیه ۱/۸ درصد آستنیت است. مهم قابلیت تعیین میزان هر فاز در فولاد پریتکتیک در دمای انجماد است زیرا استحکام فولاد به آن ترکیب بستگی دارد.

ویژگی‌های استحکام فازهای فولاد

ویژگی‌های استحکام برای سه فاز مختلف در فولاد در جدول ۱ ارائه شده است. در بین این سه فاز فریت کم‌ترین مقدار استحکام کششی را دارد. با یادآوری اینکه فریت فاز غالب در منطقه پریتکتیک در تمام فولادهای پریتکتیک است، روشن می‌شود که در این منطقه استحکام فولاد توسط استحکام فریت تعیین می‌شود.

جدول۱. خواص مکانیکی فریت، سمنتیت و پرلیت لایه‌ای.

ریز ساختار	استحکام کششی-psi	ازدیاد طول نسبی-٪	سختی برینل
فریت	۴۰۰۰۰-۵۰۰۰۰	۴۰	۹۰
پرلیت لایه‌ای	۱۲۵۰۰۰-۱۵۰۰۰۰	۱۵	۲۷۵
سمنتیت	۳۲۵۰۰۰	قابل صرف نظر	۶۵۰

* این متن ترجمه مقاله زیر است:

S. E. Royzman, Continuous casting of peritectic steel, STEEL TECHNOLOGY INTERNATIONAL, 2000.

1. breakout

به طور کلی، استحکام ترکیب (فریت دلتا (δ) + آستنیت گاما (γ)) توسط جزء با استحکام کمتر، یعنی فریت دلتا (δ) تعیین می‌شود. این موضوع برای یکپارچگی فولاد پریتکتیک در طی انجماد آن در قالب در زمانی که پوسته جامد تشکیل شده در معرض تنش‌های حرارتی، انقباضی، تغییر فاز و سایر تنش‌ها قرار دارد بسیار اهمیت دارد. در آن زمان، مقدار استحکام کم فریت ممکن است برای مقاومت در مقابل این تنش‌ها کافی نباشد که می‌تواند به شکست پوسته و در موارد خاص، حتی به بیرون زدگی مذاب از رشته منجر شود.

اما فریت دارای میزان قابل توجهی پلاستیسیته به طور کلی و در منطقه پریتکتیک به طور خاص می‌باشد. فاز دیگر یعنی آستنیت گاما (γ) دارای مقادیر استحکام بالاتر و متناظر با آن پلاستیسیته کمتر از مقادیر مربوط به فریت است که به این معنی است که در شرایط تحت تنش، این دو فاز مقادیر پلاستیسیته متفاوتی دارند، به صورت مختلفی تغییرشکل (سیلان) می‌دهند، بنابراین ممکن است از یکدیگر جدا شده و سبب پارگی و بیرون زدگی مذاب از رشته شوند. از این رو، استحکام کم فریت در ترکیب با مقادیر پلاستیسیته متفاوت فریت دلتا (δ) و آستنیت گاما (γ) نقش تعیین کننده‌ای را در یکپارچگی فولاد در منطقه پریتکتیک ایفا می‌کند.

عوامل مخرب باعث پارگی/ بیرون زدگی مذاب از پوسته در حال انجماد اسلب / شمش

تنش‌های تغییر فاز. این تنش‌ها را از عبارات زیر می‌توان محاسبه کرد:

$$SPT = \alpha\times(308250+42924C-44000C^2+20525Si-5289Mn-12000P+174000S-225.6T+0.01379T^2) \quad (۱)$$

که در آن:

α– ضریب انقباض تغییر فاز (γ–δ) است، که همان تغییرش کل ناشی از تغییر فاز فلز اسلب در حال انجماد می‌باشد، α=۰/۰۰۳۶، عبارت داخل پرانتز مقدار مدول یانگ فولاد در حال انجماد را در دمای تغییر فاز نشان می‌دهد.

C، Si، Mn، P، S مقدار درصد عناصر در فولاد می‌باشند.

لازم به اشاره است که در حالی که به نظر می‌رسد در مقادیر کم (میکرو) تغییر فاز فریت دلتا (δ) به آستنیت گاما (γ) تدریجی است، در حجم زیاد (ماکرو) سرد کردن، قبل از اینکه کل مقدار فریت دلتا به آستنیت گاما (γ) تبدیل شود و زمان معینی برای ترکیب شیمیائی فولاد مورد نظر صرف می‌شود مقدار SPT با کاهش دما و رشد پوسته کم می‌شود و در پایان تغییر فاز δ به γ برای فولادی با C مورد نظر به پایان می‌رسد.

تنش‌های انقباضی– در طی سرد کردن، لایه‌های بیرونی اسلب در حال انجماد، دمای کمتری دارند، و سریع‌تر از لایه‌های درونی اسلب منجمد شده منقبض می‌شوند. این موضوع باعث ایجاد تنش‌های کششی در لایه‌های بیرونی اسلب و تنش‌های فشاری در لایه‌های درونی آن می‌شود.

این مکانیزم با اسلب پیوسته همراه است تا زمانی که اختلاف دما بین مرکز اسلب و سطح آن وجود دارد. در حالی که توزیع دما در پوسته جامد اسلب / شمش غیر خطی است، می‌توان آن را با یک قانون خطی تقریب زد. سپس، مطابق با این تقریب، حداکثر تنش انقباضی را می‌توان از معادله اساسی زیر بد ست آورد:

$$SSH = \lambda \times E \times (Tsol - Tsur) \quad (۲)$$

که در آن: λ – ضریب انبساط / انقباض حرارتی فولادی است که در دمای مورد نظر ریخته می‌شود،

E – مدول یانگ در دمای Tsur

Tsur – دمای سطح اسلب در سطح مقطعی از آن که تنش‌های انقباضی ارزیابی می‌شوند،

Tsol – دمای انجماد فولاد مورد نظر.

شرط استحکام پوسته در حال انجماد اسلب ناشی از تنش‌های انقباضی را به صورت زیر می‌توان نوشت:

$$SSH = \lambda \times E \times (Tsol - Tsur) < Sult \quad (۳)$$

که در آن: Sult = استحکام کششی فولاد در حال ریخته‌گری در دمای مورد نظر است.

نامساوی شرط استحکام را برقرار می‌کند که به معنی شرط یکپارچگی اسلب در حال انجماد در رابطه با تنش‌های انقباضی است. با تغییر جهت نشانه نامساوی در رابطه (۳) به جهت مخالف آن، ممکن است پوسته منجمد شده اسلب ترک بخورد.

از شرط استحکام یک ملاحظه مهم درک می‌شود. چون مقادیر 'λ' و 'E' در یک دما و ترکیب شیمیائی فولاد مفروض ثابت‌اند، تنش انقباضی در پوسته اسلب در حال انجماد اساساً به تفاوت دما [Tsol - Tsur] بستگی دارد. بنابراین، هرچه این

تفاوت بیش‌تر باشد، تنش انقباضی (SSH) بزرگ‌تر و احتمال ترک خوردن اسلب به دلیل انقباض بیش‌تر است.

برای کاهش تنش‌های انقباضی و احتمال ترک خوردن، بسیاری از اپراتورهای ماشین ریخته‌گری پیوسته نحوه سرد کردن "ملایم" را اتخاذ می‌کنند، [Tsol - Tsur] را در سطح تخمینی حفظ می‌کنند. انتخاب و استفاده درست پودر قالب می‌تواند نقش قابل توجهی را در این رابطه ایفا کند.

نامساوی (۳) را می‌توان در رابطه با ΔT حل کرد با تعریف:

$$\Delta T = Tsol - Tsur \qquad (۴)$$

و (برای ساده‌سازی) می‌توان نامساوی (۳) را به یک معادله تبدیل کرد:

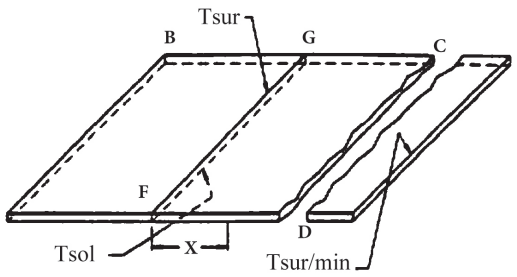
$$\Delta T = Sult / (\lambda \times E) \qquad (۵)$$

از آنجا که دمای انجماد Tsol برای یک فولاد معلوم و ثابت است، دمای سطح اسلب Tsur برای هر سطح مقطع اسلب پیوسته می‌تواند به صورت جداگانه از روابط (۴) و (۵) تعریف شود:

$$Tsur = Tsol - Sult / (\lambda \times E) \qquad (۶)$$

حال، Tsur محاسبه شده از رابطه (۶) به منزله شرطی است که در آن انجماد پیوسته اسلب، در فرآیند انقباض، به دلیل تنش‌های انقباضی ترک نخواهد خورد. اکنون با دانستن Tsur، تعریف شده از شرط استحکام اسلب، تعیین صحیح سرعت سرد کردن (پارامتر اصلی سیستم سرد کننده اسلب) آسان است.

تنش‌های حرارتی. توزیع دما در پوسته منجمد شده اسلب پیوسته را به طور تقریبی می‌توان توسط یک قانون خطی بدست آورد. در چنین حالتی می‌توان فرض کرد که توزیع دما در پوسته مانند مورد نشان داده شده در شکل ۱ است که در آن یک سطح صفحه دارای دمای پایین تر T1 و سطح مخالف آن دمای بالاتر T2 است، گرادیان دما در کل ضخامت خطی و حداقل دما در صفحه T0 می‌باشد.



شکل ۱. دما در پوسته بالائی اسلب در حال انجماد

حداکثر تنش کششی در چنین صفحه ای (در نقاط F و G) را می‌توان از معادله اساسی زیر تعیین کرد:

$$SX = 0.5\times E\times\gamma\times [T1 + T2 - 2T0 + (1-\mu)/(3+\mu)\times(T1 - T2)] \qquad (۷)$$

که در آن:

T1 – دمای سطح بیرونی اسلب در حال انجماد در سطح مقطع مورد نظر؛

T2 – دما در همان سطح مقطع در سطح پوسته درونی اسلب در حال انجماد؛

T0 – پایین‌ترین دمای سطح بیرونی اسلب در طول متالورژیکی ماشین ریخته‌گری پیوسته.

به عبارت دیگر در جائی که:

$$T1 = Tsur؛\ T2 = Tsol\ ؛\ T0 = Tsur/min$$

که در آن:

Tsur – دمای سطح اسلب در سطح مقطع آن، که در آن تنش‌های حرارتی ارزیابی می‌شوند

Tsol – دمای انجماد

Tsur/min – پایین‌ترین دمای سطح اسلب در طول متالورژیکی ماشین ریخته‌گری پیوسته.

با جایگزینی این مقادیر در معادله (۷)، به دست می‌آید:

$$SX = 0.5\times E\times\gamma\times[Tsur + Tsol - 2Tsur/min + (1-\mu)/(3+\mu)\times(Tsur - Tsol)] \qquad (۸)$$

در معادلات (۷) و (۸):

E – مدول یانگ در دمای Tsur

γ – ضریب انبساط/ انقباض حرارتی فولادی که ریخته‌گری می‌شود

μ – نسبت پواسون فولادی که ریخته‌گری می‌شود.

مقدار مدول یانگ در عبارات (۲) تا (۸) را می‌توان مطابق با عبارت ارائه شده در پرانتز در معادله (۱) محاسبه کرد.

تجمع گوگرد. در طی ریخته‌گری پیوسته اسلب سولفیدها، به ویژه، در نزدیکی علائم نوسان تجمع می‌کنند. تجمع سولفیدها ممکن است منجر به گرم شکنندگی[1] فولاد در مناطق تجمع آن‌ها شود. گرم شکنندگی با تشکیل یوتکتیک Fe-FeS با نقطه ذوب پایین در مرزدانه با دمای ذوب ۹۸۸ °C همراه است که

1. hot brittleness

ارتباط بین دانه‌ها (کریستالیت‌ها) را تضعیف می‌کند.

در نتیجه کاهش حلالیت گوگرد در طی تغییر فاز آهن-δ به آهن-γ و سرد کردن بعدی فولاد لایه یوتکتیک (Fe-FeS) تشکیل می‌شود. این واقعیت اهمیت حیاتی تمیزی فولاد، به خصوص برای تداوم تولید روان و مقرون به صرفه اقتصادی ریخته‌گری گر یدهای پریتکتیک و همچنین کیفیت بالای شمش ریخته‌گری شده و محصول نهایی را نشان می‌دهد.

ورود Mn به فولاد حلالیت گوگرد در آهن را به شدت کاهش می‌دهد. مقدار۰/۳۷ درصد Mn در آهن باعث کاهش حلالیت گوگرد در آستنیت در ۱۳۰۰ °C به میزان حدود ۱۰ برابر می‌شود. با وجود منگنز به دلیل تأثیر آن بر ترکیب شیمیایی، اندازه و خواص فیزیکی سولفیدها تردی گرم فولاد کاهش می‌یابد. هرچه مقدار منگنز موجود در فولاد بالاتر، میزان حضور آن در سولفیدها بیش‌تر، و دمای ذوب سولفیدها بالاتر و اندازه آن‌ها کوچک‌تر است.

سولفیدها در فولاد به عنوان محل تمرکز تنش عمل می‌کنند. هر چه اندازه آن‌ها بزرگ‌تر باشد احتمال ترک خوردن فولاد / بیرون زدگی مذاب از رشته در حال ریخته‌گری پیوسته تحت مقدار تنش یکسان (حرارتی، انقباضی، و غیره) بالاتر است. در دهه ۱۹۸۰، نسبت (Mn/S) < ۵۰ در فولاد برای جلوگیری از گرم شکنندگی رضایت بخش لحاظ می‌شد. الزامات معاصر برای کیفیت فولاد و تقاضا برای بهبود اقتصاد ریخته‌گری پیوسته نسبت Mn/S را به بیش از ۱۵۰ برای گر یدهای پریتکتیک بالا بردهاست.

بنابراین به منظور افزایش کارآئی ریخته‌گری پیوسته فولاد پریتکتیک، موارد زیر توصیه می‌شود:

- فوق گداز فولاد وارده به قالب را به حداقل برسانید. این اختلاف دما بین فولاد و قالب را کاهش می‌دهد و تنش‌های حرارتی و انقباضی در پوسته اسلب را کم می‌کند. کاهش فوق گداز، به نوبه خود، سرعت انجماد را افزایش می‌دهد که باز هم تنش‌ها در پوسته و احتمال ترک خوردن را کاهش می‌دهد، همچنین بهره‌وری را بالا می‌برد.
- سرد کننده ثانویه را با توجه به مدل شرط استحکام بیان شده فوق برای جلوگیری از تنش بیش از حد در پوسته تنظیم کنید.
- مقدار گوگرد در فولاد را به حداقل برسانید و نسبت Mn/S را به حداکثر برسانید. این موضوع باعث به حداقل رسیدن گرم شکنندگی و در نتیجه کاهش ترک خوردن و بیرون زدگی مذاب از رشته در حال ریخته‌گری می‌شود.

آیا می دانید:

در بین کشورهای اسلامی، کشور ترکیه با تولید بیش از ۳۴/۱ میلیون تن فولاد خام، رده اول را دارا می‌باشد.

(کتاب مرجع فولاد ۹۱)

فراخوان گزارش مطالعات موردی

به اطلاع استادان، متخصصین و کارشناسان صنایع می‌رساند که هیأت تحریریه نشریه پیام فولاد تصمیم به اختصاص یک بخش از آن تحت عنوان **"گزارش مطالعات موردی"** در صنایع گرفته است.

این عنوان جهت توضیح نسبتاً کوتاه، شاید در حد یک یا دو صفحه برای کارهای انجام شده در صنعت که توانسته مشکل کوچکی از صنعت را حل کند تخصیص یافته است. به عنوان مثال در مطالعه موردی می‌توان به تحلیل علت شکست یک قطعه در صنعت و راه‌حل‌های کاهش شکست آن اشاره نمود و یا بررسی عوامل ایجاد خوردگی در یک قطعه و راه‌حل‌های جلوگیری از آن را مطرح کرد.

در این راستا از جنابعالی (استاد، مدیر، کارشناس و کاردان گرامی) درخواست می‌گردد هرگونه گزارشی در این رابطه داشته یا خواهید داشت جهت این نشریه ارسال فرمائید. قابل ذکر است که نشریه پیام فولاد به بیش از ۱۵۰۰ مرکز علمی و صنعتی و اعضاء انجمن ارسال می‌گردد. گزارشات ارسالی شامل چکیده، نتایج و بحث و جمع‌بندی و در صورت نیاز مراجع می‌باشد.

اخبار انجمن آهن و فولاد ایران

برگزاری همایش ملی "سمپوزیوم فولاد ۹۱"

سمپوزیوم فولاد ۹۱ که پانزدهمین همایش ملی صنعت فولاد کشور بود با عنوان " تولید اقتصادی، تامین مواد اولیه و انرژی در صنعت فولاد" توسط انجمن آهن و فولاد ایران و با مشارکت شرکت فولاد خوزستان با حضور قریب به ۹۰۰ نفر شرکت‌کننده در تاریخ ۱ و ۲ اسفندماه ۹۱ در شهر اهواز- شرکت فولاد خوزستان برگزار گردید.

در پی ارسال فراخوان سمپوزیوم، تعداد ۵۰۰ چکیده مقاله و پس از بررسی و اعلان نتایج داوری چکیده‌ها، تعداد ۲۷۰ مقاله کامل در زمینه‌های مرتبط در مدت تعیین شده به دبیرخانه سمپوزیوم ارسال گردید که رشد تعداد مقالات واصله نسبت به سال گذشته مبین اعتلای روزافزون پژوهش در زمینه فولاد در کشور می‌باشد. هر مقاله توسط سه نفر محقق در زمینه تخصصی مقاله داوری شد و در نهایت ۱۱۷ مقاله جهت چاپ در مجموعه مقالات و لوح فشرده سمپوزیوم مورد پذیرش نهایی قرار گرفت. از بین این مقالات تعداد ۵۰ مقاله جهت ارائه حضوری و بقیه به صورت پوستر ارائه گردیدند.

این همایش علمی علاوه بر ارائه و انتشار دستاوردهای تحقیقات علمی و کاربردی انجام شده در سطح کشور، مکان مناسبی را جهت طرح مشکلات و چالش‌های فرآوری صنعت فولاد و چاره‌جوئی جهت رفع آنها و تبادل‌نظر حضوری بین صاحب‌نظران صنعت فولاد کشور فراهم آورد.

در این سمپوزیوم حضور مسئولین و صاحب‌نظران تراز اول کشور در کنار محققان و اساتید دانشگاهی، صنعتگران و دانشجویان از نکات جالب توجه به شمار می‌رفت. در مراسم افتتاحیه امسال نیز مطابق سال‌های گذشته پس از تلاوت آیاتی از کلام‌الله مجید، ابتدا خیر مقدم مدیر عامل شرکت فولاد خوزستان جناب آقای مهندس عبدالمجید شریفی ارائه و سپس گزارش دبیر علمی سمپوزیوم جناب آقای دکتر قاسم دینی ارائه گردید. پس از آن بیانات ریاست محترم سابق ایمیدرو جناب آقای دکتر فریدون احمدی ایراد و در ادامه رئیس هیأت مدیره انجمن آهن و فولاد ایران جناب آقای پروفسور عباس نجفی‌زاده ضمن خیر مقدم گزارشی از نحوه فعالیت انجمن ارائه و در انتها نمایشگاه بین‌المللی فولاد ۹۱ توسط مقامات گشایش یافت.

در کنار این سمپوزیوم، نمایشگاهی از آخرین دستاوردهای پژوهشی، تکنولوژی و فنی در صنعت فولاد تحت عنوان "نمایشگاه بین‌المللی فولاد ۹۱" برگزار شد. در این نمایشگاه بالغ بر ۱۹۸ شرکت داخلی و خارجی از کشورهای آلمان، ایتالیا، انگلستان، اتریش، سوئد، سوئیس، چین، روسیه، اکراین، ترکیه و هندوستان در زمینی به مساحت تقریبی ۹۰۰۰ مترمربع به مدت دو روز به معرفی و ارائه تولیدات، خدمات و آخرین دستاوردهای خود پرداختند.

ارائه مقالات در بخش‌هایی نظیر انجماد، ذوب و ریخته‌گری، بومی‌سازی، تولید آهن و فولاد، جوشکاری، خوردگی و اکسیداسیون، دیرگدازها، متالورژی سطح و پوشش، متالورژی فیزیکی و عملیات حرارتی، متالورژی مکانیکی، محیط زیست، مدلسازی و شبیه‌سازی، مدیریت انرژی و مدیریت و اقتصاد کلاسه‌بندی شده بود که سخنرانان در آن زمینه‌ها به ارائه مقاله خود پرداختند.

در پایان، مراسم اختتامیه عصر روز چهارشنبه مورخ ۹۱/۱۲/۰۲ برگزار شد و سپس طبق روال جاری از طرف انجمن آهن و فولاد ایران به تعدادی از برجستگان فولاد که از طرف هیأت مدیره انجمن انتخاب شده بودند لوح تقدیری اهداء گردید. این افراد عبارت بودند از آقای پروفسور مهدی صالحی به عنوان استاد برگزیده در صنعت فولاد ایران در سال ۱۳۹۱ و آقایان ۱- مهندس علی اصغر خبیری ۲- مهندس عبداله اعزازی ۳- مهندس بهرام سبحانی به عنوان مدیران برگزیده در صنعت فولاد ایران در سال ۱۳۹۱ از طرف انجمن آهن و فولاد ایران برگزیده شده‌اند.

همچنین در پایان به پاسداشت برگزاری سمپوزیوم فولاد ۹۱ به برگزارکنندگان اصلی آن شامل جناب آقای مهندس عبدالمجید شریفی، جناب آقای پروفسور عباس نجفی‌زاده، آقای دکتر قاسم دینی و جناب آقای مهندس محمد نیکوکار دبیر اجرایی سمپوزیوم فولاد ۹۱ لوح یادبودی اهداء گردید.

حضور و ارائه سخنرانی در اجلاس فولاد MENA توسط عضو هیأت مدیره انجمن آهن و فولاد ایران، جناب آقای مهندس محمدحسن جولازاده

همایش بین‌المللی Eurasia-MENA Mining Summit در اردیبهشت ماه سال جاری در شهر استانبول کشور ترکیه برگزار گردید. از انجمن آهن و فولاد ایران هم دعوت شد تا در این همایش تخصصی بین‌المللی شرکت نماید. به همین منظور آقای مهندس محمد حسن جولازاده به عنوان نماینده‌ی انجمن آهن و فولاد ایران و مهمان ویژه در این همایش شرکت نمودند. ایشان در این همایش سخنرانی در زمینه آهن و فلزات آهنی ایراد کردند.

تقدیر و تشکر دبیر کمیسیون انجمن های علمی ایران

انجمن آهن و فولاد ایران در تأسیس اتحادیه انجمن‌های مهندسی و علم مواد مشارکت فعالی داشته است به طوریکه ۲ نفر از اعضاء هیأت مدیره این انجمن به عنوان رئیس و نائب رئیس این اتحادیه فعالیت می‌نمایند. در این خصوص آقای دکتر مرتضی براری دبیر محترم کمیسیون انجمن‌های علمی ایران طی نامه جداگانه‌ای از تلاش‌های فراوان و اقدامات شایسته جناب آقای پروفسور عباس نجفی‌زاده (رئیس هیأت مدیره انجمن آهن و فولاد ایران) و جناب آقای مهندس عبدالمهدی اجلالی (رئیس هیأت مدیره اتحادیه) در جهت تأسیس این اتحادیه تقدیر و تشکر ویژه‌ای نمودند.

معرفی انجمن آهن و فولاد ایران توسط شورای انجمن های علمی ایران

ماهنامه‌ای از سوی شورای انجمن‌های علمی ایران تحت عنوان خبرنامه الکترونیکی، تهیه و منتشر می‌گردد. این نشریه در شماره اردیبهشت سال جاری خود، به تشریح خدمات، اهداف و فعالیت‌های انجمن آهن و فولاد ایران پرداخته است این خبرنامه در هر شماره یکی از انجمن‌های عضو پیوسته خود را معرفی می‌نماید.

برگزاری دوره های آموزشی انجمن آهن و فولاد ایران

با توجه به تقویم آموزشی دوره های انجمن آهن و فولاد ایران دوره های زیر در سال جاری قرار است برگزار گردد. لازم به ذکر است که علاقه‌مندان می‌توانند با کمیته آموزش انجمن آهن و فولاد ایران در ارتباط بوده و ثبت نام نمایند. زمان این دوره‌ها در اطلاعیه‌های بعدی به اطلاع علاقه‌مندان خواهد رسید. نزدیکترین دروه‌های آموزشی این انجمن، دوره‌ی کلید فولاد بوده که توسط مهندس خطیب‌زاده در تاریخ ۹۲/۰۴/۰۵ برگزار خواهد شد.

لیست سایر دوره ها:

۱- شاخص های پایداری در صنایع فولاد

۲- تکنولوژی تولید فولادهای آلیاژی در کوره های قوس الکتریکی

۳- بهینه سازی مصرف انرژی در صنایع فولاد

۴- فرصت های صرفه جویی انرژی در کوره های پیش گرم نورد

۵- فرآیند فولاد سازی در کوره ها

۶- شیوه های ریخته گری

۷- فرصت های صرفه جویی انرژی در کوره های قوس الکتریکی

۸- تکنولوژی تولید فولادهای کیفی

(تمامی این دوره ها توسط جناب آقای مهندس محمد حسن جولازاده برگزار خواهد شد.)

اخبار اعضاء حقوقی انجمن آهن و فولاد ایران

فولاد مبارکه اصفهان

کسب رکورد جدید تولید کمی و کیفی محصولات گالوانیزه و رنگی فولاد مبارکه

رییس خطوط گالوانیزه و ورق رنگی فولاد مبارکه گفت: تولید سالیانه محصولات گالوانیزه و ورق رنگی و همچنین کیفیت محصولات گالوانیزه در پایان سال ۹۱ به بالاترین مقدار خود از ابتدای راه اندازی تا کنون رسید.

علیرضا گندم کار در این رابطه گفت: پرسنل این واحد موفق شدند در سال ۹۱ به تولید سالیانه ۲۱۴ هزار و ۲۷ تن محصول گالوانیزه و ۱۰۸ هزار و ۸۴۸ تن محصول رنگی دست یابند و رکورد سالیانه تولید را در خط گالوانیزه به میزان ۱/۱ درصد و در خط ورق رنگی به میزان ۶/۲ درصد نسبت به رکورد قبلی افزایش دهند.

وی رکورد قبلی خط گالوانیزه را در سال ۹۰ به میزان ۲۱۱ هزار و ۷۵۰ تن و در خط ورق رنگی در سال ۸۹ به میزان ۱۰۲ هزار و ۴۵۶ تن اعلام کرد.

ایشان خاطر نشان کرد: در خط گالوانیزه موفقیت چشمگیر دیگری در سال ۹۱ ثبت گردید؛ کیفیت محصولات خط گالوانیزه به بالاترین میزان خود از ابتدای راه اندازی تا کنون رسید و میزان ۹۶/۷۲ درصد محصول منطبق با سفارشات مشتریان در سال ۹۱ ثبت گردید این در حالی است که رکورد قبلی کیفیت در خط گالوانیزه، ۹۶/۱۴ درصد بوده است که به میزان ۵۸ درصد رشد نشان می‌دهد.

صرفه جویی ۲۵۰ میلیون تومانی در مصرف غلتک اسکین پاس نورد سرد

غلامرضا دویران نژاد کارشناس تولید خط اسکین پاس ضمن اعلام این خبر اظهار داشت: بنا بر گزارشات کارگاه غلتک ناحیه نورد سرد میانگین مصرف غلتک کاری در سال ۹۰ به ازای یک کیلو تن کلاف سرد معادل ۴۷/۰میلی‌متر بوده است که با انجام این صرفه جویی و بر اساس گزارش نه ماهه به ۲۸/۰ میلی‌متر بر کیلو تن رسید که نشان دهنده کاهش مصرف به میزان حدود ۴۰ درصد بوده و حدود ۳۰ درصد از هدف تعیین شده در سال ۹۱ جلوتر می‌باشد .

ایشان ارزش ریالی این صرفه جویی را حدود دو میلیارد و پانصد میلیون ریال (دویست و پنجاه میلیون تومان) ذکر کرد که در شرایط اقتصادی فعلی گام مؤثری در کاهش قیمت تمام شده محصول و پیشبرد اهداف توسعه ای شرکت تلقی می‌شود.

افتتاح بزرگ‌ترین کارخانه تولید اکسیژن کشور"طرح شهید محسن رضا زاده" در فولادمبارکه

با حضور دکتر محمود احمدی نژاد، بزرگ‌ترین و پیشرفته‌ترین کارخانه تولید اکسیژن ، نیتروژن و آرگون کشور که به نام مهندسِ شهید محسن رضا زاده مزّین گردیده با ظرفیت ۶۰ هزار نرمال متر مکعب در ساعت در فولاد مبارکه افتتاح و مورد بهره برداری قرار گرفت.

عملیات ساخت بزرگ‌ترین و پیشرفته‌ترین کارخانه تولید اکسیژن ، نیتروژن و آرگون کشور که به منظور تأمین اکسیژن، نیتروژن ، آرگون و هوای فشرده مورد نیاز جهت افزایش تولید تختال فولاد تا سقف ۲/۷ میلیون تن در سال با ظرفیت ۶۰ هزار نرمال متر مکعب در ساعت با صرف ۴۰۰ میلیارد تومان سرمایه گذاری در زمینی به مساحت ۲ هکتار و با هزینه ای بالغ بر ۷۰۰۰ میلیارد ریال اجرا شده است، از ۸۸/۱۰/۲۳ کار خود را آغاز نمود.

بومی‌سازی مندریل ۸ تنی نورد سرد فولاد مبارکه اصفهان

کارشناس خرید قطعات یدکی فولاد مبارکه با تأیید این مطلب گفت: مندریل ۸ تنی که در انتهای خط نورد سرد عملیات کویل کردن ورق را به عهده دارد به وزن مونتاژی حدود ۸ تن ، طول ۵ متر و متشکل از ۸۹ قطعات پیچیده و خاص با تکنولوژی و دقت بالا برای اولین بار در کشور با همکاری کارشناسان فولاد مبارکه و یک شرکت داخلی طی ۲ سال با موفقیت ساخته شد.

ذوب آهن اصفهان

افتتاح دو پروژه عظیم در ذوب آهن با حضور رئیس جمهور

با حضور رئیس جمهور پروژه های کک سازی شماره ۳ و دو نیروگاه ذوب آهن افتتاح شد. کک سازی شماره ۳ که ۹۰۰ هزار تن کک در سال تولید می‌کند، صرفه جویی ارزی چشمگیری بالغ بر ۳۰۰ میلیون یورو در سال به همراه دارد و میزان صرفه جویی ریالی دو نیروگاه جدید ذوب آهن نیز بیش از ۳۳۳ میلیارد و ۵۹۰ میلیون ریال در سال است .

خرید ۵۶/۵ درصد از سهام شرکت ذوب آهن توسط سازمان تأمین اجتماعی

به گزارش اداره کل روابط عمومی سازمان تأمین اجتماعی، با پیگیری مدیر عامل سازمان تأمین اجتماعی، بزرگ‌ترین معامله بورس کشور در سال ۱۳۹۲ به سازمان تأمین اجتماعی اختصاص یافت.

این سازمان با شرکت در مزایده شرکت ملی ذوب آهن اصفهان، برنده این معامله بزرگ شد و ۵/ ۵۶ درصد این شرکت فولادی به نام سازمان تأمین اجتماعی شد. ارزش این سهام ۲ هزار و ۴۵۰ میلیارد تومان است که سازمان تأمین اجتماعی ۲۰ درصد آن معادل ۴۵۰ میلیارد تومان را به صورت نقد پرداخت کرد و الباقی در جریان رسیدگی تسویه دیوان دولت قرار دارد. به موجب این اقدام، سازمان تأمین اجتماعی مالکیت ۵/ ۵۶ درصد سهام شرکت ملی ذوب آهن اصفهان را در اختیار دارد.

سازمان تأمین اجتماعی در صدد است تا سرمایه‌گذاری‌های خود را به هلدینگ فولاد، نفت، پتروشیمی، بانک و بیمه متمرکز کند و در این راستا سرمایه ۴۰۰ میلیارد تومانی بانک رفاه را نیز در چند ماه گذشته به ۲۰۰۰ میلیارد تومان افزایش داده است.

فولاد آلیاژی ایران

افزایش ۱۷ درصدی تولید و فروش فولاد آلیاژی ایران

مجتمع فولاد آلیاژی ایران از ابتدای سال ۹۱ تا پایان بهمن، ۳۲۴ هزار و ۳۸۸ تن فولاد خام از نوع عملیات حرارت پذیر، سخت شونده سطحی، میکرو آلیاژ، فنر، ابزار سرد کار، کربنی و صنعتی تولید کرد. این در حالیست که میزان تولید این محصولات در مدت مشابه سال گذشته، ۲۷۷ هزار و ۱۵۰ تن بود. همچنین این شرکت در ۱۱ ماهه اخیر بیش از ۲۸۶ هزار تن محصول به ارزش ۴۸۰۰ میلیارد ریال به فروش رساند که نسبت به مدت مشابه سال ۹۰، از نظر وزنی ۲۱ درصد و از نظر ارزش ۸۰ درصد رشد داشت.

افزون بر این، شرکت فولاد آلیاژی ایران، در مدت مذکور بیش از ۱۷ هزار تن محصولات تولیدی این شرکت را شامل انواع فولاد خام شامل عملیات حرارت پذیر، سخت شونده سطحی، فنر، ابزار گرم کار و بلبرینگ به ارزش۱۷ میلیون دلار به کشورهای آلمان، اسپانیا، ارمنستان، انگلستان، امارات، بلژیک، ترکیه، هلند و لهستان صادر کرد. بنا به این گزارش، محصولات یاد شده در صنایع خودرو سازی، ماشین سازی، ابزار سازی و نیز در ساخت تجهیزات نفت، گاز، پتروشیمی و ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد.

اخبار از سایت‌های بین‌المللی

(منبع: www.steeltimesint.com)

افزایش واردات فولاد به امریکا

میزان واردات فولاد به امریکا در ماه آوریل ۴ درصد نسبت به ماه مارس رشد داشته است. مجوزهای واردات فولاد به امریکا در آوریل ۲/۳۴ میلیون تن ثبت‌شده درحالی‌که ماه مارس ۲/۲۵ میلیون تن بود. در این بین واردات ورق سیاه برشی ۹۰ درصد رشد داشته که به ۱۱۵ هزار تن رسید. ورق سرد با رشد ۲۱ درصدی در واردات روبرو خواهد شد ولی واردات ورق گالوانیزه افت ۲۸ درصدی داشته که از حدود ۱۷۰ هزار تن به ۱۲۲ هزار تن رسید.

همچنین تعداد مجوزهای واردات میلگرد در آوریل ۷۸ درصد کاهش‌یافته به حدود ۳۱ هزار تن رسید. قابل‌ذکر است در ماه آوریل واردات فولاد از برزیل به امریکا ۳۳ درصد نسبت به مارس رشد داشته و واردات از ژاپن نیز رشد ۳۶ درصدی داشته است.

صنعت فولاد امریکا تحت تأثیر سیاست‌های دولت چین

در صورتی که آمریکا نتواند راه حلی برای مقابله با سیاست چین در رابطه با ایجاد موانع برای جلوگیری از صادرات قراضه سایر کشورها به چین پیدا نماید، صنعت فولاد امریکا با چالش‌های زیادی روبرو خواهد شد.

امریکا با یک دهه سوددهی پایین روبروست که اگر مشکلات ساختاری عرضه و تقاضا در صنعت فولاد جهان رفع نشود، ادامه خواهد داشت. ظاهراً تقاضای فولاد اروپا سال جاری ۳ تا ۴ درصد افت خواهد داشت و بدتر از آن وضعیت بازار چین است که ظاهراً هیچ زمانی تقاضا با عرضه داخلی هم‌خوانی نخواهد داشت. علت این است که دولت چین حاضر نیست تولید کارخانه‌های خود را پایین بیاورد حتی اگر سوددهی نداشته باشند. امریکا به عنوان یک صادرکننده اصلی قراضه با کشورهایی که سعی دارند صادرات قراضه را کاهش دهند تا هزینه تولید کارخانه‌های خود را کم کنند رقابت می‌کند.

تولید فولاد چین یک میلیارد تن می‌شود!

قیمت محصولات فولادی در بازار داخلی چین در ماه‌های گذشته به روند روبه پایین ادامه داد. این وضعیت نشانگر تداوم کمبود تقاضا و مازاد عرضه است. انجمن آهن و فولاد چین اخیراً به کارخانه های عضو آن هشدار داده که پیش بینی رشد تقاضا آنقدر نیست که میزان رشد در تولید فولاد ماه های آینده را جبران کند از این رو باید منتظر وخیم‌تر شدن اوضاع بود. طبق برآوردها ظرفیت تولید فولاد سالانه چین به یک میلیارد تن نزدیک شده و کارخانه‌ها همچنان در حال افزایش تولید هستند. این در حالی است که تقاضای فولاد سال جاری این کشور تنها ۶۹۸ میلیون تن پیش بینی شده است.

کاهش قیمت کرومیت وارداتی به چین

به گزارش برخی خبرگزاری‌ها، قیمت کرومیت و فرو کروم در بازارهای داخلی چین در ماه آوریل کاهشی است. در ماه آوریل قیمت کرومیت و فرو کروم در حالی در چین کاهشی بود که واردات این مواد معدنی در ماه مارس افزایش داشت.

محموله‌های وارداتی فرو کروم با کربن بالا در ماه مارس ۱۵۷ هزار و ۱۲۶ تن بود که در مقایسه با مدت مشابه سال گذشته ۶/۸ درصد کاهش سالانه را نشان می‌دهد و این در حالی است که میزان واردات نسبت به فوریه ۱۹/۴ درصد رشد داشته است.

این گزارش می‌افزاید، واردات کرومیت و کنسانتره در ماه مارس ۹۵۶ هزار و ۷۵۴ تن بوده که ۲۶/۱ درصد رشد سالانه و ۱/ ۲۹درصد افزایش ماهانه را نشان می‌دهد. آفریقای جنوبی در ماه مارس بزرگ‌ترین صادرکننده فروکروم به چین بوده و در همین ماه ۷۳ هزار و ۷۷۵ تن صادرات به این کشور داشته است. این میزان صادرات نشان‌دهنده رشد ۲۲ درصدی نسبت به ماه فوریه و افت ۳۶ درصدی سالانه است. همچنین آفریقای جنوبی در ماه مارس با ۴۹۷ هزار و ۱۰۸ تن صادرات کرومیت به چین به عنوان بزرگ‌ترین صادرکننده به این کشور شناخته شد که رشد ۳۱/۱ درصدی ماهانه و ۲۲/۲ درصدی سالانه را نشان می‌دهد.

در ادامه این گزارش آمده است، قزاقستان که دومین صادرکننده فروکروم شناخته می‌شود، در ماه مارس نزدیک به ۴۶ هزار تن فروکروم به کشور چین صادر کرده و این میزان صادرات گویای رشد ۱۱/۱ درصدی در مقایسه با ماه گذشته و ۶۸ درصدی نسبت به مدت مشابه سال ۲۰۱۲ است. در پایان باید افزود، چین در ماه مارس ۲۱۱ هزار و ۴۲ تن کرومیت از ترکیه وارد کرده است که در مقایسه با فوریه سال جاری ۸۹/۵ درصد رشد و نسبت به مدت مشابه سال گذشته ۴۴/۳ درصد افزایش داشته است.

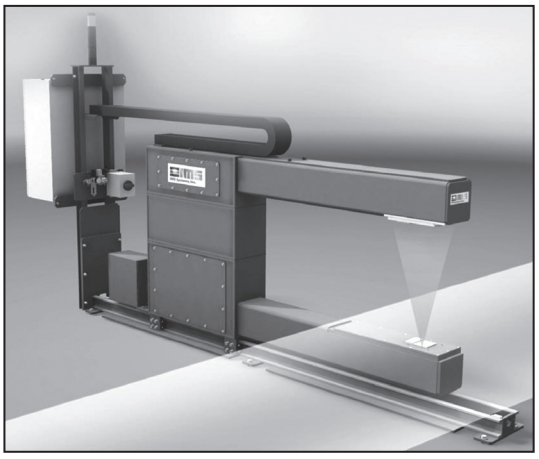
تازه‌های تکنولوژی*

ترجمه و تنظیم: مهندس مسعود بیگی
انجمن آهن و فولاد ایران

سیستم ضخامت سنج اشعه ایکس آنلاین بر روی خطوط نورد برگشتی

این سیستم ضخامت سنج که اساس کار آن استفاده از اشعه‌ی ایکس برای تعیین ضخامت مقاطع نورد شده است، بر روی خطوط نورد نصب شده و قابلیت گزارش آنلاین ضخامت محصولات تولید شده را دارا می‌باشد. از جمله ویژگی‌های این سیستم می‌توان به مواردی همچون دقت بسیار بالا (در حدود ۹۹/۹ درصد)، کاربردی ساده، نصب و راه اندازه راحت و سریع، اقتصادی بودن نویز آماری بسیار پایین بدون استفاده از گریس و مواردی از این قبیل اشاره کرد.

این دستگاه قابلیت اندازه ضخامت از فواصل ۱۲ تا ۲۴ اینچی را دارا بوده و همچنین برای عرض‌های ۴۸، ۶۳ و ۸۷ اینچی طراحی شده است. این سیستم ضخامت سنج در خطوط نورد فولادها، فولادهای زنگ نزن، آلومینیوم و مس قابل نصب بوده و ضخامت‌های ۰/۱ تا ۱۰ میلی متر را می‌تواند تعیین نماید.



گیج دیجیتالی ضخامت سنج پوشش

این دستگاه قابل حمل اندازه گیری ضخامت پوشش به روش غیر مخرب ضخامت پوشش‌های اعمال شده بر روی زیر لایه‌ها را اندازه گیری می‌کند. این دستگاه قابلیت اندازه‌گیری ضخامت پوشش‌های غیر مغناطیسی همچون رنگ‌ها، لعاب‌ها و نیز کروم بر روی فولاد و همچنین پوشش‌های عایق مثل پوشش‌های آندایز شده و پوشش‌های اعمال شده بر روی فلزات غیر آهنی را دارا می‌باشد.

مهم‌ترین ویژگی‌های این دستگاه عبارت است از:

- دقت بسیار بالای اندازه گیری ضخامت پوشش‌ها
- سنسور های قوی جهت تعیین ضخامت بر روی زیر لایه های آهنی و غیر آهنی
- تشخیص خود کار نوع زیر لایه
- سنسور های مقاوم به سایش و طول عمر بسیار زیاد دستگاه
- رسم دقیق پروفیل ضخامت با استفاده از ۵۰ نقطه اندازه گیری شده
- رابط کاربری با ۲۵ زبان مختلف دنیا
- قابلیت انتقال داده‌ها به کامپیوتر و پرینتر از طریق ارتباط مادون قرمز
- قابلیت ذخیره سازی ده‌ها نمونه‌ی مختلف

عناوین مقالات مندرج در مجلات بین‌المللی آهن و فولاد

(در این شماره)

Journal of Iron and Steel Research, International

Volume 20, Issue 1, Pages 1-78 (January 2013)

Effect of Modification Treatment for Reduction of Dephosphorization Slag in Hot Metal Bath
Mao-fa JIANG, Yu-yuan CUI, De-yong WANG, Yi MIN, Cheng-jun LIU, Pages 1-6,20

Nonlinear Dynamics of Torsional Vibration for Rolling Mill's Main Drive System Under Parametric Excitation
Pei-ming SHI, Ji-zhao LI, Jin-shui JIANG, Bin LIU, Dong-ying HAN, Pages 7-12

Optimization of Oscillation Model for Slab Continuous Casting Mould Based on Mould Friction Measurements in Plant Trial
Xu-dong WANG, Man YAO, Li ZHANG, Xiao-bing ZHANG, Shao-hui CHEN, Pages 13-20

Solid Phase Synthetic Reaction of Sodium Pyroxene for Na_2CO_3-$Fe(OH)_3$-H_2SiO_3 System
Yi-ci WANG, Jian-liang ZHANG, Yue-cong WANG, Guo-ping LUO, Pages 21-25

Industrial Application of Desulfurization Using Low Basicity Refining Slag in Tire Cord Steel
Shu-hao CHEN, Xin-hua WANG, Xiao-fei HE, Wan-jun WANG, Min JIANG, Pages 26-33

Large Eddy Simulation of Turbulent Fluid Flow in Liquid Metal of Continuous Casting
Chuan-bo JI, Jing-she LI, Shu-feng YANG, Li-yuan SUN, Pages 34-39,46

Stress Corrosion of X80 Pipeline Steel Welded Joints by Slow Strain Test in NACE H_2S Solutions
De-jun KONG, Yong-zhong WU, Dan LONG, Pages 40-46

Oxide Scale Growth on High Carbon Steel at High Temperatures
Xian-jun HU, Bi-ming ZHANG, Shao-hui CHEN, Feng FANG, Jian-qing JIANG, Pages 47-52

Anti-Thermal-Fatigue Property of 8407 Steel With Surface Aluminization and Oxidation Treatment
Jian SUN, Yu-song XU, Xiao-ming WANG, Zong-shu ZOU, Pages 53-57

Activation Energy of Nitriding Medium Carbon Ferromanganese Alloy
Saeed N Ghali, Mamdouh M Eissa, Micheal L Mishreky, Pages 58-61,78

Structural Ultrafine Grained Steels Obtained by Advanced Controlled Rolling
R González, JO García, MA Barbés, MJ Quintana, LF Verdeja, JI Verdeja, Pages 62-70

Influence of FCA Welding Process Parameters on Distortion of 409M Stainless Steel for Rail Coach Building
MV Venkatesan, N Murugan, BM Prasad, A Manickavasagam, Pages 71-78

ترجمه‌ی دو چکیده مقاله از مجله:

Journal of Iron and Steel Research, International
Volume 20, Issue 1, Pages 1-78 (January 2013)

رشد لایه اکسیدی در فولادهای پر کربن در دمای بالا

Oxide Scale Growth on High Carbon Steel at High Temperatures

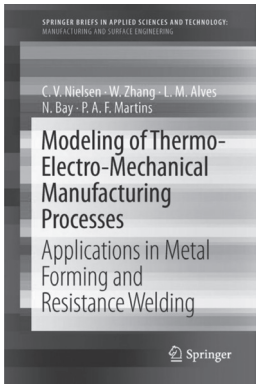
در این تحقیق ساختار و نحوه‌ی فرایند اکسیداسیون در فولادهای پر کربن توسط آنالیزهای پراش پرتو ایکس (XRD) میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) و اسپکتروسکوپی لیزری رامان (LRS) مورد بررسی قرار گرفته است. لایه ی اکسیدی همانند تشکیل آن در آهن خالص و یا فولاد های کم کربن به صورت سه لایه تشکیل و رشد یافته است. اگرچه در فولادهای پرکربن می توان لایه ی اکسیدی را دو لایه در نظر گرفت،چرا که مقدار لایه ی هماتیت (Fe_2O_3) تشکیل شده نصبت به دو لایه ی دیگر بسیار کم تر است. نتیجه‌ی دیگری که از این تحقیقات گرفته شده این است که با افزایشزمان و دمای فرایند میزان اکسیداسیون افزایش می یابد. سرعت رشد لایه ی اکسیدی در دماهای بالای ۹۰۰ درجه سانتی گراد به شدت افزایش می یابد علی الخصوص در ۲۰ ثانیه ی اول فرایند که این سرعت به حداکثر مقدار خود می رسد. در اثر افزایش دما و زمان لایه ی وستیت ($Fe_{1-y}O$) رشد بیشتری داشته در حالی که با افزایش دما و زمان ضخامت لایه ی مگنتیت (Fe_3O_4) تقریباً ثابت و در حدود ۲ میکرومتر باقی می ماند.

دستیابی به فولادهای فوق ریزدانه ی ساختاری به وسیله ی روش پیشرفته ی نوردکاری کنترل شده

Structural Ultrafine Grained Steels Obtained by Advanced Controlled Rolling

فولادهای با اندازه دانه‌ی فوق العاده ریز (کمتر از ۵ میکرومتر)، که معمولاً تحت عنوان فولادهای فریتی فوق ریزدانه یا مواد فوق العاده ریزدانه معروف هستند، به علت دارا بودن چقرمگی شکست بالا امروزه مورد توجه زیادی قرار گرفته و تحقیقات فراوانی بر روی آنها انجام می شود. فولادهای نام گذاری شده طبق استاندارد اروپا که با نام های Euronorm EN 10149-2 شناخته می شوند عموماً دارای کاربردهای زیادی درصنایع خودرو سازی بوده و توسط روش های پیشرفته‌ی نورد کاری کنترل شده تولید می شوند. این فولادها دارای اندازه دانه ی در رنج ۲/۵ تا ۳/۵ میکرومتر و مدول الاستیکی بالای ۴۰۰ مگاپاسکال هستند. بر اساس معیار موریسون- میلر نشان داده شده که مقدار ضریب کرنش سختی این فولادها کمتر از ۰/۰۸ بوده که همین امر سبب شده که تولید این گونه فولادها به صورت صنعتی مشکل باشد.

معرفی کتاب



عنوان کتاب: مدل سازی فرایندهای ساخت ترمو الکترومکانیکال

عنوان انگلیسی: Modeling of Thermo-Electro-Mechanical Manufacturing Processes

مؤلفین: C.V.Nielsen, W.Zhang, L.M.Alves, N.Bay and NielsBay

قیمت: ۴۱ یورو

سال نشر: ۲۰۱۳

تعداد صفحات: ۱۲۰

معرفی:

این کتاب حاوی مطالبی تخصصی و پایه ایی از مبحث فرایندهای ترمو الکترومکانیکال است که از دیدگاه شبیه سازی به این مبحث پرداخته است. کتاب در ۸ فصل مختلف طبقه بندی شده که در ابتدا به مباحث مدل سازی و فرمول‌های المان محدود اشاره شده، سپس در ادامه مباحثی همچون فرمول‌های المان محدود شارش و جریان ، شیوه های مدلینگ، نحوه‌ی مش بندی، مواد و مبحث سایش در این فرایندها و در نهایت کاربردهای این روش مطالبی آورده شده است.

عنوان کتاب: خستگی و خوردگی در فلزات

عنوان انگلیسی: Fatigue and Corrosion in Metals

مؤلفین: Milella, Pietro Paolo

قیمت: ۷۵ یورو

سال نشر: ۲۰۱۲

تعداد صفحات : ۸۴۴

معرفی:

این کتاب که حاصل بیش از ۲۰ سال سابقه‌ی علمی و عملیاتی در زمینه‌ی خستگی و خوردگی مؤلفین می‌باشد برای دانشجویان و همچنین شاغلین در صنایع مفید و پرکاربرد است. این کتاب کامل و جامع در ۱۶ فصل مختلف دسته بندی شده که می‌توان مطالب آن را به دو دسته‌ی مباحث خستگی و مباحث خوردگی تقسیم بندی نمود. در مورد پدیده‌ی خستگی اطلاعاتی از جمله طبیعت پدیده‌ی خستگی، جنبه های مورفولوژیکی خستگی، فاکتورهای موثر بر دیاگرام‌های S-N، خستگی تحت سیکل‌های بالا و پایین، تأثیر ناچ، خستگی در جوش و مواردی از این قبیل گنجانده شده است. در بخش خوردگی نیز مطالبی از جمله اصول اولیه خوردگی، بحث تردی هیدروژنی، خوردگی تحت تنش و خوردگی به همراه خستگی ذکر شده است.

معرفی نرم افزار

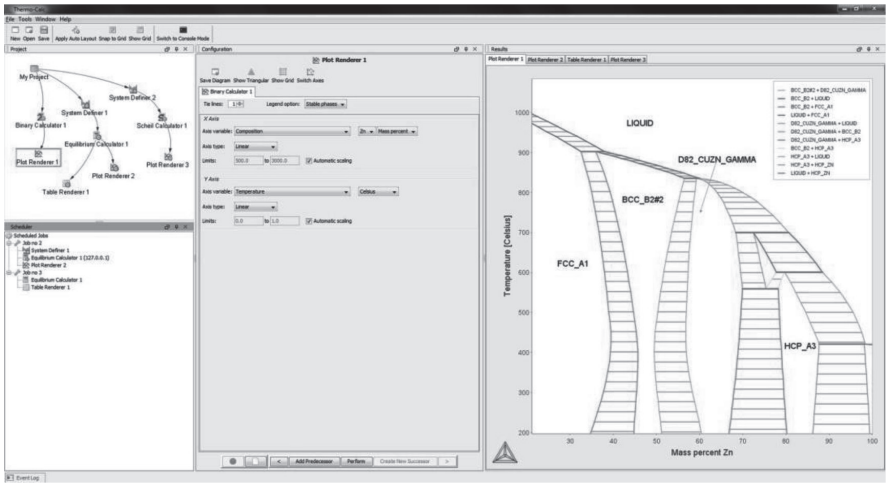
ترجمه و تنظیم: مهندس محبوبه عباسیان
انجمن آهن و فولاد ایران

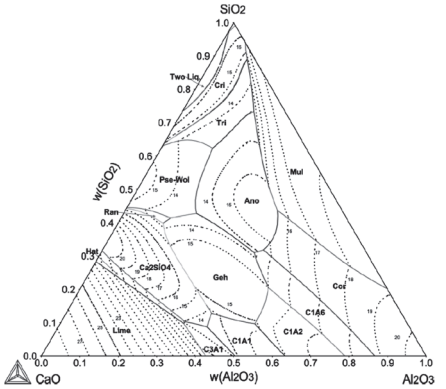
نرم افزار Thermo-Calc 3.0

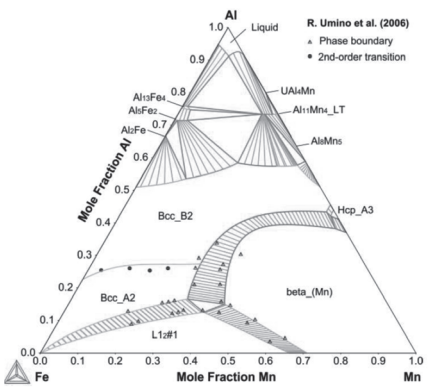
نرم افزار ترموکالک یک نرم افزار جامع و انعطاف پذیر در زمینه‌ی محاسبات ترمودینامیک مواد چند جزیی و نیز دیاگرام‌های فازی می‌باشد. مخاطبین این نرم افزار علاوه بر دانشجویان رشته های مرتبط افراد شاغل در صنایع نیز است. این نرم افزار دارای رابط کاربری بسیار ساده و کاربردی بوده امکانات بسیار زیادی در اختیار کاربران قرا می‌دهد.

ویژگی‌ها:

- کارایی بالا در زمینه‌ی محاسبات ترمودینامیکی مهندسی و علم مواد
- ایجاد درک بهتر در کاربرد در خصوص فاکتور های موثر بر فرایند های ترمودینامیکی
- کاهش هزینه‌ها با تعیین پارامترهای تأثیر گذار و همچنین تأثیر عناصر آلیاژی در آلیاژها از طریق شبیه سازی
- دارای دیتا بیس بسیار قوی و کامل در خصوص اطلاعات فنی تمامی آلیاژهای آهنی، اغلب آلیاژهای غیر آهنی، نیمه رساناها، مواد هسته ای، مواد معدنی، محلول‌های آبی، گازها و ...
- قابلیت دسترسی به دیاگرام‌های کاربردی ترمودینامیک همچون دیاگرام‌های الینگهام، پوربکس و ...







سمینارهای بین المللی در زمینه مواد و متالورژی

No	Title	Location	Date	Organization
1	**New developments in Advanced High Strength Sheet Steels**	Vail, Colorado, USA	23 - 27 June 2013	AIST
2	**Metallurgy Litmash 2013**	Moscow	25 - 28 June 2013	Messe Düsseldorf
3	**Advances in Refractories and Clean Steel Making (ARCS 13)**	Ranchi, India	26 - 28 June 2013	SAIL
4	**Focus Versus Diversity - Steel Strategy Seminar 4**	Scunthorpe, UK	09 July 2013	IoM3
5	**Rust, Regeneration and Romance: Iron and Steel Landscapes and Cultures**	Ironbridge, UK	10 - 14 July 2013	University of Birmingham
6	**MMM3013 – 15th IFAC Symposium**	San Diego, California	25 - 28 August 2013	Flogen
7	**11th China Int'l Coking Technology and Coke Market Congress**	Nanning, Guangxi, China	04 - 06 September 2013	MC-CCPIT
8	**China (Chongqing) Inter' Metallurgy Industry Expo. 2013**	Chongqing Organised, china	11 - 13 September 2013	Steel Tech
9	**6th International conference World Steel Semis Market 2013**	Istanbul, Turkey	19 - 20 September 2013	Business Forum
10	**13th China Int'l Steel & Raw Materials Conference Organised by MC-CCPIT**	Qingdao, ShangdongChina	24 - 26 September 2013	MC-CCPIT
11	**3rd MetEx India - International Exhibition on Metal, Materials & Metallurgical Technology, Equipment**	Bangalore organised	26 - 28 September 2013	Indian Institute of Metals

سمینارهای داخلی

ردیف	عنوان	زمان	پایگاه اینترنتی
۱	اولین همایش ملی فلزات و آلیاژهای غیرآهنی (مواد و فناوری‌های نوین کاربردی)	۲۵ مهر ۱۳۹۲	http://www.elmikarbordi.jdm.ac.ir
۲	دومین همایش ملی سرب و روی ایران	۸ آبان ۱۳۹۲	http://www.nclz.ir
۳	دومین همایش بین‌المللی و هفتمین همایش مشترک انجمن مهندسی متالورژی ایران و انجمن علمی ریخته‌گری ایران	۸ تا ۹ آبان ۱۳۹۲	http://imes-congress.semnan.ac.ir
۴	چهارمین کنفرانس بین‌المللی عملیات حرارتی مواد و دومین همایش بین‌المللی مواد جدید و پیشرفته	۱۰ آبان ۱۳۹۲	http://www.icmh.ir/indexfa.aspx
۵	چهارمین کنفرانس بین‌المللی مواد فوق ریزدانه و نانوساختار	۱۴ تا ۱۵ آبان ۱۳۹۲	http://ufgnsm13.ut.ac.ir
۶	هشتمین همایش بین‌المللی موتورهای درونسوز	۲۸ تا ۳۰ آبان ۱۳۹۲	http://www.iranengine.com
۷	پنجمین همایش مبدل‌های گرمایی	۳۰ آبان ۱۳۹۲	http://www.mobadel.ir
۸	چهارمین کنفرانس لوله و خطوط انتقال نفت و گاز	۱۹تا ۲۰ آذر ۱۳۹۲	http://www.iranpipetech.ir/pipe2010
۹	هشتمین کنگره بین‌المللی مهندسی شیمی	۵ تا ۸ اسفند ۱۳۹۲	http://ichec.ir

سایت‌های اطلاع رسانی

آهن و فولاد در شبکه اینترنت

کتابخانه دیجیتال انجمن تکنولوژی آهن و فولاد

در این کتاب خانه آنلاین افراد پس از عضویت می‌توانند به منابع عظیم اطلاعاتی از سراسر دنیا در خصوص صنعت آهن و فولاد دستیابی نمایند. اطلاعاتی همچون مجموعه مقالات کنفرانس‌های بین‌المللی معتبر، ژورنال‌های تکنولوژی آهن و فولاد، آرشیو مقالات این نشریه و همچنین اطلاعات صنعتی همچون گزارش‌های فنی، آمار و ارقام و ... در این کتاب خانه‌ی دیجیتال در دسترس می‌باشد. هزینه‌ی عضویت در این کتابخانه‌ی دیجیتال برای افراد عضو این انجمن رایگان، برای اعضاء حقیقی غیر عضو انجمن ۲۶۵ دلار به ازای هر سال و برای اعضاء حقوقی غیر عضو انجمن ۵۳۰ دلار در سال می‌باشد. همچنین در صورتی که شرکت‌های حقوقی نیازمند خرید کل کتابخانه به صورت دیجیتال باشند می‌بایست هزینه ایی معادل ۱ میلیون و ۸۵۵ هزار دلار پرداخت نمایند.

www.Digital.library.aist.org

سایت ایران سنگ آهن

این سایت اولین و کامل‌ترین مرجع تجارت سنگ آهن ایران بوده و به منظور اطلاع رسانی در خصوص بازار سنگ آهن ایران، اطلاعات در خصوص آشنایی با بازرگانی بین‌الملل و نیز تسریع و سهولت در انجام معاملات سنگ آهن راه اندازی شده است. در این سایت می‌توانید کلیه اطلاعات در خصوص کارهای بازرگانی خارجی اعم از اصطلاحات بازرگانی بین‌الملل، اینکوترمز، اعتبارات اسنادی (LC) ، فرم‌های مورد نیاز برای امور صادراتی ، مدارک مورد نیاز برای صدور یا تمدید کارت بازرگانی و نیز اطلاعات کاملی در خصوص سنگ آهن از جمله قیمت‌های جهانی، مراحل ثبت معدن، اکتشاف، فراوری، مراحل گرفتن پروانه های اکتشاف و بهره برداری و مدارک مورد نیاز آن و مهم‌تر از آن پیشنهادات و درخواست‌های فروشندگان و خریداران سنگ آهن ایران دست پیدا کرده کسب نمایید.

www.iransangahan.com

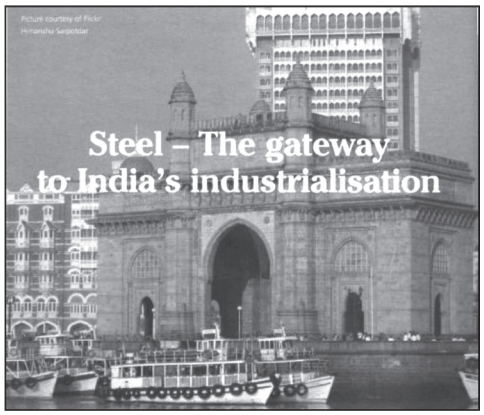
دانستنی‌های فولاد

هند در حال پیشرفت؛

آیا صنعت فولاد هند وعده خود را محقق می‌کند؟*

ترجمه: محمدحسین نشاطی
شرکت فولاد آلیاژی ایران

هند شاهد افزایش تولید فولاد خام تا ۴۷ میلیون تن یا رشد ۱۷۴٪ از آغاز قرن ۲۱ تاکنون با متوسط افزایش سالانه تولید ۱۴/۵٪ بوده است و اکنون چهارمین تولید کننده بزرگ فولاد جهان می‌باشد. بخش عمده ای از این رشد از آن بخش خصوصی است که سه چهارم از تولید کل را در بر می‌گیرد. این گزارش ویژه که توسط بخش گزارش‌های جهانی کسب و کار از طریق مصاحبه با شرکت‌های کلیدی فولاد در هند تهیه شده است، چگونگی تحقق رشد قابل توجه فولاد آن کشور را نشان می‌دهد.در این گزارش مواردی از قبیل تمایل هند به ایجاد کارخانه های مقیاس کوچک و بزرگ تولید آهن اسفنجی (DRI)، میزان ذخایر گسترده سنگ آهن و مشکلات پیش روی آنها، چگونگی انتقال تکنولوژی از کارخانه فولاد با قدمت ۱۰۵ سال به دوران مدرن بررسی می‌شود.



بنای تاریخی"دروازه هند" که در دوران سلطه بریتانیا درساحل شهر بمبئی ساخته شده - در حال حاضر مامبی - و به عنوان نماد استقبال از سرمایه گذاری خارجی در هند باقی مانده است.

امروزه، ارزیابی معمول عملکرد هر کشور با مراجعه به تولید ناخالص داخلی (GDP) آن آغاز می‌شود. اما، GDP، یکاندازه‌گیری نسبتاً آب و تاب دار است. بررسی صنعت فولاد کشور روش پویاتر و گسترده‌تری را برای پیش بینی آینده اقتصادی آن فراهم می‌کند. مصرف سرانه فولاد به طور مستقیم به شرایطی که جامعه در آن زندگی می‌کند ارتباط دارد: یکی از موارد قابل استنباط با آگاهی از میزان مصرف سرانه ی فولاد، تفکیک منطقه ای تفاوت در توسعه اقتصادی است، این شاخص الگوی شهرنشینی، هزینه زیرساخت‌ها، شرایط صنعت و ظرفیت تولید را منعکس می‌کند. دکتر آ چاترجی، مشاور سابق مدیر عامل شرکت فولاد تاتای جمشیدپور می‌گوید: "تولید و مصرف فولاد به عنوان یک شاخص پیشرفت هر کشور پذیرفته شده است".

به خصوص در مورد هند، بررسی صنعت فولاد آموزنده است. اکنون این کشور سومین مصرف کننده بزرگ فولاد است. اما، در حالی که از هنگام آزادسازی اقتصادی تولید فولاد به طور مداوم افزایش یافته، مصرف سرانه در هند به میزان قابل ملاحظه ای کم باقی مانده است. میانگین مصرف فولاد هند در سال ۲۰۱۱ در حدود ۵۵ kg در سال، در مقایسه با متوسط جهانی ۲۰۶ kg و بیش از ۵۰۰ kg در کشورهای با اقتصادهای تکامل یافته ای همانند آمریکا و ژاپن بوده است. آنچه که به ویژه با این موضوع ارتباط دارد این است که بنا به بیان بانرجی، مدیر کل موسسه توسعه و رشد فولاد (INSDAG) در سال ۲۰۱۱ مصرف سرانه روستاییان هند که بیش از ۷۰٪ از جمعیت این کشور را تشکیل می‌دهند، به طور متوسط تنها ۹/۷۸ kg بود. در واقع برای اینکه هند به یک رهبر جهانی در تولید فولاد تبدیل شود، باید

* این متن ترجمه کاملی از مقاله زیر است:
Joseph Hincks and Pavlina Pavlova, Indian rising: Can India's steel industry deliver on years of promise, Steel Times International - July/August 2012 .

به بازار داخلی خود دسترسی یابد که به این معنی است که این رقم باید به شدت افزایش یابد.

در مقایسه با نسبت ۷۲/۲ میلیون تن در سال هند (جدول ۱)، چین گزارش داده که در سال ۲۰۱۱ مقدار ۶۹۵/۵ میلیون تن فولاد خام تولید کرده است (تنها رقم ثبت شده رسمی). انتظار می‌رود که تقاضای فولاد چین پس از بالا رفتن سرسام آور، کم شود و صنعت فولاد وضعیت پایدار اما رشد نسبتاً کمتری را از ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۶ تجربه کند.

با وجود قابلیت رشد آشکار تولید و مصرف فولاد هند، پیش بینی مسیر صنعت فولاد کشور طی چند سال آینده مشکل‌تر است. از یک طرف، هند نشانه هائی از قصد خود برای سرمایه گذاری سنگین در کارخانه های بسیار بزرگ تولید فولاد، نوسازی مستمر و به روز رسانی کارخانه های قدیمی را ابراز داشته است. از طرفی دیگر، با وجود نگرانی‌ها در مورد دسترسی به مواد اولیه، فرآیند پیچیده تخصیص زمین، و پرسش هائی که در مورد توانایی زیرساخت‌های هند بروز می‌کند انتظارات تعدیل می‌شوند.

جدول ۱. تولید فولاد خام در هند(میلیون تن در سال مالی)

مقدار(میلیون تن)	سال مالی (آوریل- مارس)
۲۶/۸۹	۲۰۰۰-۰۱
۲۷/۹۴	۲۰۰۱-۰۲
۳۰/۴۴	۲۰۰۲-۰۳
۳۴/۲۵	۲۰۰۳-۰۴
۳۸/۴۹	۲۰۰۴-۰۵
۴۶/۴۶	۲۰۰۵-۰۶
۵۲/۸۲	۲۰۰۶-۰۷
۵۳/۸۶	۲۰۰۷-۰۸
۵۸/۴۴	۲۰۰۸-۰۹
۶۵/۸۴	۲۰۰۹-۱۰
۶۹/۵۸	۲۰۱۰-۱۱
۷۳/۷۹ (موقتی)	۲۰۱۱-۱۲
منبع: Joint Plant Committee(JPC)	

نقشه راه موفقیت

اصلاحات اقتصادی در سال ۱۹۹۱ خبر از دوره جدیدی از رشد و لحاظ کردن ظرفیت‌های جدید در سناریوی فولاد هند با خود آورد. اما، با وجود بیانیه‌های پی در پی در مورد مشخصات سرمایه گذاری بالا، سرعت توسعه، به خصوص نسبت به چین، در خور یک غول در حال بیدار شدن نبود. اگرچه به نظر می‌رسد نرخ رشد اقتصادی قابل توجه هند این کشور را مقصد ایده آل برای سرمایه گذاری مستقیم خارجی (FDI) کرده است، سرمایه گذاران دلسرد شکایت‌های مشابهی را تکرار می‌کردند: زیرساخت‌ها وجود نداشتند؛ بنادر و جاده‌ها مورد نیاز بودند و همه چیز در این کشور با کندی زیادی انجام می‌شد.

در سال ۲۰۰۵، دولت هند، در نقش جدید خود به عنوان تسهیل کننده، رهنمودی را که راه حلی را وعده می‌داد مطرح کرد: راهبرد ملی فولاد ۲۰۰۵. این راهبرد پیش بینی می‌کرد که تولید فولاد تا سال مالی ۲۰-۲۰۱۹ با نرخ رشد سالانه ۷/۳٪ به ۱۱۰ میلیون تن در سال برسد.

طرح فولاد سال ۲۰۰۵ تا حد زیادی موفق بود و تا سال ۲۰۰۷ سرمایه گذاری جدید هند را به سمت تبدیل شدن به پنجمین تولیدکننده بزرگ فولاد جهان و بزرگ‌ترین تولیدکننده آهن اسفنجی در جهان به پیش راند.

در زمان نوشتن این متن، راهبرد ملی فولاد ۲۰۰۵ در پرتو پیشرفت‌های سریع در هر دو طرف عرضه و تقاضای صنعت فولاد داخلی مورد بازنگری قرار گرفت. راهبرد جدید فولاد که در ماه جون سال ۲۰۱۲ منتشر شد، اهداف تولید را در مقادیری به مراتب بیش از طرح سال ۲۰۰۵ تعیین کرده است.

بر اساس هزینه برآورد شده زیرساخت‌ها (به مبلغ حدود یک تریلیون دلار)، رشد پیش‌بینی شده صنایع ساخت و تولید هند، افزایش جمعیت شهری این کشور به ۶۰۰ میلیون تا سال ۲۰۳۰ و ظهور بازار روستایی برای مصرف فولاد، کار گروه فولاد وزارت فولاد برای دوازدهمین برنامه پنج ساله از آوریل ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۷ پیش بینی کرده است که ظرفیت فولاد خام در هند تا سال مالی ۱۷ - ۲۰۱۶ احتمالاً به ۱۴۰ میلیون تن در سال برسد. علاوه بر این، یادداشت‌های تفاهم (MoU) امضا شده تولیدکنندگان بخش خصوصی با دولت ایالت‌های مختلف نشان می‌دهد که ظرفیت ممکن است تا سال ۲۰۲۰ از مقدار ۲۰۰ میلیون تن در سال نیز فراتر رود.

کمیته مشترک کارخانه‌ها گفت: "برنامه پنج ساله بعدی آینده سرمایه گذاری در زیرساخت‌ها، تأمین مالی صنعت فولاد از طریق مالیات‌ها، و تعهد به تحقیق و توسعه است. به طور کلی، ما انتظار داریم تقاضا تقریباً ۸/۵٪ رشد کند، اگرچه امسال بخش تولید کمی کاهش داشت و رشد تنها حدود ۶٪ خواهد بود".

جدول۲ مصرف ظاهری فولاد (یعنی تولید به اضافه واردات منهای صادرات) برای فولادهای کربنی را از سال ۲۰۰۰ نشان می‌دهد. در طی این مدت مصرف ۳۶/۵ میلیون تن یا ۱۳۰٪ با متوسط رشد سالانه تقاضای ۱۰/۸٪ افزایش یافته است.

جدول۲. مصرف ظاهری فولاد هند برای فولادهای کربنی بر حسب سال مالی

مقدار (میلیون تن)	سال مالی
۲۸/۰۳	۱۹۹۹-۰۰
۲۸/۰۰	۲۰۰۰-۰۱
۲۹/۱۹	۲۰۰۱-۰۲
۳۰/۶۳	۲۰۰۲-۰۳
۳۲/۶۲	۲۰۰۳-۰۴
۳۷/۷۳	۲۰۰۴-۰۵
۴۳/۹۱	۲۰۰۵-۰۶
۴۹/۶۷	۲۰۰۶-۰۷
۵۵/۲۳	۲۰۰۷-۰۸
۵۵/۰۹	۲۰۰۸-۰۹
۶۰/۰۰	۲۰۰۹-۱۰
۶۴/۵۶(موقتی)	۲۰۱۰-۱۱
منبع: Joint Plant Committee(JPC)	

مواد خام برای تولید فولاد

به صورت نظری، پیش بینی رشد هند، اقتضای سرمایه گذاری مستقیم خارجی (FDI) بزرگ در صنعت فولاد را اثبات می‌کند. با این حال یک استنتاج ساده از برنامه های زیربنایی و قابلیت بازار داخلی کافی نیست؛ بررسی احساسات صنعت موجب پاسخ چند جانبه تری می‌شود. در واقع، هر یک از موارد لازم برای فولادسازی - سنگ آهن، زغال سنگ کک سازی و زمین را هم فراموش نباید کرد - مسیر خاص خود را دارند در هند مورد مصالحه قرار می گیرند.

زمین

برگردیم به سال ۲۰۰۵، لاکشمی میتال، رئیس بزرگ‌ترین شرکت فولاد جهان آرسلور میتال اظهار قبلی خود را مبنی بر اینکه هرگز در کشور خود به کسب و کار نمی‌پردازد، لغو کرد و به ایالت جهارخند پرواز کرد و سرمایه گذاری ۹ میلیارد دلاری برای ساخت کارخانه فولاد با ظرفیت تولید ۱۲ میلیون تن در سال بر روی زمین بکر را اعلام کرد. در ژوئن همان سال، شرکت کره ای پوسکو، پنجمین شرکت بزرگ فولاد جهان، تفاهم نامه ای را با دولت اوریسا (اکنون تغییر نام داده به Odisha) برای سرمایه گذاری ۱۲ میلیارد دلاری برای راه اندازی یک کارخانه فولاد در آن ایالت امضا کرد. تا آن زمان، این بزرگ‌ترین سرمایه گذاری مستقیم خارجی در تاریخ هند بود.

سرمایه گذاری‌های به یاد ماندنی آرسلور میتال و پوسکو بازتابی از فضای خوش‌بینانه ای بود که در آن موقع تصور می‌شد. اما، از فوریه ۲۰۱۲ هیچ پروژه ساخت و ساز قابل توجهی آغاز نشده است و در زمان نوشتن این متن، لاکشمی میتال همه فعالیت‌ها در پروژه های پیشنهادی در هند را به حالت تعلیق در آورده و پوسکو نیز هنوز در انتظار زمین اختصاص داده شده به کارخانه خود با حل و فصل شکایت‌های مختلف و نگرانی‌های زیست محیطی است.

در مورد پوسکو، از ۴۰۰۴ هکتار زمین مورد نیاز برای این پروژه ۳۵۸۶ هکتار متعلق به دولت است و به طور خاص مصوبات مربوط به زمین‌های جنگلی در حال پس و پیش انداختن بین دولت‌های فدرال و ایالتی است.

معاون رئیس در امور شرکت‌های شرکت پوسکو هند، و شاران، در ژانویه ۲۰۱۲ به روزنامه نگاران گفت: "هیچ نقطه ای برای فروش در هند به عنوان مقصد سرمایه گذاری در Davros وجود ندارد در زمانی که سرمایه گذاری هائی که قبلاً آمده‌اند با مشکلات متعدد مواجه شده و امکان حرکت رو به جلو ندارند".

اگرچه بسیاری از روش‌های دموکراتیک هند برای تخصیص

زمین باید مورد تحسین قرار گیرد، چنانچه دولت انتظار جلب سرمایه گذاری پروژه های زمین بکر را برای آینده دارد باید به فکر ساده کردن این فرآیند باشد.

طبق اظهار نظر کمیته مشترک کارخانه های فولاد که توسط دولت هند حمایت می‌شود:"تملک زمین یک مشکل است و دلیل اصلی تغییر تمرکز سرمایه گذاران بر انجام پروژه‌ها بر روی تأسیسات موجود است. دولت‌های پنج یا شش ایالت که تولیدکنندگان عمده فولاد هستند نیاز به تصمیم گیری‌های شجاعانه‌ای دارند، در غیر این صورت هند صنعتی نخواهد داشت. امیدواریم رویکردی عملی در پیش گرفته شود". در فوریه ۲۰۱۲، نشانه هائی در حال ظهور بودند که پوسکو به زودی می‌تواند به حل برخی از این مسائل زمین نائل شود و امیدوار است که راهبرد جدید فولاد تدوین روش کارآمدتری را برای تملک زمین تسریع خواهد کرد. آگاروال، معاون رئیس، پروژه های مشاوره و ساختار مالی، بازارهای سرمایه در بانک دولتی هند (SBI)[1] در مورد سرمایه گذاری خارجی در آینده در این کشور خوش‌بین است. آگاروال گفت:"من فکر می‌کنم که ما شاهد حضور شرکت‌های خارجی فولاد در هند در آینده ای نزدیک خواهیم بود. در مورد رشد آینده کسب و کار همه به هند نگاه می‌کنند. با مقداری وضوح بیشتر در مورد مسائل سیاست‌گذاری، من امیدوارم نقش آفرینان بیشتر و بیشتری علاقه‌مند به آمدن به اینجا خواهند شد".

زغال سنگ کک سازی

مسائل مربوط به تملک زمین ممکن است سبب تأخیر در پروژه های شروع از زمین بکر در هند شده باشد، اما آن‌ها تنها محدودیت رشد صنعت فولاد هند در سال ۲۰۱۱ نبودند. نگاهی به آمار تولید بزرگ‌ترین شرکت فولادساز هند در سال ۲۰۱۱ نشان می‌دهد که محدودیت‌ها حتی توسط کارخانه های با قدمت تاسیس طولانی نیز حس شدند (جدول۳).

هند دارای منابع فراوان زغال سنگ حرارتی و در عین حال کمبود ذخائر زغال سنگ کک سازی می‌باشد. بیشتر نیاز کشور به کک، ماده ورودی حیاتی برای تولید فولاد از مسیر کوره بلند، با واردات زغال سنگ سخت برای کک سازی تأمین می‌شود.

تولیدکنندگان مدرن فولاد همواره در برابر نوسانات قیمت مواد خام تا حدی آسیب پذیر بوده‌اند، اما در سال ۲۰۱۱، قیمت‌های بالای زغال سنگ کک سازی، ناشی از عواملی مانند سیل کوئینزلند و تقویت شده با کاهش ارزش روپیه هند، فشار خاصی را بر حاشیه سود صنعت فولاد وارد کرد.

طبق گزارش موسسه بررسی بازار سهام[2] در دسامبر ۲۰۱۱: "کاهش اخیر ارزش روپیه به افزایش قیمت زغال سنگ کک‌سازی تا تقریباً ۲۳۰۰۰ روپیه هند بر تن (۴۰۸,۵ دلار) در مقایسه با حدود ۱۹۰۰۰ روپیه هند بر تن (۳۳۷,۴ دلار) در زمان مشابه سال گذشته رسیده است". "انتظار می‌رود قیمت بالای مواد خام هزینه های تولید را حتی در سناریوی تقاضای ضعیف بالا نگه دارد و ممکن است انتقال قیمت بالاتر به مصرف کنندگان را دشوار کند، این موضوع احتمالاً باعث اعمال فشار بر حاشیه سود و جریان نقدینگی عمدتاً در مورد شرکت‌های فولاد غیر مجتمع می‌شود".

تولیدکنندگان فولاد هند به دو روش مجزا خود را به سمت مصونیت از اثرات نوسانات قیمت زغال سنگ کک سازی سوق داده‌اند: از طریق ادغام رو به عقب، تملک دارایی‌های زغال سنگ کک سازی در داخل و خارج از کشور و از طریق سرمایه گذاری در تکنولوژی. به طور مثال، بزرگ‌ترین شرکت تولیدکننده فولاد هند یعنی شرکت دولتی سیل[3] به عنوان بخشی از برنامه نوسازی خود، گام هائی را در جهت کاهش استفاده از زغال سنگ کک سازی در کارخانه های موجود خود برداشته است. داسگوپتا، معاون مدیر کل سیل گفت:"ما هدف خود را فیلترکردن بیشتر (شستشوی زغال سنگ برای کاهش مقدار خاکستر)، کاهش نیاز به کک و از این رو کاهش نیاز به زغال سنگ کک سازی قرار داده‌ایم. ثانیاً، ما در حال تلاش برای توسعه تکنولوژی هائی برای استفاده بیشتر از زغال سنگ‌های نیمه نرم و غیر کک شونده در کارخانه هستیم تا وابستگی ما به زغال سنگ عالی کم شود."

برخی از نویدبخش‌ترین تکنولوژی‌ها بعداً مورد بحث قرار می‌گیرند، اما اغلب استفاده از آهن احیاشده مستقیم (DRI) برای فولادسازی در کانون راه حل‌های مطرح شده برای هند قرار داشته است.

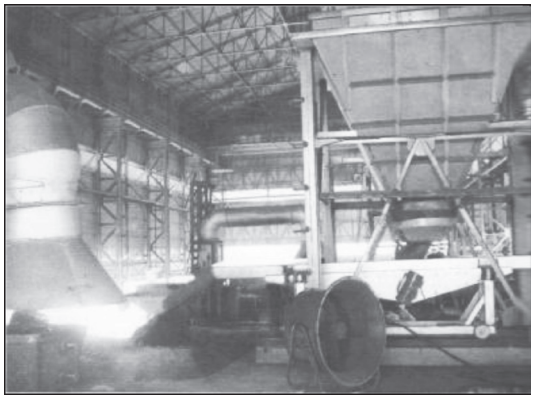
1. State Bank of India

2.Stock Market Review

3. Steel Authority of India Ltd

جدول۳. محصولات قابل فروش در سال مالی ۱۲-۲۰۱۱ (هزار تن)

محصول	تولید برای فروش	٪ تغییر به سال مالی قبل
چدن خام سرد (۱)	۵۸۸۱	۱/۶۶
از ISP (۲)	۵۰۲	(–) ۱۳/۳۰
از تولیدکنندگان ثانویه	۵۳۷۹	۳/۳۲
انتقال بین کارخانه ای (۳) کمتر / مصرف داخلی	۹۸	(–) ۲/۹۷
تولید برای فروش	۵۷۸۳	۱/۷۴
آهن اسفنجی (DRI)	۲۴۸۳۴	(–) ۲/۰۰
از ISP	---	---
از تولیدکنندگان ثانویه	۲۴۸۳۴	(–) ۲/۰۰
انتقال بین کارخانه ای کمتر / مصرف داخلی	۴۴۶۲	۱۶۱۶/۱۵
تولید برای فروش	۲۰۳۷۲	(–) ۱۸/۷۸
فولاد کربنی نهایی	۷۷۹۴۶	۹/۳۳
از ISP	۱۷۵۷۷	(–) ۲/۲۷
از تولیدکنندگان ثانویه	۶۰۳۶۹	۱۳/۶۴
انتقال بین کارخانه ای کمتر / مصرف داخلی	۹۰۱۶	۲۷/۹۶
تولید برای فروش	۶۸۹۳۰	۷/۲۸
(۱) تولید اضافه بر نیاز کارخانه های فولادسازی به کارخانه های ریخته گری عرضه شد (۲) ISP ها عبارتنداز: شرکت‌های SAIL، TaTa Steel، Vizag Steel Plant (۳) Inter-Plant Transfers = انتقال بین کارخانه ای		
منبع: Joint Plant Committee(JPC)		



تقریباً یک چهارم فولاد هند در سال ۲۰۱۱ در کوره های القائی مقیاس کوچک تولید شد.

هند بیش از هر کشور دیگر تولیدکننده فولاد از مسیر فولادسازی با DRI دفاع کرده است. در حال حاضر تخمین زده می‌شود تعداد ۱۲۷۵ کوره القایی ذوب در سراسر هند وجود داشته باشند که برای ذوب کردن از مخلوط DRI تولیدشده بر مبنای زغال سنگ و قراضه استفاده می‌کنند. اگرچه هر واحد تولیدی مقیاس کوچکی دارد، اما در مجموع ۱۷ میلیون تن DRI بر مبنای زغال سنگ در سال مالی ۱۱-۲۰۱۰ با سهم ۲۴/۴٪ از کل تولید شده است. که با افزودن ۶/۱۹ میلیون تن DRI تولید شده بر مبنای گاز آنگاه سهم کامل DRI به ۳۳/۴٪ افزایش می‌یابد. سهم تولید بر مبنای DRI به طرز چشمگیری از مقدار صفر در سال ۱۹۸۰ به ۲۳/۲ میلیون تن در سال مالی ۱۱-۲۰۱۰ افزایش پیدا کرده است (جدول۴). اکنون هند بزرگ‌ترین تولیدکننده DRI در جهان است. کوره بلند تنها برای کارخانه های تولید بیش از ۱ میلیون تن در سال از لحاظ اقتصادی قابل اجرا است. در حالی که تولید بر اساس DRI امکان رشد تولیدکنندگان کوچک در هند را فراهم کرده است. به عنوان مثال، انجمن تولیدکنندگان آهن اسفنجی[1] که نماینده صنعت DRI هند است، اکنون ۹۴ عضو دارد.

1. Sponge Iron Manufactures Association

جدول ۴. تولید DRI در هند (میلیون تن)

	سال مالی ۰۵-۰۶	سال مالی ۰۶-۰۷	سال مالی ۰۷-۰۸	سال مالی ۰۸-۰۹	سال مالی ۰۹-۱۰	سال مالی ۱۰-۱۱
بر مبنای زغال سنگ	۷/۲۷۸	۱۱/۰۱۲	۱۴/۱۴۲	۱۶/۰۵۰	۱۶/۸۲۱	۱۷/۰۶۵
بر مبنای گاز	۴/۵۴۲	۵/۲۶۴	۵/۸۴۵	۵/۲۸۰	۶/۱۷۲	۶/۱۹۰
مجموع	۱۱/۸۲۱	۱۶/۲۷۷	۱۹/۹۸۷	۲۱/۳۳۰	۲۲/۹۹۳	۲۳/۲۵۵

برای تولیدکنندگان بزرگ‌تر هند، مسیر تولید با DRI چیزی از قبیل خرید تأمینی را در برابر نوسانات قیمت زغال سنگ کک سازی فراهم کرده است. برای مثال، شرکت فولاد و برق جیندال (JSPL)، یکی از چهار نهاد گروه جیندال، از هر دو مسیر تولید یعنی کوره بلند و DRI برای فولادسازی در کارخانه خود در ایالت Chattisgarh استفاده می‌کند. شارما، معاون مدیر عامل در کسب و کار فولاد در شرکت JSPL گفت:"با مقایسه هزینه‌ها، ما معتقدیم که مسیر DRI برای تولید فولاد نسبت به واردات مقادیر زیادی زغال سنگ کک سازی ارزان‌تر است، اگرچه مانند بسیاری از شرکت‌های هندی از ترکیبی از هر دو روش استفاده می‌کنیم". در واقع، این شرکت بزرگ‌ترین تولیدکننده DRI بر مبنای زغال سنگ در هند است با تولید ۱۳/۱۹ میلیون تن در سال مالی گذشته که ۷۷/۳٪ از DRI تولید شده بر مبنای زغال سنگ در هند را تولید می‌کند.

هند به صورت غیرمعمولی به شدت بر زغال سنگ برای تولید DRI تکیه کرده است. در سال ۲۰۱۱، از مجموع ۷۳/۳ میلیون تن DRI تولیدی در جهان، مقدار ۱۷/۳ میلیون تن و یا ۲۳/۶٪ از آن بر مبنای زغال سنگ تولید شده است. از این مقدار DRI تولیدشده بر مبنای زغال سنگ، سهم هند حدود ۱۷ میلیون تن یا ۹۸٪ است. بعداً در مورد تکنولوژی این فرآیند بیشتر خواهیم گفت.

حتی با متداول شدن بیشتر DRI در سناریوی فولاد هند، وابستگی تولیدکنندگان فولاد به زغال سنگ کک سازی وارداتی تا حد زیادی ادامه خواهد یافت. اما، با وجود موزامبیک که در حال تبدیل شدن به یک منبع با روند افزایشی مقرون به صرفه است، با در نظر گرفتن اینکه استرالیا اقداماتی را برای حفاظت از معادن خود در برابر خسارت سیل انجام می‌دهد و اینکه شرکت‌های هندی همانند NMDC، NRE Gujarat و GVK Power در حال حاضر وارد فضای معدن کاری استرالیا شده‌اند، نشانه های دلگرم کننده ای وجود دارد که صنعت فولاد هند در برابر نوسانات قیمت در آینده کمتر در معرض آسیب خواهد بود. شارما از شرکت JSPL گفت:"با ورود به بازار شرکت‌های استخراج معادن از آمریکا و روسیه، سلطه شرکت‌های استرالیائی کاهش می‌یابد و در ۶ ماه گذشته قیمت‌ها از بیش از ۳۰۰ دلار به ۲۰۰ دلار بر تن کاهش پیدا کرده‌اند. من فکر می‌کنم قیمت‌ها در هند بایستی به ۱۶۰ تا ۱۸۰ دلار بر تن برسد و اگر چنین شود، زغال سنگ کک سازی دیگر نمی‌تواند نگرانی بزرگی باشد". اما، یک هشدار در این مورد افزایش ناسیونالیسم منابع در اندونزی، یک منبع کلیدی زغال سنگ کک سازی هند خواهد بود که باعث نگرانی روز افزون می‌شود، چون ارزش روپیه در برابر دلار آمریکا کاهش می‌یابد.

سنگ آهن

تا اندازه ای به دلیل تقاضای چین برای سنگ آهن و افزایش سودآوری کالاهای حاصل از آن، استخراج معادن غیرقانونی در هند رونق گرفت. حتی استخراج کنندگان با مجوز معادن در ایالت‌های غنی از سنگ آهن در هند با طرح اتهاماتی از جمله تجاوز نامنظم به مناطق جنگلی، کم پرداختی بابت حق امتیاز به دولت و درگیری با گروه های قبیله ای در مورد حقوق زمین مواجه شدند.

در سال ۲۰۱۰ دولت هند تحقیقاتی را در ایالت‌های کارناتاکا، اوریسا و گوا در تلاش برای ممانعت از استخراج غیرقانونی معادن آغاز کرد. تحقیقات در حال انجام در گوا، دولت را به اعمال ممنوعیت استخراج از معادن در کارناتاکا و محدودیت صادرات در اوریسا هدایت کرده است. چنین محدودیت‌هایی به موانع تأمین برای بسیاری از فولادسازان در هند تبدیل شده‌اند. ایالت کارناتاکا که حدود ۳۰٪ از تولید فولاد هند و تقریباً ۲۵٪ از صادرات سنگ آهن این کشور را در بر می‌گیرد، به خصوص از این موضوع ضربه خورده است.

حدود ۸۰٪ از واحدهای آهن اسفنجی در کارناتاکا در پایان سال ۲۰۱۱ بسته باقی ماندند و واحدهای آهن اسفنجی در سایر ایالت‌ها صراحتاً از عدم قابلیت دسترسی به و یا کمبود ناشی از قیمت‌های بالای سنگ آهن متأثر شدند. کمبود سنگ آهن با کمبود عرضه کوتاه مدت زغال سنگ حرارتی توأم شد. به

گفته دکتر کاشیوا، مدیر اجرایی انجمن تولیدکنندگان آهن اسفنجی:"همچون امروز، به نظر می‌رسد آینده واحدهای آهن اسفنجی در هند، به ویژه واحد های منفرد، بسیار دلسردکننده باشد". علاوه بر این، استانداردهای جدید برای میلگردهای آجدار ساختمانی- بازار اصلی برای کوره‌های القایی ذوب آهن اسفنجی- در ماه سپتامبر ۲۰۱۲ به اجرا گذاشته خواهد شد که تأمین آن برای این تولیدکنندگان مقیاس کوچک مشکل خواهد بود.

در حرکتی که بسیاری آن‌را یادآور دوران پیش از آزادسازی اقتصاد هند می‌دانند، دولت به طور فزاینده‌ای در سناریوی معدن هند درگیر شده است. در فوریه ۲۰۱۲، کمیته مرکزی وکالت (CEC) دادگاه عالی سقف مصنوعی ۳۰ میلیون تن در سال را در تولید سنگ آهن کارناتاکا توصیه کرد که تا حدی بر اساس نگرانی از این بود- بی دلیل با توجه به نظر مفسرانی همچون اداره معادن هند- که ایالت ممکن است در مدت زمان ۱۵ تا ۲۰ سال منابع سنگ آهن را به اتمام برساند. در زمان نوشتن این گزارش، صنعت معدن کاری، تحت حمایت فدراسیون صنایع معدنی هند، در حال آماده شدن برای تجدید نظر از دیوان عالی کشور است تا به معادن دسته بندی'A' در کارناتاکا، معادنی که در آن هیچ مورد غیرقانونی یا با حاشیه قانونی پیدا نشده، برای از سرگیری کار فوراً مجوز داده شود. در حال حاضر، تنها شرکت دولتی NMDC مجاز به ادامه عملیات استخراج از معادن در کارناتاکا است.

به موازات محدودیت‌های استخراج معدن، دولت هند در اوایل سال ۲۰۱۲ عوارض گمرکی صادرات را از ۲۰٪ به ۳۰٪ بالا برد. عوارض گمرکی صادرات در نظر گرفته شده برای بهره‌مند شدن تولیدکنندگان فولاد هند بود با تضمین این که آن‌ها بتوانند در حال حاضر برای منابع کشور که به صورت مصنوعی محدود شده به رقابت بپردازند.

اگرچه محدودیت تولید سنگ آهن ۳۰ میلیون تن از کارناتاکا نیازمندی داخلی فولادسازان و تولید چدن خام را برای حال حاضر برآورده می‌سازد، ممنوعیت صادرات هزینه کارناتاکا و راه آهن هند را، که سنگ آهن را با مبلغ حدود ۲/۲ میلیارد دلار در سال حمل می‌کند بالا می‌برد و از دست دادن مالیات صادرات به تنهایی به یک میلیارد دلار می‌رسد. هند سومین صادرکننده سنگ آهن در جهان است، با صادراتی که عمدتاً بازار چین را تغذیه می‌کند. هند ۲۶۰ میلیون تن سنگ آهن در سال ۲۰۰۹ تولید کرد، اما در سال ۲۰۱۰ به ۱۹۰ میلیون تن افت کرد و در نوامبر ۲۰۱۱ صادرات از بنادر بزرگ ۳۵٪ نسبت به سال قبل کاهش یافت.

موانع ممکن است در خدمت هدف فوری تولیدکنندگان فولاد هند برای رقابت با خریداران خارج از کشور برای تأمین سنگ آهن قرار گرفته باشد، اما آن‌ها نیز بر سرمایه گذاری در معادن جدید تأثیر گذاشته‌اند. پروژه های جدید با مشکل دسترسی به منابع مالی مواجه می‌شوند چنانچه تأمین مواد خام تضمین نشود.

آگاروال، معاون رئیس، پروژه های مشاوره و ساختار مالی، بازارهای سرمایه در بانک دولتی هند (SBI) گفت:"در دسترس بودن مواد اولیه، یکی از مهم‌ترین جنبه هائی است که ما در هنگام بررسی یک پروژه در نظر می‌گیریم". در گذشته، در دسترس بودن مواد خام، به ویژه سنگ آهن، مسلم بود. اخیراً، با توجه به مسائل زیست محیطی و سایر مسائل مربوطه، این وضعیت تغییر قابل توجهی کرده است. تمام اقدامات رفع موانع دولت در طرف عرضه باید اطمینان از اجرائی بودن پروژه باشد".

جزئیات بیشتر در مورد ذخایر سنگ آهن و پیامدهای سیاسی کنترل آن‌ها در مقاله جداگانه ای مورد بحث قرار گرفته است.

شرکت سیل به راه اندازی یک کارخانه نورد سیم مفتول با ظرفیت ۵۰۰ هزار تن در سال و یک کارخانه زینتر در مجتمع فولاد IISCO (ISP) خود در Burnapur در ایالت شرقی بنگال غربی نزدیک می‌شود.

شرکت تاتا استیل، که در سال ۱۹۰۷ در جمشیدپورتأسیس شد، اولین کارخانه فولاد در هند بود که بر روی زمین بکر ساخته شد.

غول فولادی

شرکت سیل (SAIL)

شرکت دولتی سیل بزرگ‌ترین مجتمع تولید فولاد هند است، در حال حاضر سهم بازار حدود ۱۷ تا ۱۸٪ از تولید فولاد این کشور را دارد. در طول تاریخ خود، شرکت سیل نه تنها سهم قابل توجهی در سبد تولید هند، بلکه همچنین سهم زیادی در تجربه و تخصص فولاد این کشور داشته است. "بسیاری از افرادی که در رأس سایر شرکت‌های صنعتی بزرگ قرار گرفته‌اند از شرکت سیل آمده‌اند. داسگوپتا، معاون مدیر کل سیل گفت:" مهندسان و تکنسین‌های زیادی در شرکت سیل پرورش یافته و فولادسازی را آموزش دیده‌اند و سپس برای کار به سایر شرکت‌های فولاد رفته‌اند.

توسعه قبلی سیل در مقیاس بزرگ در سال ۱۹۹۶-۱۹۹۵ انجام شده است، هنگامی که شرکت کارخانه های خود را در Durgapur و Rourkela را نوسازی کرد. با توجه به سناریو تقاضا در هند، سیل اکنون در حال اجرای دور دیگری از توسعه است که ظرفیت تولید محصول نهایی آن‌را را به ۲۳/۵ میلیون تن در سال و ظرفیت فولاد خام را به حدود ۲۰ میلیون تن در سال می‌رساند.

تأمین تقاضای پیش بینی شده و افزایش سهم بازار، تنها انگیزه دور توسعه جاری نمی‌باشد. داسگوپتا گفت: "پیش شرط دوم نیاز به نوسازی امکانات و تجهیزات ما بود. در طول پنج سال گذشته سیل تولید خود را عمدتاً از طریق ارتقاء بازدهی فرآیند تا حدود ۱۱٪ افزایش داده است. اما، برخی از امکانات و تجهیزات فعلی سیل در اواخر دهه ۱۹۵۰ نصب شده‌اند (مانند مجتمع فولاد IISCO) اکنون متکی بر فرآیندهای تولید منسوخ شده می‌باشند. علاوه بر اضافه کردن در حدود ۱۰ میلیون تن در سال به ظرفیت، برنامه سیل از رده خارج کردن ۳ میلیون تن در سال از دارایی‌های با عملکرد ضعیف خود می‌باشد شامل: ۲/۵ میلیون تن در سال در کارخانه فولاد Bhilai و حدود نیم میلیون در سال در کارخانه Burnapur.

به عنوان بخشی از برنامه نوسازی خود، سیل از تکنولوژی‌های مختلفی برای کاهش مصرف زغال سنگ کک سازی در کارخانه‌های خود استفاده خواهد کرد و بنابراین خود را در برابر نوسانات قیمت مصون می‌کند. سیل با شرکت بزرگ ژاپنی کوبه استیل برای استقرار تکنولوژی‌های جدید و همچنین به ویژه با شرکت پوسکو کره برای استقرار تکنولوژی Finex که می‌توانست از نرمه سنگ آهن و زغال سنگ غیر کک شو به عنوان مواد خام خوراک استفاده کند (این تکنولوژی بعداً مورد بحث قرار خواهد گرفت)، همکاری دارد.

جدول ۵ تولید فولاد خام سیل و کارخانه های بخش خصوصی رانشان می‌دهد.

شرکت تاتا استیل

شرکت تاتا استیل که در سال ۱۹۰۷ در شمال شرقی هند در جمشیدپور تاسیس شد، اولین کارخانه صنعتی فولاد هند بود (کمی زودتر شرکت ایندین آیرون یک کوره بلند در کولتی- در نزدیکی آسانول، بنگال غربی- اما بدون امکانات فولادسازی نصب کرد) و امروز، مکان هفتم را در میان شرکت‌های تولید فولاد جهان با ظرفیت فولاد خام سالانه بیش از ۲۸ میلیون تن در سال کسب کرده است. این شرکت در سال ۲۰۱۰ مقدار ۲۳/۲ میلیون تن فولاد خام در هند و در سطح بین‌المللی تولید کرد. پس از تملک شرکت انگلیسی - هلندی گروه کوروس، به یکی از گسترده‌ترین تولیدکنندگان فولاد جهان از لحاظ تنوع جغرافیایی، با تولید در ۲۶ کشور و حضور تجاری در بیش از ۵۰ کشور تبدیل شده است.

گروه تاتا استیل، در سال مالی ۲۰۱۰ گردش ۲۲/۸ میلیارد

دلار را داشت و دارای بیش از ۸۰،۰۰۰ کارمند در پنج قاره می‌باشد و جزو فهرست ۵۰۰ شرکت فورچون است.

امکانات تولیدی بزرگ تاتا استیل شامل کارخانه های موجود در هند، انگلستان، هلند، تایلند، سنگاپور، چین و استرالیا می‌باشد. شرکت‌های عملیاتی گروه عبارتند از: تاتا استیل با مسئولیت محدود (هند)، تاتا استیل اروپا با مسئولیت محدود (کوروس سابق)، NatSteel، و تاتا استیل تایلند (میلنیوم استیل سابق).

در داخل هند، در ژانویه ۲۰۱۱ تاتا استیل شروع به ساخت یک مجتمع بر روی زمین بکر در کالینگاناگار، ایالت اوریسا نمود. پس از سال‌های زیادی این اولین پروژه بر روی زمین بکر در هند است. تولید فاز۱ که در سال ۱۴-۲۰۱۳ شروع خواهد شد، ظرفیت ۳/۵ میلیون تن در سال را دارد و فاز۲، که در سال ۲۰۱۵ راه اندازی می‌شود، ظرفیت را به ۵/۵ میلیون تن در سال افزایش می‌دهد. این کارخانه محصولات تخت تولید خواهد کرد.

در مجتمع جمشیدپور شرکت تاتا استیل در ایالت جهارخند، شمال شرق هند، در سال مالی ۱۱-۲۰۱۰ مقدار ۳/۵۴ میلیون تن فولاد خام و ۳/۴۶ میلیون تن فولاد قابل فروش تولید شد (۸/۱٪ افزایش نسبت به سال قبل). این شرکت در حال سرمایه گذاری در کارخانه جدیدی در جمشیدپور شامل کوره با بستر غلتکی دوم برای ماشین ریخته گری پیوسته تختال نازک و خط نورد است.

جدول۵. تولید فولاد خام توسط مجتمع‌های عمده (میلیون تن)

سال مالی	بخش عمومی								بخش خصوصی			
	BSP	DSP	RSP	Bok	ISP	ASP/ VISL	مجموع SAIL	VSP RINL	تاتا استیل	سایرین	مجموع خصوصی	مجموع کل
۰۶-۰۷	۴/۷۸۹	۱/۸۶۹	۱/۹۹۰	۴/۰۶۷	۰/۴۷۲	۰/۳۰۹	۱۳/۵۰۵	۳/۴۹۷	۵/۱۷۴	۲۸/۶۴۰	۳۳/۸۱۴	۵۰/۸۱۶
۰۷-۰۸	۵/۰۵۵	۱/۹۱۴	۲/۰۹۳	۴/۱۲۷	۰/۴۵۸	۰/۱۳۵	۱۳/۹۶۲	۳/۱۲۹	۵/۰۱۴	۳۱/۷۵۳	۳۶/۷۶۷	۳۳/۸۵۸
۰۸-۰۹	۵/۱۸۴	۱/۸۸۸	۱/۰۸۲	۳/۵۷۸	۰/۴۱۷	۰/۲۶۴	۱۳/۴۱۳	۲/۹۶۳	۵/۶۴۶	۳۶/۴۱۹	۱۴/۰۶۵	۵۸/۴۴۱
۰۹-۱۰	۵/۱۰۹	۱/۹۶۶	۲/۱۲۸	۳/۵۹۹	۰/۴۰۰	۰/۳۰۸	۱۳/۵۱۰	۳/۲۰۵	۶/۵۶۴	۴۲/۵۶۲	۴۹/۱۲۶	۶۵/۸۴۱
۱۰-۱۱	۵/۳۲۹	۱/۹۶۱	۲/۱۶۰	۳/۵۹۳	۰/۴۱۱	۰/۳۰۸	۱۳/۷۶۲	۳/۲۳۵	۶/۸۵۵	۴۵/۷۲۳	۵۲/۵۷۸	۶۹/۵۷۵

Notes: BSP Bhilia Steel Plant; DSP Durgapur Steel Plant; RSP Rourkela Steel Plant;
Bok Bokaro; ISP Indian Iron & Steel Co; ASP/VISL Alloy Steel Plant & Visvesvaraya Iron & Steel Ltd; VSP Visakhapatnam Steel Plant (Rashtriya Ispat Nigam Ltd – spun off from public sector to privatise

تاتا استیل قراردادی را با شرکت نیپون استیل ژاپن برای تشکیل یک سرمایه گذاری مشترک برای ساخت یک خط پیوسته عملیات آنیل و فرآوری (CAPL)[1] امضاء کرده است. CAPL ظرفیت تولید ۶۰۰ هزار تن در سال را خواهد داشت و باید تولید را در سال ۲۰۱۳ شروع کند. این دو شرکت برنامه ای برای مذاکره در مورد همکاری‌های بیشتر در زمینه هائی از قبیل خطوط گالوانیزه برای ورق خودرو یا عملیات بالادستی را دارند.

شرکت فولاد JSW (JSW Steel)

سازمان جیندال، در سال ۱۹۷۰ توسط آینده نگر فولاد O P Jindal تاسیس شد و امروز شامل مجموعه شرکت‌های جیندال[2] است که به عنوان یکی از مهم‌ترین موتورمحرکه های فولاد هند لحاظ می‌شود. این گروه از یک کارخانه فولاد تکی محلی واقع در حیسار، هاریانا به شرکتی چند میلیارد دلاری، چند مکانی و چند محصولی فولاد گسترش یافته است.

امروزه، شرکت JSW Steel که توسط ساجین جیندال مدیریت می‌شود، بزرگ‌ترین شرکت فولاد بخش خصوصی هند از نظر ظرفیت نصب شده و یکی از کم هزینه‌ترین تولیدکنندگان فولاد در جهان است. اما، این سفر برای این گروه آسان نبوده است. با تکیه بر تخصص جیندال در بخش فولاد، شرکت JSW با نام قبلی Jindal Vijayanagar Steel Ltd اولین کارخانه خود را در Bellary-Hospetarea در ایالت جنوب غربی کارناتاکا در سال ۱۹۹۵ راه اندازی کرد. اما، پس از سقوط مالی آسیا در سال ۱۹۹۸ و ترکیدن حباب دات کام در حوالی سال ۲۰۰۰، قیمت فولاد گرم نورد شده به دلار ۱۴۵ بر تن افت کرد و شرکت جدید دچار مشکل شد. جاین رئیس استراتژی شرکت JSW Steel گفت:"شرکت

1. Continuous Annealing and Processing Line
2. Jindal Stainless Ltd، Jindal SAW Ltd، Jindal Steel and Power Ltd (JSPL) و Jindal South West (JSW) Steel Ltd

کار اشتباه سرمایه گذاری در طول زمان اوج چرخه اقتصادی را در اولین دور انجام داد. مدیریت (اکنون) آموخته است که تغییرات بازار را پیش بینی و استراتژی شرکت را برای سرمایه گذاری در سال‌های رکود اقتصادی که هزینه های سرمایه ای کمترند تنظیم کند".

در واقع مدیریت شرکت JSW Steel از اولین گسترش شدید خود درس گرفت. در سال ۲۰۰۲، زمانی که دولت و بانک ذخائر ملی طرح تجدید ساختار بدهی شرکت را مطرح کردند، JSW مبادرت به دور جدیدی از گسترش کرد، پیشگامی در تکنولوژی سبز، که نیاز به زغال سنگ کک سازی ندارد: اولین کارخانه Corex جهان در هند. جاین گفت:"ما یک کوره بلند را در سال ۲۰۰۳ راه اندازی کردیم و پس از آن هرگز به عقب برنگشته ایم". اکنون کارخانه های تولید آن شامل دو کوره بلند نه چندان بزرگ هر یک با ظرفیت تولید ۹۰۰ هزار تن در سال و دو واحد Corex مدل C-2000 هر کدام با ظرفیت ۸۰۰ هزار تن در سال در حال کار هستند.

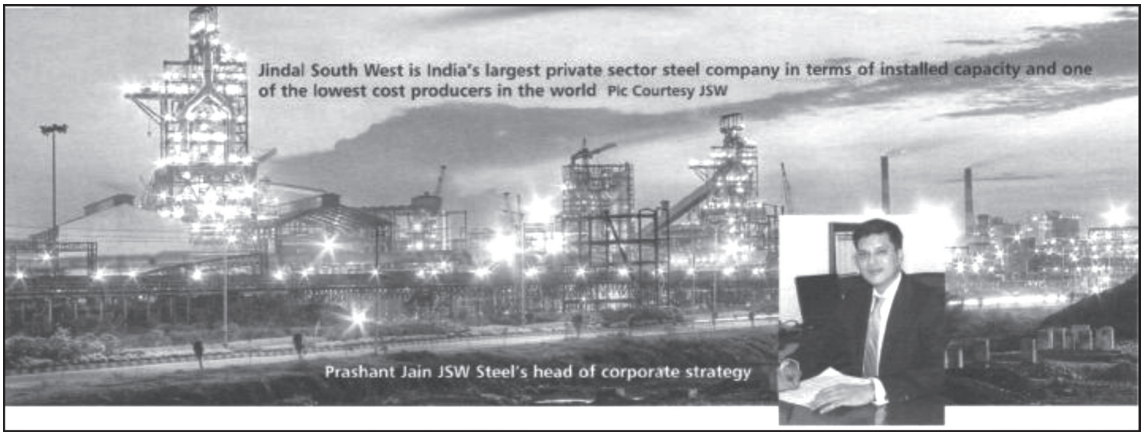
تجزیه و تحلیل جاین از شرایط بازار باعث شده است که JSW تمرکز اصلی خود بر بازار هند را حفظ کند. جاین اظهار داشت:"در حالی که تقاضا افزایش می‌یابد، عرضه با محدودیت هائی مواجه می گردد: راه اندازی کارخانه فولاد جدید در هند آسان نیست – مسائل جدی زمین، اجتماعی و زیرساخت‌ها وجود دارد – که بدان معنی است که این کشور به واردکننده بودن خالص فولاد ادامه خواهد داد.

به عنوان بخشی از برنامه افزایش ظرفیت، JSW یک ظرفیت تولید ۲ میلیون تن در سال را در کارخانه Vijayanagar خود در سال ۱۳–۲۰۱۲ راه اندازی می‌کند و هدف شرکت تولید ۳۴ میلیون تن در سال تا سال ۲۰۲۰، با ایجاد کارخانه های مجتمع فولاد در زمین بکر در بنگال غربی و جهارخند می‌باشد.

شرکت JSW Steel یکی از قدیمی‌ترین ترویج کنندگان استفاده از فولاد در مناطق روستایی هند بوده است. جاین گفت:"هنگامی که این صنعت بعد از آزادسازی اقتصادی شکوفا شد، فولاد فقط به مناطق شهری رسید، و مشکل کمبود دانش مصرف فولاد در حومه شهرها بروز کرد. اولین کاری که JSW انجام داد بهبود قابلیت دسترسی به فولاد بود: ما انبارهائی را با قابلیت دسترسی به همه محصولاتمان در مناطق دور افتاده ایجاد کردیم. به طور همزمان، JSW اقدام به ترویج استفاده از فولاد کرده است و هدف ما این است که در مدت ۲۴ ماه تعداد این انبارها را دو برابر کنیم".

شرکت اسار استیل[1]

شرکت اسار استیل یکی از اولین شرکت‌های بخش خصوصی برای حرکت به سمت تولید فولاد بعد از آزادسازی اقتصادی دولت هند در دهه ۱۹۹۰ بود. گرچه ۸۰٪ از کسب و کار شرکت اسار محلی است، اما اکنون شرکت اسار در بیش از ۳۰ کشور حضور دارد، یک ویژگی که شرکت اسار ادعا می‌کند آن شرکت را قادر به درک کسب و کار جهانی و چگونگی تغییر سبد محصول خود ساخته است.



شرکتJSW بزرگ‌ترین شرکت فولاد بخش خصوصی هند از نظر ظرفیت نصب شده و یکی از کم هزینه‌ترین تولیدکنندگان فولاد در جهان.

1. Essar Steel

در هند، شرکت اسار استیل در حال گسترش ظرفیت خود از ۴ میلیون تن در سال به ۱۰ میلیون تن در سال است، و اکنون در مرحله راه اندازی کارخانه های جدید و بالابردن تولید است.

همانند شرکت JSW، بازار روستایی را فراموش نکرده است. شرکت اسار استیل از طریق مدل توزیع پیشگام خود، در توجه به اختلاف بین مصرف فولاد شهری و روستایی پیشقدم بوده است. م موخرجی مدیر ارشد اجرائی (CEO) سابق و عضو کنونی هیئت مدیره شرکت اسار گفت:"ما برای اولین بار مسئله پایین بودن شدت مصرف فولاد هند در مقایسه با سایر نقاط جهان را مطرح کردیم. دلیلش این نبود که هیچ تقاضائی برای فولاد وجود نداشت، بلکه به علت مشکل مردم برای رسیدن به آن بود". مراکز خرده فروشی ما نزدیک به مشتریان، با موجودی محصول در بسته های کوچک هستند، که به هرکس امکان دسترسی در شعاع ۵ تا ۱۰ کیلومتر را به محصولات با کیفیت می‌دهند".

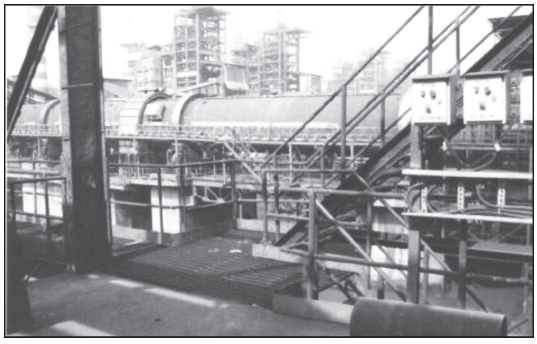
در زمان نوشتن این مقاله، شرکت اسار استیل هفت مرکز خدمات واقع در مناطق صنعتی هند، و بیش از ۳۷۵ مرکز خرده فروشی داشت. مراکز خرده فروشی بزرگ متعلق به این شرکت است، در حالی که مراکز خرده فروشی کوچک مجوز ویژه فروش دریافت کرده‌اند. موخرجی گفت: "این یک مدل ایده آل است که ما اعتقاد داریم که در ایجاد شدت مصرف فولاد و قابلیت دسترسی برای مشتریان موثر است".

شرکت به هوشان استیل[1]

در حالی که دارائی‌های ترکیبی سرمایه گذاری در مقیاس بزرگ خارجی در پروژه های زمین بکر، همانند مورد آرسلور-میتال و پوسکو، ممکن است توجه رسانه‌ها را بیشتر به خود جلب کرده باشد، سرمایه گذاری شرکت‌ها به صورت قرارداد همکاری فنی بین تولیدکنندگان فولاد هندی و خارجی، به ویژه ژاپنی، از موفقیت بسیار بیشتری برخوردار بوده است.

شرکت به هوشان استیل، واقع در ایالت اوریسا، که در آن DRI به صورت غیرمعمول تولیدکنندگان بزرگ با استفاده از زغال سنگ تولید شده و در کوره قوس الکتریکی (EAF) ذوب می‌شود که بر خلاف کوره القایی، امکان تصفیه فولاد را می‌دهد. شرکت به هوشان دارای هشت کوره افقی تولید DRI هر یک با ظرفیت ۵۰۰ تن در روز می‌باشد.

ایجاد مشارکت بین شرکت نسبتاً تازه وارد به هوشان استیل و غول ژاپنی سومیتومو در سال ۱۹۹۶ قبل از همکاری‌های بین نیپون استیل و تاتا استیل، بین JSW Steel و JFE Steel، و بین سیل و کوبه استیل برقرار شده است. جوهری مدیر ارشد مالی (CFO) به هوشان استیل گفت:"به هوشان اولین شرکتی بود که این نوع قابلیت همکاری را تحقق بخشید. همکاری ما با سومیتومو به ما امکان ورود به عرصه فولاد خودرو را در اولین مرحله داد".



شرکت به هوشان استیل با ۸ کوره افقی بر اساس زغال سنگ DRI تولید کرده و آن‌ها را در کوره EAF ذوب می‌کند.

تصور می‌شود بازار خودرو با وجود بزرگ‌ترین شرکت‌های خودرو که هم اکنون در این کشور حضور دارند یکی از عرصه های کلیدی رشد تولید فولاد هند باشد. به هوشان استیل از طریق همکاری خود با سومیتومو، بیش از اغلب شرکت‌های دیگر در بازار متمایز بخش خودرو نفوذ کرده است. جوهری گفت:"فولاد معمولاً به عنوان یک کالای مصرفی در نظر گرفته می‌شود، اما، ما یک بازیگر عرصه کالای مصرفی نیستیم".

برای توسعه محدوده فعلی محصولات تخت این شرکت برای صنعت خودرو، به هوشان استیل قصد خود را برای راه‌اندازی کارخانه خط اسیدشوئی پیشرفته به همراه نورد سرد تنظیم (تاندم میل) و خط آنیل پیوسته (PLTCM & CAL) در اوریسا، با ظرفیت ۲ میلیون تن در سال اعلام کرده است. این خط مطابق با الزامات صنعت خودرو خواهد بود: با افزایش استحکام فولاد، می‌توان از مقاطع نازک‌تر استفاده کرد و در نتیجه کاهش وزن امکان کم کردن مصرف سوخت ایجاد می‌شود. جوهری گفت:"ما قبلاً طرف تکنولوژی را نهایی

1. Bhushan

کرده‌ایم، و اکنون مشغول به کار مهندسی آن هستیم، و ساخت فیریکی را از حدود ژانویه ۲۰۱۳ شروع خواهیم کرد.

به هوشان استیل انتظار دارد تا پروژه خود در اوریسا را ظرف مدت دو سال و نیم از شروع ساخت فیزیکی آن به اتمام برساند.

مهندسی آینده

گاز سنتز

بیش از ۳۵۰ کارخانه بر مبنای تولید از DRI در هند وجود دارد، اما هفت تای آن‌ها از کوره افقی دوار با سوخت زغال سنگ استفاده می‌کنند. کوره های دوار نسبتاً ارزان هستند و امکان ورود تعداد زیادی از شرکت‌های کوچک (SME) به حیطه فولادسازی را فراهم آورده‌اند، اما، این نوع کوره‌ها به ندرت ظرفیت تولید بیش از ۲۰۰ هزار تن در سال را دارند. کیفیت واقعی فولاد اغلب به دلیل استفاده از زغال سنگ پرخاکستر و پرگوگرد و نیز کلوخه سنگ آهن کم عیار در معرض خطر است.

DRI تولید شده با استفاده از زغال سنگ دارای کربن محتوی (۰/۳-۰/۲٪) پایین‌تر از DRI تولید شده از فرآیندهای مبتنی بر گاز می‌باشد که آن را برای تولید میلگرد برای صنعت ساختمان مناسب می‌سازد. اما، کوره های ذوب القایی مورد استفاده برای ذوب DRI نمی‌توانند محصول را به ویژه از نظر حذف عناصر مضر گوگرد و فسفر مطابق با استانداردهای مدرن تصفیه کنند.

کارخانه های DRI بر اساس گاز قادر به تولید با ظرفیت بسیار بیشتر در یک واحد تولیدی هستند و چنین به نظر می‌رسد که راه حل ایده آلی است. اما، در حالی که هند زغال سنگ حرارتی فراوانی دارد، از کمبود گاز طبیعی مورد نیاز برای فرآیند احیا با گاز رنج می‌برد. این موضوع شرکت‌های فولادساز را مجبور به واردات گاز طبیعی مایع شده (LNG) با هزینه بالا، نفی سود اصلی اجتناب از مسیر کوره بلند با مصرف زیاد زغال سنگ کک سازی کرده است، و از همین رو تاکنون تنها هفت کارخانه با کوره گاز طبیعی، از جمله شش مدول میدرکس احیای مستقیم، در این کشور نصب شده است. این کوره‌ها در شرکت اسار استیل، گجرات، شرکت ایسپات اینداستریز سابق (اکنون شرکت JSW Ispat Steel پس از خرید ۴۱/۲۹٪ سهام توسط JSW در دسامبر ۲۰۱۰)، ایالت ماهاراشترا، در هند غربی و شرکت Maxsteel Welspun، ماهاراشترا، قرار دارند.

در دسامبر ۲۰۰۹، شرکت Jindal Steel & Power Ltd (JSPL) قصد خود برای ساخت یک کارخانه احیا مستقیم میدرکس با ظرفیت ۱/۸ میلیون تن در سال همراه با کارخانه تولید گاز از زغال سنگ ساخت شرکت لورگی برای تأمین گاز احیائی واقع در آنگول، ایالت اوریسا را اعلام کرد. این مدول، تکنولوژی میدرکس را با مولد گاز قابل دسترس تجاری لورگی آلمان، با کوره عمودی میدرکس با قطر ۷/۱۵ m برای تولید DRI به عنوان خوراک کوره قوس الکتریکی جفت و جور می‌کند.

و شارما، مدیر ارشد اجرائی JSPL گفت: "در دراز مدت، کارخانه آنگول یک واحد دیگر تولید DRI از گاز نیز بر اساس تکنولوژی HYL / Tenova با ظرفیت ۲/۵ میلیون تن در سال و یک کوره ذوب بلند دیگر که ظرفیت این کارخانه را به ۱۲ میلیون تن در سال می‌رساند خواهد داشت. انتظار داریم تا سال ۲۰۱۷ به این مقدار تولید در آنگول برسیم".

در پروژه JSPL برای اولین بار خواهد بود که مبدل گاز لورگی با کوره عمودی میدرکس جفت و جور می‌شود و به طور موثری امکان تولید گاز مصنوعی (و یا گاز سنتز) از زغال سنگ حرارتی داخلی در هند فراهم می‌شود تا در فرآیند تولید فولاد مورد استفاده قرار گیرد. شارما گفت:"هند از نظر گاز طبیعی کمبود دارد و تولید DRI بر اساس گاز طبیعی در بخش شرقی این کشور غیرممکن است. بنابراین، این برای اولین بار در جهان است که شرکت JSPL یک تغییر تکنولوژیکی را در تولید DRI با گاز زغال سنگ (گاز سنتز) وارد کرده است".

پروژه گاز سنتز JSPL در زمانی که با موفقیت در جریان تولید در ماه آگست ۲۰۱۲ به اثبات برسد، گام دیگری از تغییر برای کاهش وابستگی به زغال سنگ کک سازی را عرضه می‌کند. JSPL همچنین برنامه‌ای برای نصب اولین کارخانه HIsmelt در هند تا سال ۲۰۱۴ دارد که محصول سرمایه گذاری مشترک با شرکت Rio Tinto است. HIsmelt می‌تواند روش کارآمدتری را برای استفاده از نرمه سنگ آهن و زغال سنگ‌های محلی برای تولید چدن خام مذاب ارائه کند. شارما گفت:"مطمئنم اثبات خواهد شد که این تکنولوژی فرداست".

فرآیند Corex نیز روش جایگزینی را برای تأمین گاز کوره عمودی تولید DRI ارائه می‌دهد و تلفیقی از این واحدها

سال‌های زیادی است که در Saldanha در آفریقای جنوبی در حال تولید است.

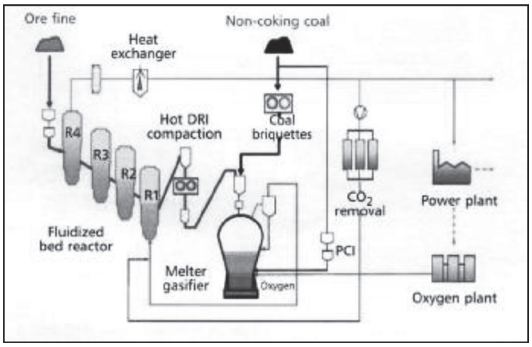
فرآیند FINEX

پروژه شرکت POSCO در ایالت اوریسا فقط از نظر اندازه سرمایه گذاری در آن قابل توجه نیست، بلکه قرار است تأسیسات اوریسا اولین کارخانه فولادی باشد که صرفاً از تکنولوژی Finex استفاده می کند.

روش Finex، که توسط پوسکو و با همکاری Siemens VAI توسعه داده شده است، روش دیگری را برای دور زدن نیاز به زغال سنگ کک سازی ارائه می کند و امکان استفاده مستقیم از نرمه سنگ آهن و زغال سنگ غیرکک سازی را به عنوان مواد خام فراهم می‌سازد. این فرآیند از نرمه سنگ آهن شارژ شده به تعدادی رآکتور متوالی بستر متلاطم[1] استفاده می کند. سنگ آهن به صورت آبشاری به نوبت از هر راکتور به رآکتور دیگر منتقل شده و در تماس با گازهای گرم احیائی که از مولد گاز زغال سنگ و ذوب کننده بعدی آن رآکتور می‌آید قرار می‌گیرد. سپس سنگ آهن احیاشده به DRI به صورت گرم فشرده می‌شود و به سیلوی شارژ مستقر بر بالای مولد گاز ذوب کننده[2] منتقل می گردد، که در آن توسط رانش وزنی به مولد گاز ذوب کننده شارژ می‌شود که در آن احیا کامل گردیده و ذوب می‌شود. محصول تخلیه شده، چدن خام مذاب، با کیفیت معادل چدن خام مذاب تولیدی کوره بلند یا کارخانه Corex است.

تکنولوژی POSCO وعده کاهش چشمگیر گازهای آلاینده SOX و NOx، و گرد و غبار را در مقایسه با مسیر کوره بلند می‌دهد. این روند نشان دهنده تاکید هند بر روش‌های تولید سازگارتر با محیط زیست برای پیشرفت است. ن گوپتا، مدیر کل ارشد در شرکت راه حل‌های مهندسی KORUS گفت: "در گذشته تمام تمرکز بر تولید و نه جلوگیری از آلودگی محیط بود، اما اکنون کارخانه های جدید باید از سازمان‌های زیست محیطی مجوز دریافت کنند. ملاحظات زیست محیطی بخشی جدایی ناپذیر از سرمایه گذاری است، که بدون آن شما نمی‌توانید کارخانه خود را بسازید".

1. fluidized-bed
2. melter gasifier



جریان فرآیند Finex

در حالی که Finex دارای قابلیت تغییر چهره صنعت فولاد هند می‌باشد، هنوز از لحاظ تجاری در حال بهینه سازی است. یک کارخانه تجاری با ظرفیت ۱/۵میلیون تن در سال در مجتمع پوهانگ پوسکو در کره جنوبی در ماه آوریل سال ۲۰۰۷ آغاز بکار کرده است و ساخت کارخانه دوم با ظرفیت ۲ میلیون تن در سال در همان محل در حال انجام است. مهم‌ترین مهندسین این صنعت با اشتیاق در انتظار بکارگیری آن هستند. دکتر کمپکن، معاون اجرایی توسعه طرح‌های استراتژیک شرکت SMS Siemag و کارشناس روش‌های مهندسی گفت:"این فرآیند از نظر زیست محیطی ملموس است. فرآیند Finex یک راه حل منحصر به فرد برای این مشکل مربوط به زغال سنگ با کیفیت پایین و پرخاکستر است ... [اما] هزینه های سرمایه، به خصوص با توجه به مشخصات زغال سنگ زیاد است. باید ببینیم که آیا برگشت می‌شود یا نه".

گندله سازی نرمه های سنگ آهن

از میان چند شرکت معدن کاری واقعاً بزرگ در هند، تعدادی تولیدکننده فولاد با معادن وابسته به خود هستند. اما، بیش از ۹۰٪ معادن هند متعلق به شرکت‌های کوچک تجاری با ظرفیت استخراج حدود ۱/۵ میلیون تن در سال است. شرکت مهندسی هری ماشینز[3] مستقر در کلکته، در همکاری با شرکت زیمنس، یک تکنولوژی جدید گندله سازی را خاص معدنکاران تجاری کوچک با نیاز به گندله سازی با ظرفیت ۱ تا ۲/۵ میلیون تن در سال مطرح کرده است. سابیاساچی مدیر عامل شرکت هری ماشینز گفت: "از آنجا که ما از قبل تکنولوژی‌هائی در زمینه

3. Hari Machines

کانه‌آرائی، آسیاب کردن و گندله سازی را کسب کرده بودیم، زیمنس برای عقد قرارداد در مورد کارخانه های کوچک‌تر گندله سازی به گروه ما مراجعه کرد. این بهترین سرمایه گذاری است که در آن مشارکت داریم، به ویژه با توجه به محدودیت‌های دولت برای صادرات سنگ آهن".

در ابتدا تمرکز بر قرارداد ساخت بود، اما هنگامی که آشکار شد که صنعت فولاد داخلی برای پیشرفت نیاز به راه حل‌های فنی دارد شرکت هری ماشینز به صورت رو به عقب در مهندسی ادغام شد. سابیاساچی گفت:"شرکت هری ماشینز از سال ۱۹۷۱ در اوریسا تاسیس شد، بنابراین تمایل طبیعی حرکت به سمت صنایع بر پایه فرآوری مواد معدنی بود". "ایده صرفاً ساخت بر اساس طرح‌های مشتریان نبود بلکه ارائه راه حل کامل بود. به منظور انجام این کار نیاز به مهندسان و تکنولوژی پیشرو صنعت داشتیم، بنابراین شرکت هری ماشینز به سمت کارشناسان جهانی رفت و سرمایه گذاری‌های مشترکی[1] را با آن‌ها تشکیل داد.

شرکت هری ماشینز نمونه ای از یک شرکت هندی است که از طریق تلفیق قراردادهای همکاری فنی و ابتکارات تحقیق و توسعه داخلی زنجیره ارزش را ارتقا بخشیده و به تجهیز صنعت برای مواجهه با خواسته های تحمیل شده بر آن کمک کرده است. شرکت هری ماشینز بزرگ‌ترین کارخانه کانه آرائی در هند را برای شرکت JSPL می‌سازد و همچنین برای شرکت اسار کارخانه کانه آرائی پیشنهادی آن‌ها در اوریسا را تأمین کرده است.

مهندسی خارجی

متخصصان مهندسی خارجی نقش مکمل در توسعه صنعت فولاد هند ایفا کرده‌اند. به عنوان مثال، شرکت آلمانی SMS Siemag، در ۳۰ سال گذشته در هند حضور داشته است، و در حدود ۸۰٪ سهم بازار در تکنولوژی‌های فولادسازی را به خود اختصاص داده و نیروی کار بزرگی را در این کشور حفظ کرده است.

در مورد شرکت SMS Siemag به عنوان رهبر بازار در مهندسی کارخانه، که روش‌های متنوعی را برای بهینه سازی ترکیب منابع هند مطرح کرده است دکتر کمپکن گفت:"وضعیت مواد خام در اینجا در هند به صورتی است که سنگ آهن با کیفیت پائینی وجود دارد که منجر به کیفیت پایین چدن خام مذاب می‌شود. بنابراین برای کارخانه های فولادسازی که SMS در هند ساخته، از تکنولوژی Conarc استفاده کرده‌ایم".

تکنولوژی Conarc که ۲۰ سال پیش توسعه یافته، به خصوص برای سناریو فولاد هند مناسب است: از چهار کارخانه ای که اکنون در جهان از این تکنولوژی استفاده می کنند، سه کارخانه در هند قرار دارد و SMS به تازگی یک کوره Conarc با ظرفیت ۲/۵ میلیون تن در سال برای مجتمع فولاد هزیرا در شرکت اسار[2] تأمین کرده است.

تکنولوژی Conarc به طور موثری محاسن کوره قوس الکتریکی (EAF) را با کنورتر اکسیژن (BOF) تلفیق می‌کند. در واقع، نام این تکنولوژی از ترکیب دو بخش 'CONverter ARCing' گرفته شده است. این فرآیند از لحاظ ترکیب شارژ و مصرف انرژی بسیار انعطاف پذیر است. نسبت‌های متغیری از قراضه، چدن یا DRI را بسته به گرید فولاد تولیدی و همچنین در دسترس بودن و قیمت مواد می‌توان شارژ کرد. از قوس الکتریکی برای ذوب کردن شارژ و از لنس اکسیژن برای کربن زدائی مذاب استفاده می‌شود. و انعطاف‌پذیری دیگر از نظر استفاده از نوع انرژی است که می‌تواند برق، زغال سنگ و یا گاز باشد.

تکنولوژی دیگر به ویژه مناسب برای کشورهای تازه صنعتی شده تکنولوژی SMS Siemag بنام تولید فشرده نوار ورق (CSP)[3] می‌باشد که ترکیبی از ریخته گری تختال نازک با نورد پیوسته برای تولید کلاف نورد گرم شده (HRC) است. این تکنولوژی در هند نیز در کارخانه های خواهان بهینه سازی ظرفیت به کار گرفته شده است. کمپکن توضیح داد:"مزیت مهم آن هزینه سرمایه ای کمتر است: نیاز به کوره بزرگ ندارد، بنابراین مصرف انرژی برای گرم کردن اسلب و نورد کمتر است و بهره دهی تولید بالاتر می‌باشد".

تا هند به افزایش تولید و مدرن کردن فرآیندهای خود ادامه می‌دهد، شرکت‌های مهندسی خارجی مانند SMS Siemag، Siemens VAI، Danieli، و Outotec به ایفای نقش کلیدی خود ادامه خواهند داد. علاوه بر این، در سال‌های اخیر، شرکت‌های مهندسی محلی به طور

1. joint ventures

2. Essar's Hazira steel complex

فزاینده‌ای در نوآوری تدریجی سهیم بوده‌اند. کمپکن گفت:"تاکنون، گریدهای فولاد وارد گردیده و در هند فرآوری شده‌اند، اما اینکه هند خود آن‌را انجام دهد تنها به زمان بستگی دارد".

نام تجاری هند

مجومدر، بنیانگذار شرکت ایسترن متک[1]، کارآفرینی است که توانمندی‌های رو به افزایش مهندسان هندی در خارج از کشور را بکار گرفته است. شرکت ایسترن متک که در کلکته تاسیس شده از سرمایه گذاری اولیه در حدود ۵۰۰۰ دلار در سال ۲۰۰۶، فقط در پنج سال به گردش مالی سالانه بین ۲۰ و ۲۵ میلیون دلار رسیده است و دارای مجموعه گسترده‌ای از پروژه‌های خارج از کشور می‌باشد.

تمرکز شرکت ایسترن متک بر مهندسی انواع کوره‌های صنعتی و تهیه پوشش‌ها و تجهیزات ریخته گری برای صنعت فولاد و همچنین ارائه خدمات مشاوره ای است. این شرکت در هر دو بازار داخلی و بین‌المللی به دلیل مجموعه ای از همکاری موفق با شرکای تکنولوژی تا اندازه ای کامیاب بوده است.

تعهد به تحقیق و توسعه در کانون مدل کسب و کار مجومدر قرار داشته است. مجومدر گفت:"ما نمی‌توانیم از شرکت‌های چینی که با اروپائی‌ها قرارداد بسته، تکنولوژی آن‌ها را کپی و در کشور خود پیاده می‌نمایند تقلید کنیم. در هند، ما ترجیح می‌دهیم با شرکت‌های بین‌المللی همکاری داشته باشیم".

شرکت ایسترن متک عمدتاً با شرکت‌های خارجی بر اساس پروژه به پروژه همکاری کرده است، اما اکنون به دنبال شرکای دراز مدت است زیرا شرکت عرضه محصول خود را به ریخته گری اسلب و خطوط نورد گسترش می‌دهد.

تأمین کنندگان متخصص تجهیزات هند نیز در حال کسب جاذبه نام تجاری در خارج از کشور هستند. در ژانویه ۲۰۱۲، شرکت هندی جاش ایندااستریز[2]، که متخصص در سیستم‌های اندازه گیری برای محصولات صاف است، حضور جهانی رو به رشدش را با تملک یکی از شرکت‌های رقیب سابق خود یعنی شرکت ایندیو گیجینگ سیستمز[3] که در شیکاگو مستقر است را افزایش داد. گارگ، مدیر اجرایی شرکت جاش ایندااستریز گفت:"ورود به بازار در آمریکا چالش برانگیز است، بنابراین شرکت ایندیو گیجینگ سیستمز را خریدیم تا محصولاتمان را در بازار آمریکا وارد کنیم؛ در نتیجه یک پایگاه محلی برای پشتیبانی خدمات پس از فروش برای ابزار اندازه گیری ساخت خود فراهم نمائیم".

علاوه بر حضور اخیر این شرکت در آمریکا، شرکت جاش ایندااستریز تقریباً ۱۰۰٪ سهم بازار در هند، پاکستان، بنگلادش و فیلیپین برای ابزار اندازه گیری پوشش برای خطوط گالوانیزه، و حدود ۹۰٪ از سهم بازار در چین، در کنار حضور قابل توجه در اروپا را دارد. این شرکت به دنبال افزایش حضور خود در بازار اروپا با تملک شرکت دیگری در آینده ای نزدیک است.

امکانات شرکت جاش ایندااستریز عبارتند از: مرکز تحقیق و توسعه در کارخانه Sonepat با ۷۸ کارمند، از جمله ۲۵ متخصص تحقیق و توسعه چادها توضیح داد:"محصولات شرکت جاش ایندااستریز محصول یکبار فروش نیست و بنابراین ما نیاز به نوسازی منظم داریم. همه چیز، از جمله طراحی PCB و حتی نرم افزار، در درون شرکت انجام می‌شود".

در گذشته متخصص هندی تجهیزات، از نظر هزینه رقابتی لحاظ می‌شد اما لزوماً به مفهوم قابل رقابت از نظر کیفیت در سطح بین‌المللی نبود. این تصور وضعیت را حتی برای شرکت‌های هندی با محصولات با کیفیت برای به دست آوردن جاذبه نام تجاری دشوار ساخته بود. اما، تا اندازه ای به دلیل سرمایه گذاری پایدار در تحقیق و توسعه و موفقیت محصولاتی از قبیل ابزار اندازه گیری ساخت شرکت جاش ایندااستریز ،"نام تجاری هند"در حال کسب شهرت بسیار قوی‌تر در بازارهای جهانی است.

معاملات آتی فولاد

در حالی که قیمت‌های نوسانی جهانی فلزات بر کل صنعت فولاد هند عواقب داشته است، به ویژه تجار فولاد کشور آسیب پذیرند. معاملات آتی فولاد معرفی شده توسط موسسه مالی

1. Eastern Metec
2. Jasch Industries
3. Indev Gauging Systems

NCDEX یک روش خرید و فروش تأمینی[1] ارزشمند را در محیط کسب و کار نامشخص امروزی ارائه کرده است.

NCDEX که توسط چهار موسسه مالی عمده هند[2] ترویج می‌شود در ایجاد طرح پایه کشف و ثبت قیمت برای فولاد پیشتاز بوده است.

بر خلاف فلزات پایه، سابقه کمی برای تجارت آتی فلزات آهنی وجود دارد: استاندارد کردن مشکل است زیرا فولاد یک آلیاژ است، و داشتن یک استاندارد پیش شرط هر نوع معاملات آتی است. علاوه بر این، فولاد کاربردهای متنوعی در بسیاری از بخش‌ها دارد، و توأم کردن تعداد بسیار زیادی از عوامل دخیل نامتجانس چالش برانگیز است. تولیدکنندگان فولاد در سراسر جهان با ایده [معاملات] آتی فولاد مخالف بوده و به این مخالفت ادامه می‌دهند. ر آیر معاون مدیر عامل در امور کسب و کار در NCDEX گفت"آن‌ها [تولیدکنندگان فولاد] تمایلی به واگذاری قیمت‌های خود به دیگری ندارند".

اما، بازار فولاد هند متفاوت است."شرکت‌های ثانویه فولاد حدود ۶۰٪ از بازار را تشکیل می‌دهند. آن‌ها بین قیمت بسیار نوسانی مواد خام و به همان اندازه قیمت نوسانی محصول نهایی ساندویچ می‌شوند". چنین شرکت‌های کوچکی در برابر تغییر هزینه نهاده‌ها آسیب پذیرند، اما به طور کلی برای انجام هر اقدامی در مورد آن‌ها خیلی کوچک هستند. این بخشی است که NCDEX به آن پرداخت. آیر گفت:"در حالی که صنعت اولیه به موارد بین‌المللی تاسی می‌کند، تولیدکنندگان ثانویه قراردادهای ما را در بر می‌گیرند. آن‌ها بازرگانان کوچکی هستند که محدودیت‌های خود را می‌دانند، اما می‌خواهند که بخشی از صنعت فولاد باشند بنابراین از خرید و فروش تأمینی (هجینگ) استفاده می‌کنند.

بر خلاف برخی از مبادلات، قراردادهای آتی NCDEX اجباراً تحویل می‌شود و شاهد رد و بدل حدود ۵۰،۰۰۰ تن کالا در هر ماه می‌باشد. معاملات آتی فولاد به تولیدکنندگان، واسطه‌ها و مصرف کنندگان نهایی شاخص زمان واقعی روند قیمت‌ها را نشان می‌دهد. یکی از مسائلی که باعث چالشی شدن معاملات آتی فولاد می‌شود گریدها و کاربردهای گسترده ممکن آن است. اما NCDEX قادر به حل این مسئله با تمرکز بر روی فولاد کم کربن که ۸۰-۷۰٪ مصرف فولاد در بازار هند با جهت عمدتاً ساختمانی را تشکیل می‌دهد، شده است.

فولاد سیاه

به بیانی: دنیای قدیم، اروپا، در بحران بدهی گیر کرده است و دنیای جدید قبلی به آهستگی در حال بهبودی خود است. قدرت و نفوذ اقتصادی به شرق منتقل شده است و استوار در دست دنیای جدید فعلی: آسیا و به ویژه دو عضو بزرگ BRIC، هند و چین قرار دارد.

معادن آفریقا به طور فزاینده ای جایگزین عملی استرالیا برای محدودیت مواد خام فولادسازان هند می‌شوند. در حالی که استرالیا به ایفای نقش حیاتی خود در تأمین مواد اولیه، و به ویژه زغال سنگ کک سازی برای هند ادامه می‌دهد. با وجود این تولیدکنندگان فولاد هند برای تملک دارایی‌های سنگ آهن و زغال سنگ کک سازی در آفریقا پرشتاب بوده‌اند. شرکت‌های JSW، JSPL و تاتا استیل در موزامبیک، شرکت اسار استیل در زیمبابوه، و شرکت سیل در آفریقای جنوبی سرمایه گذاری کرده‌اند.

موخرجی، مدیر ارشد اجرائی (CEO) سابق شرکت اسار استیل گفت:"اما پیشروی شرکت‌های فولادساز هندی در آفریقا از تملک پایه فراتر می‌رود. فولادسازی در جنوب صحرای [آفریقا] عملاً به کشور آفریقای جنوبی محدود می‌شود. سرزمین وسیعی در این میان وجود دارد، با جمعیت یک میلیارد نفر با دسترسی بسیار محدود به محصولات فولادی. ما به اشتباه به آفریقا فقط به عنوان منابع پایه نگاه می‌کنیم".

موخرجی گفت:"زیمبابوه بسیار بیشتر با چشم انداز ما برای آفریقا متناسب خواهد بود اگر ما فقط به دنبال معدن هستیم. علاوه بر ساخت و بهره برداری از یک کارخانه فولاد، ما در جستجوی تأمین تقاضا با اتخاذ مدل هندی خود برای مراکز خدمات و خرده فروشی خواهیم بود".

اگر شرکت‌های تولیدی و خدماتی هند موفق به حل چالش‌های داخلی خود شوند که عبارتند از: مسائل پیچیده

1. hedge
2. Life Insurance Corporation of India ،ICICI bank ،National Bank for Education and Rural Development و Credit Rating and Information Services

تملک زمین، محدودیت‌های زیرساخت‌ها و مصرف بسیار کم فولاد در بازارهای روستایی، آن‌ها فقط اقتصاد خود را به جلو سوق نخواهند داد و استاندارد زندگی میلیون‌ها نفر را بالا نخواهند برد بلکه برای خودشان اثبات خواهد شد که منحصراً برای ارائه خدمات به بازار بسیار آینده دار آفریقا مجهز شده‌اند. این دقیقاً مبارزه با شرایط چالشی سیاسی، اقتصادی و زیست محیطی است که شرکت‌های فولاد ساز هندی را برای ایفای نقش در جهان گالوانیزه کرده است.

آیا می دانید:

میزان صادرات فولاد کشور ژاپن ۳۹/۹۴ میلیون تن است.

(کتاب مرجع فولاد ۹۱)

در سال ۲۰۱۲ میلادی میزان تولید سنگ آهن ایران بالغ بر۲۸/۳ میلیون تن بوده است.

(کتاب مرجع فولاد ۹۱)

برگزاری دوره‌های آموزشی انجمن آهن و فولاد ایران

کمیته آموزش انجمن آهن و فولاد ایران بمنظور شناخت هرچه بیشتر نیازها و استعدادهای واحدهای صنعتی و گسترش امر آموزش آمادگی خود را در برپایی دوره‌های آموزشی- کاربردی در زمینه‌های مختلف آهن و فولاد اعلام می‌دارد. لذا از کلیه مسئولان و صاحبان صنایع که علاقمند به برگزاری دوره‌های آموزشی که تاکنون از طرف انجمن ارائه شده و یا دوره‌های آموزشی خاص دیگری که مورد نیاز آن مؤسسه است تقاضا می‌گردد از طریق تکمیل فرم زیر این انجمن را مطلع فرمایند. بدیهی است دوره‌های پیشنهادی از طرف متقاضیان قابل بررسی و اجراست.

فرم درخواست برگزاری دوره‌های آموزشی توسط انجمن آهن و فولاد ایران

بدینوسیله اینجانب ..... درخواست برگزاری ☐ دوره آموزشی یا ☐ سمینار

در زمینه ..... را دارم.

نام و نام‌خانوادگی: ..... سمت: ..... نام مؤسسه: .....

آدرس مؤسسه: .....

تلفن: ..... نمابر: ..... امضاء و تاریخ: .....

بسته‌های آموزشی انجمن آهن و فولاد ایران

بسته خوردگی

ردیف	عنوان دوره	تعداد روزهای برگزاری (هر روز ۸ ساعت می‌باشد.)
۱	بازرسی رنگ و پوشش	۳
۲	بازرسی خوردگی در صنایع	۳
۳	روشهای کنترل و بازرسی خوردگی فلزات در صنعت	۳
۴	طراحی و انتخاب مواد مقاوم به خوردگی	۳
۵	حفاظت کاتدی و آندی	۳
۶	پایش و مانیتورینگ خوردگی	۳
۷	اصول خوردگی و انواع آن	۳
۸	کنترل خوردگی و رسوب دیگ‌های بخار آب و داغ	۳

بسته ریخته‌گری

ردیف	عنوان دوره	تعداد روزهای برگزاری
۱	روش‌های متداول ریخته‌گری	۳
۲	روش‌های نوین در ریخته‌گری شامل: ریخته‌گری به روش نیمه جامد، ریخته‌گری به روش لاست‌فوم، ریخته‌گری زاماک، شمش‌ریزی	۳
۳	طراحی سیستم‌های راهگاهی و تغذیه‌گذاری در قطعات ریختگی	۳
۴	بررسی عیوب ریخته‌گری شامل: ذوب و ریخته‌گری، بررسی عیوب ریخته‌گری در ماسه، بررسی عیوب قطعات ریختگی آهنی/ چدن و فولاد، بررسی عیوب در شمش‌ها	۲
۵	کنترل و کاهش ضایعات در ریخته‌گری	۲

بسته مهندسی سطح

ردیف	عنوان دوره	تعداد روزهای برگزاری
۱	انواع روش‌های عملیات حرارتی سخت کردن سطح فولاد	۳
۲	تکنولوژی پاشش حرارتی، HVOF	۱
۳	بازرسی قطعات فرسوده و سایش یافته تحت عنوان مکانیزم‌های سایش و تخریب‌های سایشی در قطعات فولاد	۲
۴	بررسی سایش قطعات مورد استفاده در معادن و صنایع سیمان	۲
۵	بررسی سایش قطعات مورد استفاده در صنایع مختلف (معادن، سیمان، ریلی و ...)	۲
۶	روش‌های استاندارد کنترل کیفیت پوشش‌های صنعتی	۲
۷	بهبود و ارتقاء خواص سطحی فولادهای کم آلیاژی با استفاده از روش نیتروژن‌دهی پلاسمایی به کمک شبکه‌های فعال فلزی	۳

بسته ارزیابی خواص مکانیکی مواد و شکل‌دهی

ردیف	عنوان دوره	تعداد روزهای برگزاری
۱	روش‌های شکل‌دهی فلزات	۲
۲	Sheet Metal Forming (شکل دادن ورق‌های فلزی)	۲
۳	بررسی عیوب ورق‌های نوردی گرم	۱
۴	آنالیز تخریب در قطعات صنعتی	۱
۵	خواص مکانیکی مواد	۱
۶	آزمایش‌های خواص مکانیکی مواد	۱

بسته جوشکاری

ردیف	عنوان دوره	تعداد روزهای برگزاری
۱	شناخت مواد مصرفی جوشکاری و انتخاب آن	۲
۲	بازرسی جوش ۱	۵
۳	بازرسی جوش ۲	۵
۴	بازرسی جوش چشمی	۳
۵	بازرسی جوش لوله	۳
۶	عیوب جوش و علل پیدایش آن	۱
۷	پیچیدگی در قطعه جوش و راه‌های پیشگیری	۱
۸	سوپروایزر اجرائی piping (اجرا، طراحی، جوش، دفترفنی، QC، عایق و رنگ)	۲
۹	آزمایش‌های غیرمخرب: آزمون دوره UT، دوره PT، آزمون دوره MT، RTI (I ,II)	آزمون دوره UT: ۳ روز آزمون دوره PT: ۱ روز آزمون دوره MT: ۱ روز RTI (I ,II): ۵ روز
۱۰	بازرسی و کنترل کیفیت	۵
۱۱	بازرسی مخازن تحت فشار	۳
۱۲	عملیات حرارتی در جوشکاری	۲
۱۳	متالورژی جوشکاری و جوشکاری فولادهای زنگ‌نزن	۲

بسته روش‌های آنالیز مواد

ردیف	عنوان دوره	تعداد روزهای برگزاری
۱	پرتونگاری صنعتی	۴
۲	متالوگرافی شامل: متالوگرافی نوری، متالوگرافی الکترونی	۲
۳	متالوگرافی کمی و کیفی آلیاژهای آهنی	۱
۴	متالوگرافی کمی و کیفی آلیاژهای غیرآهنی	۱
۵	آنالیز کمی شامل: کوانتومتری، اسپکترومتری	۱
۶	روش‌های نوین آنالیز مواد	۲

بسته استاندارد

ردیف	عنوان دوره	تعداد روزهای برگزاری
۱	شناخت و ارزیابی عیوب ناشی از فرایندهای ساخت بر طبق استانداردهای مهم بین‌المللی	۲
۲	آشنایی با استانداردهای کارخانه، ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی	۳
۳	اصول استاندارد کردن و تدوین استانداردها	۳

بسته ذوب

ردیف	عنوان دوره	تعداد روزهای برگزاری
۱	تولید چدن در کوره‌بلند	۱
۲	تکنولوژی ذوب فولادهای آلیاژی در کوره‌های قوس الکتریکی	۲

بسته شناسایی و انتخاب مواد

ردیف	عنوان دوره	تعداد روزهای برگزاری
۱	کلید فولاد	۱
۲	شناسایی فولادها، چدن‌ها و کاربرد آنها	۲
۳	انتخاب مواد جهت کاربرد در دمای بالا	۱
۴	انتخاب مواد مقاوم به خستگی	۱

بسته انرژی

ردیف	عنوان دوره	تعداد روزهای برگزاری
۱	بهینه‌سازی مصرف انرژی در صنایع فولاد	۲
۲	مدیریت انرژی (عمومی): - مبانی بهینه‌سازی مصرف انرژی - بهینه‌سازی مصرف انرژی در سیستم‌های حرارتی - بهینه‌سازی مصرف انرژی الکتریکی - بهینه‌سازی مصرف انرژی در بویلرها	۶
۳	بهینه‌سازی مصرف انرژی در سیستم‌های حرارتی: - بهینه‌سازی مصرف انرژی حرارتی و مدیریت احتراق - مدیریت انرژی در سیستم‌های بخار - محاسبات حرارت و فنون اندازه‌گیری	۶
۴	بهینه‌سازی مصرف انرژی در سیستم‌های الکتریکی - بهینه‌سازی مصرف انرژی الکتریکی و فنون اندازه‌گیری - بهینه‌سازی مصرف انرژی در کمپرسورها - بهینه‌سازی مصرف انرژی در روشنایی و ترانسفورماتورها - مدیریت بار	۶

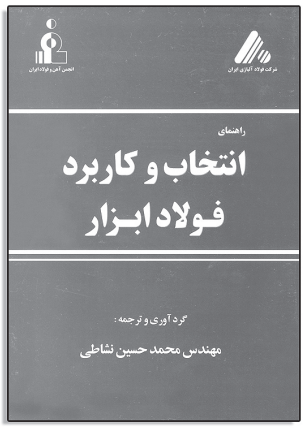
کمیته آموزش انجمن آهن و فولاد ایران

انتشارات آهن و فولاد

ردیف	عنوان	گردآورنده	تاریخ انتشار	مبلغ (ریال)
۱	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۷۵	دانشکده مهندسی مواد دانشگاه صنعتی اصفهان	مهر ۱۳۷۵	۲۰۰/۰۰۰
۲	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۷۸	انجمن آهن و فولاد ایران	اردیبهشت ۱۳۷۸	۲۰۰/۰۰۰
۳	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۷۹	انجمن آهن و فولاد ایران	بهمن ۱۳۷۹	۲۰۰/۰۰۰
٤	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۰	انجمن آهن و فولاد ایران	بهمن ۱۳۸۰	۲۰۰/۰۰۰
۵	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۱	انجمن آهن و فولاد ایران	بهمن ۱۳۸۱	۲۵۰/۰۰۰
۶	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۲	انجمن آهن و فولاد ایران	بهمن ۱۳۸۲	۲۵۰/۰۰۰
۷	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۳	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ۱۳۸۳	۲۵۰/۰۰۰
۸	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۴	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ۱۳۸۴	۲۵۰/۰۰۰
۹	مجموعه‌مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۵	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ۱۳۸۵	۲۵۰/۰۰۰
۱۰	مجموعه‌مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۶	انجمن آهن و فولاد ایران	بهمن ۱۳۸۶	۳۰۰/۰۰۰
۱۱	مجموعه‌مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۷	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ۱۳۸۷	۳۰۰/۰۰۰
۱۲	مجموعه‌مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۸	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ۱۳۸۸	۳۰۰/۰۰۰
۱۳	مجموعه‌مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۹	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ۱۳۸۹	۳۰۰/۰۰۰
۱۴	مجموعه‌مقالات سمپوزیوم فولاد ۹۰	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ۱۳۹۰	۳۰۰/۰۰۰
۱۵	جزوه بهبود مستمر در صنعت با استفاده از نگرش کایزن	مهندس عبداله اعزازی	آذر ۱۳۸۰	۱۲۰/۰۰۰
۱۶	جزوه شناخت، ارزیابی و کنترل آخالها در فولاد همراه با ضمیمه	دکتر احمد کرمانپور	مرداد ۱۳۸۱	۱۲۰/۰۰۰
۱۷	کتاب جوشکاری فولادهای صنعتی	مهندس عبدالوهاب ادب‌آوازه	تیرماه ۱۳۸۲	۵۰/۰۰۰
۱۸	Physical Metallurgy of Steel (2001)	Glyn Meyrick- Robert H. wagoner- wei Gan	زمستان ۸۲	۵۰/۰۰۰
۱۹	Introduction to the Economics of Structural Steel Work (2001)	The Southern African Institute of Steel Construction	زمستان ۸۲	۵۰/۰۰۰

ردیف	عنوان	گردآورنده	تاریخ انتشار	مبلغ (ریال)
۲۰	Steels “Microstructure and Properties”, Third Edition	H. K. D. H. Bhadeshia and Sir Robert Honeycombe	شهریور ۸۷	۱۰۰/۰۰۰
۲۱	Advanced High Strength Steel (AHSS) Application Guidelines, Version 3	International Iron & Steel Institute	شهریور ۸۷	۵۰/۰۰۰
۲۲	کتاب فولادسازی ثانویه	مهندس محمدحسین نشاطی	شهریورماه ۸۴	۱۰۰/۰۰۰
۲۳	کتاب فرهنگ جامع مواد	مهندس پرویز فرهنگ	شهریورماه ۸۸	۲۰۰/۰۰۰
۲۴	فصلنامه علمی- خبری پیام فولاد از شماره ۱ لغایت شماره ۴۴	انجمن آهن و فولاد ایران	از پائیز ۷۹ لغایت پاییز ۹۰	۲۵/۰۰۰
۲۵	مجله علمی- پژوهشی بین‌المللی انجمن آهن و فولاد ایران (International Journal of Iron & Steel Society of Iran)	انجمن آهن و فولاد ایران	از زمستان ۸۳ لغایت بهار ۸۹	افراد حقیقی ۵۰/۰۰۰ مؤسسات‌حقوقی ۱۰۰/۰۰۰
۲۶	کتاب راهنمای انتخاب و کاربرد فولاد ابزار	مهندس محمدحسین نشاطی	اسفندماه ۸۸	۵۰/۰۰۰
۲۷	کتاب مرجع فولاد	مهندس محمدحسن جولازاده	آذرماه ۸۹	۳۰/۰۰۰
۲۸	کتاب مرجع فولاد ۱۳۹۰	مهندس محمدحسن جولازاده	آذرماه ۹۰	۴۵/۰۰۰
۲۹	کتاب مرجع فولاد ۱۳۹۱	مهندس محمدحسن جولازاده	آذرماه ۹۱	۵۵/۰۰۰

در ضمن هزینه پست سفارشی به مبالغ فوق اضافه خواهد شد. جهت کسب اطلاعات بیشتر با شماره تلفن ۲۴-۳۹۳۲۱۲۱ (۰۳۱۱) دفتر مرکزی انجمن آهن و فولاد ایران تماس حاصل نمائید.



ISSI

درخواست عضویت حقیقی و حقوقی در انجمن آهن و فولاد ایران

توجه: لطفا در قسمتهای هاشور زده، چیزی ننویسید و نام و نام خانوادگی و محل کارخود را به لاتین در محل مربوطه بنویسید

نوع عضویت		کد عضویت	
نام		Name	
نام‌خانوادگی		Family	
نام محل کار		Company	
سمت سازمانی		تاریخ تولد	
شماره شناسنامه		محل تولد	
آدرس محل کار			
کد پستی محل کار		صندوق پستی	
تلفن محل کار		دورنویس	
آدرس مکاتبه			
کد پستی		صندوق پستی	
تلفن		تلفن همراه	
		E-mail	
آخرین مدرک تحصیلی		سال دریافت مدرک	
رشته تحصیلی		کشور/شهردریافت مدرک	
دانشگاه اخذ آخرین مدرک			
تاریخ شروع عضویت		تاریخ اتمام عضویت	
تعداد سال عضویت		توضیحات	

امضاء:

تاریخ:

مدارک لازم برای عضویت:

۱- برگ درخواست عضویت تکمیل شده

۲- فتوکپی آخرین مدرک تحصیلی (برای دانشجویان ارائه کپی کارت دانشجویی کافی است.)+ دو قطعه عکس ۴×۳.

۳- فیش بانکی به مبلغ (برای مؤسسات حقوقی وابسته ۵،۰۰۰،۰۰۰ ریال، برای اعضاءحقیقی ۲۰۰،۰۰۰ ریال، برای دانشجویان ۱۰۰،۰۰۰ ریال) به حساب کوتاه مدت سیبا به شماره ۰۲۰۲۸۳۱۶۲۷۰۰۲ بانک ملی ایران، شعبه دانشگاه صنعتی اصفهان (کد شعبه ۳۱۸۷) به نام انجمن آهن و فولاد ایران.

۴- ارسال فیش واریزی از طریق(فکس: ۳۹۳۲۱۲۴-۰۳۱۱، پست و یا تحویل حضوری)

انجمن آهن و فولاد ایران

فراخوان مقاله برای مجله بین المللی انجمن آهن و فولاد ایران

انجمن آهن و فولاد ایران با هدف تخصصی‌تر شدن مجلات علمی و تحقیقاتی در زمینه صنعت آهن و فولاد کشور و به منظور اطلاع‌رسانی و تقویت هرچه بیشتر پیوندهای متخصصین، اندیشمندان، دانشگاهیان و پژوهشگران ملی و بین‌المللی با کسب مجوز از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، مجله علمی- پژوهشی بین‌المللی را با عنوان:

International Journal of Iron & Steel Society of Iran (Int. J. of ISSI)

منتشر می نماید.

بدینوسیله از کلیه صاحبنظران، اعضاء هیأت علمی دانشگاهها و مراکز پژوهشی و دانشجویان تحصیلات تکمیلی دانشگاهها و مؤسسات پژوهشی دعوت می‌گردد جهت هرچه پربار شدن این مجله مقالات خود را به زبان انگلیسی بر اساس راهنمای موجود به آدرس زیر ارسال نمایند.

ضمناً مقالات بایستی تحت یکی از عناوین زیر تهیه گردند.

۱- آهن سازی ۲- فولادسازی ۳- ریخته‌گری و انجماد ۴- اصول، تئوری، مکانیزمها و کینتیک فرآیندهای دمای بالا ۵- آنالیزهای فیزیکی و شیمیائی فولاد ۶- فرآیندهای شکل‌دهی و عملیات ترمومکانیکی فولادها ۷- جوشکاری و اتصال فولادها ۸- عملیات سطحی و خوردگی فولادها ۹- تغییر حالتها و ساختارهای میکروسکوپی فولاد ۱۰- خواص مکانیکی فولاد ۱۱- خواص فیزیکی فولاد ۱۲- مواد و فرآیندهای جدید در صنعت فولادسازی ۱۳- صرفه‌جویی مصرف انرژی در صنعت فولاد ۱۴- اقتصاد فولاد ۱۵- مهندسی محیط‌زیست صنایع فولاد و ارتباطات اجتماعی ۱۶- نسوزهای مصرفی در صنایع فولاد

آدرس دبیرخانه مجله: اصفهان، بلوار دانشگاه صنعتی اصفهان، شهرک علمی تحقیقاتی اصفهان، میدان فن آوری (شیخ بهایی)، خیابان ۲، خیابان ۱۵، خیابان ۱۴، خیابان ۱۲، به سمت ساختمان فن آفرینی شماره ۱، ساختمان انجمن آهن و فولاد ایران، کدپستی: ۸۳۱۱۱-۸۴۱۵۶

دبیرخانه مجله بین المللی انجمن آهن و فولاد ایران

تلفن: ۲۴-۳۹۳۲۱۲۱- (۰۳۱۱) ، دورنویس: ۳۹۳۲۱۲۴ (۰۳۱۱)

E-mail: info@issiran.com

www.issiran.com

International Journal of Iron & Steel Society of Iran

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

International Journal of Iron & Steel Society of Iran (ISSI) is published semiannually by (ISSI). Original contributions are invited from worldwide ISSI members and non-members.

1.Scope: The scope of the journal extends from the core subject matter of iron and steel to multidisciplinary areas in the science and technology of various materials and processes. The journal provides a medium for the publication of original studies on all aspects of materials and processes including preparation, processing, properties, characterization and application.

2.Category:

(1) Regular Article (maximum of ten printed pages): An original article that presents a significant extension of knowledge or understanding and is written in such a way that qualified workers can replicate the key elements on the basis of the information given.

(2) Review: An article of an extensive survey on one particular subject, in which information already published is compiled, analyzed and discussed. Reviews are normally published by invitation. Proposals of suitable subjects by prospective authors are welcome.

(3) Note (maximum of three printed pages): (a) An article on a new finding or interesting aspect of an ongoing study which merits prompt preliminary publication in condensed form, a medium for the presentation of (b) disclosure of new research and techniques, (c) topics, opinions or proposals of interest to the readers and (d) criticisms or additional proofs and interpretations in connection with articles previously published in the society journals.

3.Language: All contributions should be written in English or Persian. The paper should contain an abstract both in English and Persian. However for the authors who are not familiar with Persian, The latter will be prepared by the publisher.

4. Units: The use of SI units is standard. Non **SI** units approved for use with SI are acceptable.

5. Submission of manuscript: Manuscripts should not be submitted if they have already been published or accepted for publication elsewhere.

The original and three copies of a manuscript, both complete with Application Form, synopsis and key words, text, references, list of captions, tables, and figures, should be sent to:

The Editorial Board of International Journal of ISSI
The Iron and Steel Society of Iran
Science and Technology Sheikh Bahai Park, Isfahan Science and Technology Town, Isfahan University of Technology Boulevard, Isfahan, 84156- 83111, Iran (Telephone): + 98 (311)-3932121-24
(Telefax): + 98 (311)-3932124

One set of figures should be of a superior quality for direct reproduction for printing. Papers exceeding the page limits may be returned to the author for condensation prior to reviewing.

6. Reviewing: Every manuscript receives reviewing according to established criteria.

7. Revision of manuscript: In case when the original manuscript is returned to the author for revision, one clear copy of a revised manuscript, together with the original manuscript and a letter explaining the changes made, must be resubmitted within three months.

8. Disk-saved manuscript: To save the printing time and cost, it is desirable for the author to supply the final manuscript of the accepted article in the form of a **CD**.

9. Proofs: The representative author will receive the galley proofs of the paper. No new material may be inserted into the proofs. It is essential that the author returns the proofs before a specified deadline to avoid rescheduling of publication in some later issue.

10. Copyright: The submission of a paper implies that, if accepted for publication, copyright is transferred to the Iron and Steel Society of Iran. The society will not refuse any reasonable request for permission to reproduce a part of the journal.

11. Reprint: No page charge is made. Reprints can be obtained at reasonable prices.

A GUIDE FOR PREPARATION OF MANUSCRIPT

1. Estimation of length: A journal page consists of approximately 1000 words. Figures are usually reduced to fit into one column of 84 mm width: the largest size of a figure, 110 mm×84 mm, is equivalent to 250 words.

2. Typescript: The typescript must be presented in the order: (1) title page, (2) synopsis and key words (except for Note), (3) text, (4) references, (5) appendices, and (6) list of captions, each of which should start on a new page. The sheet must be numbered consecutively with the title page as page 1. All the sections must be typewritten, double spaced throughout, on one side of A4 paper with ample margins all around.
(1) The title page must contain the **title**, the full name, affiliation, and mailing address of each author.
(2) A **synopsis** must state briefly and clearly the main object, scope and findings of the work within 250 words. Several **key words** are required to accompany the synopsis.
(3) The **text** in a regular article must include sufficient details to enable qualified workers to reproduce the results. Extensive literature survey is not necessary. Conclusions are convictions based on the evidence presented.
(4) **References** must be numbered consecutively. Reference numbers in the text should be typed as superscripts with a closing parenthesis, for example, [1)], [2,3)] and [4-6)]. List all of the references on a separate page at the end of the text. Include the names of all the authors with the surnames last. Refer to the following examples for the proper format.

1)**Journals**

Use the standard abbreviations for journal names given in the International Standard ISO 4. Give the volume number, the year of publication and the first page number.

[Example] M. Kato, S. Mizoguchi and K. Tsuzaki: ISIJ Int., 40(2000), 543.

2) **Conference Proceedings**

Give the title of the proceedings, the editor's name if any, the publisher's name, the place of publication, the year of publication and the page number.

[Example] Y. Chino, K. Iwai and S. Asai: Proc. of 3rd Int. Symp. on Electromagnetic Processing of Materials, ISIJ, Tokyo, (2000), 279.

3) **Books**

Give the title, the volume number, the editor's name if any, the publisher's name, the place of publication, the year of publication and the page number.

[Example]

(1) W. C. Leslie: The Physical Metallurgy of Steels, McGraw-Hill, New York, (1981), 621.
(2) U. F. Kocks, A. S. Argon and M. F. Ashby: Progress in Materials Science, Vol.19, ed. by B. Chalmers, Pergamon Press, Oxford, (1975), 1.

3. Tables: Tables must not appear in the text but should be prepared on separate sheets. They must have captions and simple column headings.

4. Figures: All graphs, charts, drawings, diagrams, and photographs are to be referred to as Figures and should be numbered consecutively in the order that they are cited in the text. Figures must be photographically reproducible. Each figure must appear on a separate sheet and should be identified by figure number, caption and the representative author's name. Figure captions must be collected on a separate sheet. Figures are normally reduced in a single column of 84 mm width. All lettering should be legible when reduced to this size.
a) Photographs should be supplied as glossy prints and pasted firmly on a hard sheet. When several photographs are to make up one presentation, they should be arranged without leaving margins in between and separately identified as (a), (b), (c)...Magnification must be indicated by means of an inscribed scale.
b) Line drawings must be drafted with black ink on white drawing paper. High-quality glossy prints are acceptable.
c) Color printing can be arranged, if the reviewers judge it necessary for proper presentation. Authors or their institutions must bear the costs.
d) Proper places of insertion should be indicated in the right-hand margin of the text.

Classification

1. Ironmaking 2. Steelmaking 3. Casting and Solidification
4. Fundamentals of High Temperature Processes 5.Chemical and Physical Analysis
6. Forming Processing and Thermomechanical Treatment 7. Welding and Joining
8. Surface Treatment and Corrosion 9. Transformations and Microstructures
10. Mechanical Properties 11. Physical Properties 12. New Materials and Processes
13. Energy 14. Steel Economics
15. Social and Environmental Engineering 16. Refractories

راهنمای اشتراک
فصلنامه پیام فولاد

در صورت تمایل به اشتراک فصلنامه پیام فولاد لطفاً نکات زیر را رعایت فرمائید.

۱- فرم اشتراک را کامل و خوانا پر کرده و کدپستی و شماره تلفن را حتماً قید فرمائید.

۲- مبلغ اشتراک را می‌توانید از کلیه شعب بانک ملی ایران در سراسر کشور به حساب کوتاه مدت سیبا به شماره **۰۲۰۲۸۳۱۶۲۷۰۰۲** بنام انجمن آهن و فولاد ایران در بانک ملی شعبه دانشگاه صنعتی اصفهان (کد ۳۱۸۷) حواله نمائید و اصل فیش بانکی را همراه با فرم تکمیل شده اشتراک به نشانی:

اصفهان، بلوار دانشگاه صنعتی اصفهان، شهرک علمی تحقیقاتی اصفهان، میدان فن آوری (شیخ بهایی)، خیابان ۲، خیابان ۱۵، خیابان ۱۴، خیابان ۱۲، به سمت ساختمان فن آفرینی شماره ۱، ساختمان انجمن آهن و فولاد ایران،کدپستی: ۸۳۱۱۱-۸۴۱۵۶ ارسال فرمایید.

۳- کپی فیش بانکی را تا زمان دریافت نخستین شماره اشتراک نزد خود نگه دارید.

۴- مبلغ اشتراک برای یک سال با هزینه پست و بسته‌بندی ۲۰۰/۰۰۰ ریال می باشد.

۵- در صورت نیاز به اطلاعات بیشتر با تلفن‌های ۲۴- ۳۹۳۲۱۲۱ (۰۳۱۱) تماس حاصل فرمائید.

فرم اشتراک

بپیوست فیش بانکی به شماره ..... به مبلغ ..... ریال بابت حق اشتراک یک ساله فصلنامه پیام فولاد ارسال می‌گردد.

خواهشمند است مجله را برای مدت یک سال از شماره ..... به نشانی زیر بفرستید.

قبلاً مشترک بوده‌ام ☐ شماره اشتراک قبل ☐ مشترک نبوده‌ام ☐

نام ..... نام خانوادگی ..... نام شرکت یا مؤسسه .....

شغل ..... تحصیلات ..... سن .....

نشانی: استان ..... شهرستان ..... خیابان .....

.....

کوچه ..... کدپستی: .....صندوق پستی: .....

تلفن: ..... فاکس: .....

برای اعضاء انجمن این نشریه بصورت رایگان ارسال می‌گردد.

تعرفه آگـهی در فصلنامه پیـام فـولاد

مجله پیام‌فولاد انجمن آهن و فولاد ایران بصورت فصلنامه بیش از ده سال است که افتخار دارد تا به عنوان نشریه علمی- خبری مطالب را به صورت تخصصی در زمینه آهن و فولاد و صنایع وابسته به آن در تیراژ ۳۰۰۰ نسخه و توزیع گسترده و پی در پی به مراکز علمی و تحقیقاتی، صنعتی، تولیدی، کارخانجات، مدیران، اساتید، کارشناسان و دانشجویان و ... در اختیار مخاطبان قرار دهد. در همین راستا این فصلنامه می‌تواند به عنوان ابزاری مناسب، اطلاعات همه‌جانبه و فراگیری را به خوانندگان خود اختصاص دهد. در جدول ذیل تعرفه‌ها با توجه به محل درج آگهی آورده شده است.

ردیف	شرح مورد سفارش	قیمت (ریال)
۱	یک صفحه رنگی پشت جلد مجله	۷/۰۰۰/۰۰۰
۲	یک صفحه رنگی داخل روی جلد مجله (دوم جلد)	۵/۵۰۰/۰۰۰
۳	یک صفحه رنگی داخل پشت جلد مجله (سوم جلد)	۵/۵۰۰/۰۰۰
۴	یک صفحه رنگی داخل مجله	۴/۵۰۰/۰۰۰
۵	یک صفحه سیاه و سفید داخل مجله	۲/۵۰۰/۰۰۰

توضیحات:

۱- به اعضاء محترم حقوقی انجمن آهن و فولاد ایران ۱۰٪ تخفیف تعلق می‌گیرد.

۲- به هر چهار تبلیغ متوالی از یک شرکت که بصورت سالیانه در نشریه چاپ گردد، ۱۰٪ تخفیف تعلق می‌گیرد.

۳- چنانچه آگهی رنگی نیاز به طراحی داشته باشد مبلغ ۶۰۰/۰۰۰ ریال به هزینه‌های فوق اضافه خواهد شد.

۴- قطع مجله A_4 می‌باشد.

۵- متقاضیان درج آگهی در فصلنامه پیام‌فولاد، لازم است پس از انتخاب محل درج آگهی (طبق جدول فوق) مبلغ مربوطه را به حساب شماره ۰۲۰۲۸۳۱۶۲۷۰۰۲ بانک ملی ایران شعبه دانشگاه صنعتی اصفهان (کد شعبه ۳۱۸۷) بنام انجمن آهن و فولاد ایران واریز و فیش مربوطه را به پیوست فرم تکمیل شده ذیل به شماره تلفن **۲۴-۳۹۳۲۱۲۱-۰۳۱۱** فاکس نمایند.

فرم مشخصات متقاضی درج آگهی در فصلنامه پیام‌فولاد

اینجانب ..... با سمت ..... در شرکت ..... با آگاهی کامل از مفاد متن فوق، متقاضی درج آگهی در فصلنامه پیام‌فولاد با مشخصات ردیف ..... از جدول فوق می‌باشم و مبلغ مربوطه را با احتساب توضیحات شماره‌های ..... و ..... به مبلغ ..... ریال به حساب انجمن آهن و فولاد ایران واریز نموده‌ام که فیش آن بپیوست می‌باشد.

امضاء:

دستورالعمل

تهیه مقاله برای فصلنامه پیام فولاد

فصلنامه پیام فولاد با هدف انتشار یافته‌های علمی- پژوهشی و آموزشی- کاربردی در جهت ارتقاء سطح دانش فولاد و صنایع وابسته در این زمینه می‌باشد. لذا برای تحقق این هدف انجمن آهن و فولاد ایران آمادگی خود را جهت انتشار دستاوردهای تحقیقاتی محققان گرامی بصورت مقاله‌های علمی و فنی در زمینه‌های مختلف صنایع فولاد اعلام می‌نماید.

راهنمای تهیه مقاله

الف) مقالات ارسالی بایستی در زمینه‌های مختلف صنایع آهن و فولاد باشند.

ب) مقالات ارسالی نبایستی قبلاً در هیچ نشریه یا مجله‌ای درج شده باشد.

ج) مقالات می‌توانند در یکی از بخش‌های زیر تهیه شوند.

۱- تحقیقی- پژوهشی

۲- مروری

۳- ترجمه

۴- فنی (مطالعات موردی)*

لطفاً مقالات خود را بصورت کامل حداکثر در ۱۰ صفحه A_4 و طبق دستورالعمل زیر تهیه و به همراه سی‌دی مقاله به دفتر نشریه ارسال فرمایید.

۱- عنوان مقاله: مختصر و بیانگر محتوای مقاله باشد.

۲- مشخصات نویسنده (مترجم) به ترتیبی که مایلند در نشریه چاپ گردد.

۳- چکیده

۴- مقدمه، مواد و روش آزمایش‌ها، نتایج و بحث، نتیجه‌گیری و مراجع

۵- جداول و نمودارها با سطربندی و ستون‌بندی مناسب ترسیم شده و در مورد جداول شماره و شرح آن در بالا و در مورد اشکال در زیر آن درج گردد. واحدهای سیستم بین‌المللی (SI) برای آحاد در نظر گرفته شود.

۶- تصاویر و عکس‌ها: اصل تصاویر و عکس‌ها باید به ضمیمه مقاله ارسال شود. در مورد مقالات ترجمه شده ارسال اصل مقاله همراه با تصاویر و عکس‌های آن ضروری است.

۷- واژه‌ها و پی‌نوشت‌ها: بالای واژه‌های متن مقاله شماره‌گذاری شده و اصل لاتین واژه با همان شماره در واژه‌نامه‌ای که در انتهای مقاله تنظیم می‌گردد درج شود.

۸- منابع و مراجع: در متن مقاله شماره مراجع در داخل کروشه [ ] آورده شود و با همان ترتیب شماره‌گذاری شده مرتب گردیده و در انتهای مقاله آورده شوند.

مراجع فارسی از سمت راست و مراجع لاتین از سمت چپ نوشته شوند.

در فهرست مراجع درج نام مؤلفان یا مترجمان- عنوان مقاله- نام نشریه- شماره جلد- صفحه و سال انتشار ضروری است.

سایر نکات مهم

- تایپ مقالات صرفاً با نرم‌افزار Microsoft Word انجام شود.
- از تایپ شماره صفحه خودداری شود.
- مطالب تنها بر یک روی کاغذ A_4 (۲۹۷×۲۱۰ میلی‌متر) چاپ شود.
- چاپ مقاله توسط چاپگر لیزری انجام شود.
- فصلنامه پیام فولاد در حک و اصلاح مطالب آزاد است.
- مسئولیت درستی و صحت مطالب- ارقام- نمودارها و عکس‌ها بر عهده نویسندگان/ مترجمان مقاله است.
- فصلنامه پیام فولاد از بازگرداندن مقاله معذور است.

*مقالات موردی می‌تواند شامل چکیده، نتایج، بحث، جمع‌بندی و در صورت نیاز مراجع باشد. رعایت سایر موارد ذکر شده فوق در مورد مقالات موردی الزامی است.