

پیام فولاد

فصلنامه علمی، خبری
انجمن آهن و فولاد ایران
زمستان ۸۸ | شماره ۳۷



صاحب امتیاز: انجمن آهن و فولاد ایران

مدیر مسئول و سردبیر: دکتر حسین ادریس

هیأت تحریریه:

دکتر حسین ادریس (دانشیار دانشگاه صنعتی اصفهان)

دکتر بهروز ارباب شیرانی (استادیار دانشگاه صنعتی اصفهان)

مهندس محمدحسن جولزاده (شرکت پرشیا فلز اسپادانا)

دکتر احمد ساعتچی (استاد دانشگاه صنعتی اصفهان)

دکتر علی شفیعی (دانشیار دانشگاه صنعتی اصفهان)

دکتر مرتضی شمعیان (دانشیار دانشگاه صنعتی اصفهان)

دکتر عباس نجفی زاده (استاد دانشگاه صنعتی اصفهان)

امور اجرایی: محسن فتحی

بخش اینترنت: مهندس محمدمهدی وردیان

مدیر روابط عمومی: فریدون واعظزاده

طرح روی جلد: مرجان حاجی حدیری

حروفچینی: انجمن آهن و فولاد ایران

صفحه آرایی: محمد گائینی

چاپ: حافظ

شمارگان: ۳۰۰۰ نسخه

بها: ۱۵۰۰۰ ریال

پیام فولاد مطالب علمی-خبری در زمینه آهن و فولاد با زمینه‌های مرتبط را منتشر می‌کند. چاپ مطالب به منزله تأیید دیدگاه پدید آورندگان آن نیست. نقل و اقتباس از مطالب پیام فولاد با ذکر مأخذ آن بلامانع است. پیام فولاد مطالب دریافتی را باز نمی‌گرداند. دستورالعمل تهیه مقالات جهت درج در پیام فولاد در صفحات آخر ارائه شده است. طراحی کلیه جداول و تصاویر بر عهده صاحب مقاله می‌باشد. مقاله‌های پذیرفته شده پس از ویرایش منتشر می‌شود.

نشانی: اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، انجمن آهن و فولاد ایران،

کد پستی: ۸۴۱۵۶-۸۳۱۱۱، دفتر نشریه پیام فولاد

تلفن: ۳۹۱۲۷۲۷ (۰۳۱۱)، ۳۹۱۲۷۲۸ (۰۳۱۱) دورنویس:

E-MAIL: INFO@ISSIRAN.COM

WEB: WWW.ISSIRAN.COM

فهرست مطالب

۳	..... سرمقاله
	مقاله:
۴	..... مدل کینتیکی تصفیه فولاد در کوره پاتیلی
	ترجمه: محمدحسین نشاطی
۲۰	..... ارائه مدل کامپیوتری جهت محاسبه و پیش بینی دمای مذاب و زمان ریخته‌گری فولاد مذاب
	تهیه و تنظیم: محمد علی توحیدی، مرتضی مومنی، بهرام زمانی، محمد علی شفیعی
۲۵	..... پردازش تصویر دیجیتالی میلگرد و استخراج خصوصیات ابعادی آن
	تهیه و تنظیم: مهدی عباسقلی پور، بهزاد الستی، علی راحلی، شیدا رحمت قام
۳۴	..... بررسی فنی اقتصادی روش‌های تولید آهن اسفنجی در ایران واحدهای کوچک
	تهیه و تنظیم: عبدالله اعزازی، حمید زواری، فلورا دانش
۴۵	..... فراخوان "گزارش مطالعات موردی"
۴۶	..... تبرهای پستی سخن می‌گویند
	تهیه و تنظیم: محمدحسن جولزاده
۴۹	..... اخبار انجمن آهن و فولاد ایران
۵۲	..... اخبار اعضای حقوقی انجمن آهن و فولاد ایران
۵۶	..... اخبار از سایتهای بین‌المللی
۵۸	..... تازه‌های تکنولوژی
۵۹	..... معرفی برخی مقالات از مجلات آهن و فولاد بین‌المللی
	مجله: ISIJ International, Vol. 49 (2009) , No. 10
۶۱	..... ترجمه دو چکیده مقاله از مجله:
	مجله: ISIJ International, Vol. 49 (2009) , No. 10
۶۲	..... معرفی کتاب
۶۴	..... معرفی نرم افزار
۶۵	..... معرفی سمینارهای بین‌المللی در زمینه مواد و متالورژی
۶۷	..... معرفی سمینارهای داخلی
۶۸	..... سایتهای اطلاع‌رسانی آهن و فولاد در شبکه اینترنت
۷۰	..... معرفی پروژه‌های کارشناسی ارشد مربوط به صنعت فولاد
۷۳	..... معرفی انتشارات انجمن آهن و فولاد ایران
۷۵	..... فراخوان مقاله برای مجله بین‌المللی انجمن آهن و فولاد ایران
۷۶	..... دستورالعمل تهیه مقالات به زبان انگلیسی جهت مجله بین‌المللی علمی- پژوهشی انجمن آهن و فولاد ایران
۷۸	..... راهنمای اشتراک فصلنامه پیام فولاد
۷۹	..... فرم درخواست عضویت حقیقی و حقوقی در انجمن آهن و فولاد ایران
۸۰	..... دستورالعمل تهیه مقاله برای فصلنامه پیام فولاد

سرمقاله

آماده شدن این شماره از نشریه پیام فولاد همزمان است با برگزاری سمپوزیوم فولاد ۸۸ که آشکارا می‌توان ادعا کرد که برگزاری سمپوزیوم‌های فولاد در طی سالهای گذشته یک رویداد قابل توجه در دامنه صنعت و علم فولاد می‌باشد. مشارکت صنایع مختلف و همچنین مراکز دانشگاهی و تحقیقاتی در این رویداد نشان از موثر بودن این حرکت در این سالها دارد. امیدوارم مطالب ارائه شده در این سمپوزیوم نیز مطالب مفید و مورد استفاده همکاران دست‌اندرکار این صنعت و علم باشد. در این شماره از پیام فولاد در باب طراحی سیتینگی تصفیه فولادهای آلیاژی و همچنین روشهای آزمایش و مدل پیشنهادی دما و زمان در پاتیل فولاد سازی ثانویه مطالبی ارائه شده است. این موضوعات علاوه بر مطالب طراحی شده معمول در مجله می‌باشد که امیدوارم در مجموع مطالب فوقی یا قسمتی از آن مورد توجه شما خوانندگان گرامی قرار گرفته و برای شما مفید باشد. از ادامه همکاری شما در ارسال مطالب مفید جهت ارائه در این نشریه تشکر می‌نمایم و انتظار ادامه این همکاری را برای شماره‌های بعدی دارم.

دکتر حسین ادریس

مدیر مسئول و سردبیر فصلنامه پیام فولاد



مدل کینتیکی تصفیه فولاد در کوره پاتیلی*

ترجمه: مهندس محمدحسین نشاطی

شرکت فولاد آلیاژی ایران

تعداد زیادی مدل ریاضی در مورد پیش بینی حذف ناخالصی در فرایند تصفیه برای چند نوع از کوره‌های متالورژیکی در مطالب منتشره آمده است. به ویژه مدلی که در سال ۱۹۸۴ توسط Robertson و همکاران [۱-۴] در زمینه گوگردزدائی و فسفرزدائی چند مذاب توسعه داده شده در سایر فرایندها نیز مورد استفاده قرار گرفته است. این مدل براساس محاسبات تجربی ضرایب انتقال جرم می‌باشد. Szekely [۵] در سال ۱۹۸۱ اولین کار در مورد گوگردزدائی براساس محاسبات جریان سیال را ارائه کرد. مدتی بیش از ۲۰ سال رویکرد ارائه شده توسط Robertson و همکاران متداول بود. در سال ۱۹۹۸، Jönsson [۶]، مدل دو بعدی تشریح کننده فرایند گوگردزدائی در کوره پاتیلی با استفاده از روش دینامیک سیالات محاسباتی (CFD) و Subagyo و همکاران [۷] در سال ۲۰۰۲ یک مدل استنباطی (inferential) برای گوگردزدائی در پاتیل را ارائه کرده اند. شواهد واضحی وجود دارد که رویکرد CFD دقیق تر و کامل تر است، اما، محدودیت اصلی آن نیاز به نرم افزار خیلی تخصصی و زمان برای محاسبات است. برعکس، مدل براساس ضرایب انتقال جرم تجربی عملی تر است، زمان محاسبات در محدوده چند ثانیه بوده و اپراتور می‌تواند مدل را به سهولت اجرا نماید.

یک کوره پاتیلی با سرباره خیلی احيائي کنار می‌کند مشروط بر آنکه سرباره انتقالی بخوبی کنترل شود؛ اما، این به ندرت رخ می‌دهد. علاوه براین، تزریق آرگون نیز برای افزایش انتقال جرم و از این طریق حذف ناخالصی‌ها (impurities) از فولاد مذاب بکار می‌رود. در این تحقیق فرایند تصفیه براساس کنترل انتقال جرم بصورت ریاضی مدل شده است. مدل با محاسبه اکتیویته‌ها با استفاده از مدل محلول منظم، لحاظ کردن پارامترهای تأثیر متقابل و محاسبه ضریب انتقال جرم که امکان تعیین سرعت‌های انتقال جرم در سطح تماس سرباره-فلز تحت شرایط تعادل در سطح تماس را فراهم می‌کند سروکار دارد. مدل روند تغییرات ترکیب شیمیایی سرباره و فولاد در طی فرایند تصفیه را پیش بینی می‌کند و برای اعمال اصلاحات بر روی ترکیب شیمیایی اولیه سرباره به منظور کاهش زمان تصفیه و غلظت نهایی ناخالصی در فولاد مذاب مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مقدمه

امروزه کوره پاتیلی برای تأمین ترکیب شیمیایی نهایی مشخص شده، تمیزی و دمای مطلوب برای ماشین ریخته گری پیوسته بکار می‌رود. بطور کلی، گوگرد مهمترین ناخالصی ای است که عملاً زمان فرایند را کنترل می‌کند. علاوه بر این مشخصات گوگرد در فولادهای خیلی تمیز تا کمتر از ۱ppm کاهش داده شده است، در نتیجه نه تنها کاهش غلظت آن مهم است بلکه همچنین تأمین شرایطی که سرعت حذف آنرا افزایش دهد نیز مهم است.

* این متن ترجمه مقاله زیر است:

Kinetic Model of Steel Refining in Ladle Furnace
A. N. Conejo, F. R. Lara, M. Macías- Hernandez,
R. D. Morales
Steel research int. 78 (2007) No. 2





فرصیات و موارد ساده کننده این مدل عبارتند از:

- مکانیزم کنترل کننده سرعت ناشی از انتقال جرم ناخالصی‌ها از درون فلز به سطح تماس سرباره-فلز می‌باشد.
- تعادل در سطح تماس سرباره-فلز.
- مقدار ضریب انتقال جرم سرباره توسط مقدار ضریب انتقال جرم فلز تعیین می‌شود.
- هیچ جذبی از ناخالصی به حباب‌های آراگون بالارونده وجود ندارد.
- غلظت CaO ثابت باقی می‌ماند، همچنین، به دلیل محدودیت مدل محلول منظم که O^{-2} را تنها آنیون‌های موجود فرض می‌کند، پذیرفته شد که $\gamma CaS = \gamma CaO$ باشد.
- احیاء اکسیدها توسط آلومینیم قابل صرف نظر است.
- افزودن مواد در طی ذوب در مقایسه با افزودن اولیه مواد قابل صرف نظر می‌باشد.

بخش ترمودینامیکی مدل سازی

اکتیویته‌های اجزاء فولاد. اکتیویته‌های اجزاء فولاد براساس مدل پارامترهای تأثیر متقابل که توسط Wagner [8] توسعه داده شده محاسبه گردید. طبق این مدل، اثر جزء سوم، x ، بر ضریب اکتیویته جزء i ، توسط رابطه زیر داده می‌شود:

$$f_i = f_i^x f_i^N \quad (9)$$

که، f_i^N اثر جزء x بر ضریب اکتیویته جزء i را ارائه می‌دهد.

در شکل نهائی خود، مدل برحسب پارامترهای تأثیر متقابل، (e_i^j) ، بصورت زیر ساده می‌شود:

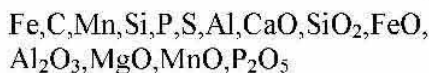
$$\log f_i = \sum_{j=1}^k \sum_{l=1}^k e_i^l wt\%_j \quad (10)$$

هدف کار حاضر ارائه مدل ریاضی برای فرایند تصفیه در کوره پاتیلی، براساس محاسبات ضریب انتقال جرم برای استفاده اپراتورهای کوره در صنعت است.

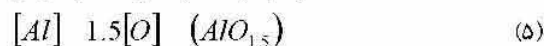
مدل ریاضی

این مدل ریاضی برای پیش بینی تغییر ترکیب شیمیایی فولاد و سرباره در طی فراوری ذوب در کوره پاتیلی توسعه یافته است. داده‌های ورودی شامل ترکیب شیمیایی اولیه، ابعاد پاتیل، شرایط همزنی و درجه حرارت می‌باشد. نیروی محرکه حذف ناخالصی تفاوت در غلظت ناخالصی بین ترکیب شیمیایی جاری و مقدار تعادل است. بنابراین، برای تشریح کینتیک تصفیه، بخش ترمودینامیکی مدل تعادل نیز مورد نیاز است. هر دو بخش مدل، ترمودینامیکی و کینتیکی بایستی با هم جفت و جور شوند. مدل ترمودینامیکی برای محاسبه اکتیویته اجزاء فولاد و اکسیدهای درون سرباره بکار می‌رود. مدل کینتیکی که براساس مدل توسعه داده شده توسط Robertson و همکاران می‌باشد [2] برای شرایط کوره پاتیلی اصلاح شده است.

مدل ریاضی چند جزئی بوده شامل اجزاء فولاد و سرباره به شرح زیر می‌باشد:



بمنظور تعیین انتقال اجزاء از فولاد به سرباره به دلیل واکنش‌های اکسیدشدن، مجموعه واکنش‌های شیمیایی زیر معین شد:



اکتیویته مواد سرپاره. چند مدل برای پیش بینی اکتیویته‌های ترمودینامیکی سرپاره‌های متالورژیکی وجود دارد، که به مدل‌های ترکیبی (compositional) یا ساختاری (structural) دسته بندی می‌شوند. مدل محلول منظم در این مرحله از بررسی‌ها به دلیل سادگی برای نوشتن کدهای محاسبه انتخاب شد.

مدل محلول منظم، که اولین بار توسط Lumsden پیشنهاد شد فرض می‌کند همه اکسیدها بصورت کاتیون و فقط یک آنیون، یون اکسیژن، یا توزیع اتفاقی وجود دارد. اجزاء تشکیل شده بصورت $AlO_{1.5}, PO_{2.5}, SiO_2, FeO_{1.5}, FeO, CaO$ و غیره می‌باشند.

انرژی آزاد مولی گیبس (Gibbs) برای مدل محلول منظم، از نوع درجه دوم دارکن (Darken) بصورت زیر بیان می‌شود:

$$\overline{G}_j = \Delta \overline{H}_j = RT \ln \gamma_j = \alpha X_j^2 \quad (12)$$

برای یک سیستم چند جزئی،

$$RT \ln \gamma_i = \sum_j \alpha_{ij} X_j^2 + \sum_j \sum_k (\alpha_{ij} + \alpha_{jk} - \alpha_{jk}) X_j X_k \quad (13)$$

که X_j نشاندهنده کسر کاتیونی و α_{ij} نشانگر انرژی تأثیر متقابل بین کاتیون‌ها است. کسر کاتیونی بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$X_i = \frac{n_i}{\sum n_{Cations}} \quad (14)$$

Ban-Ya [۱۰] کار زیادی برای تعریف بسیاری از سیستم‌های متالورژیکی انجام داد. در محاسبه کسر کاتیونی از روابط زیر استفاده شد.

$n_{Fe^{2+}} = n_{FeO}$	$n_{P^{5+}} = 2n_{PO_3}$	$n_{Al^{3+}} = 2n_{Al_2O_3}$
$n_{Si^{4+}} = n_{SiO_2}$	$n_{Ca^{2+}} = 2n_{CaO}$	$n_{Mn^{2+}} = 2n_{MnO}$

داده‌های تجربی متعددی برای پارامترهای تأثیر متقابل در فروآلیاژها در مطالب منتشره گزارش شده است. در این کار، نتایج Elliot و Sigworth [۹] بکار گرفته شده است. برای یک سیستم چند جزئی با در نظر گرفتن S, P, Al, Si, O, Mn, C کاربرد معادله (۱۰) منتج به مجموعه معادلات زیر می‌شود که ضرایب تأثیر متقابل در 1873K معتبر می‌باشند.

$$\log f_S = 0.11[Si\%] + 0.11[P\%] + 0.18[C\%] + 0.056[S\%] + 0.058[Al\%] + 0.002[Mn\%] - 0.23[O\%]$$

$$\log f_P = 0.62[P\%] + 0.12[Si\%] + 0.13[C\%] + 0.028[S\%] + 0[Al\%] + 0[Mn\%] + 0.13[O\%]$$

$$\log f_C = 0.14[C\%] + 0.051[P\%] + 0.08[Si\%] + 0.046[S\%] + 0.043[Al\%] - 0.012[Mn\%] - 0.34[O\%]$$

$$\log f_S = -0.028[S\%] + 0.11[C\%] + 0.029[P\%] + 0.063[Si\%] + 0.035[Al\%] - 0.026[Mn\%] - 0.27[O\%]$$

$$\log f_{Al} = 0.045[Al\%] + 0.03[S\%] + 0.091[C\%] + 0[P\%] + 0.0056[S\%] + 0[Mn\%] - 6.6[O\%]$$

$$\log f_{Mn} = 0[Mn\%] + 0[Al\%] + 0.048[S\%] - 0.07[C\%] - 0.00358[P\%] + 0[Si\%] - 0.083[O\%]$$

$$\log f_O = -0.2[O\%] - 0.021[Mn\%] - 3.9[Al\%] - 0.133[S\%] - 0.45[C\%] + 0.07[P\%] - 0.131[Si\%]$$

پس از اینکه ضریب اکتیویته معلوم شد، اکتیویته براساس قانون هنری با استفاده از حالت استاندارد ۱٪ جرمی محاسبه می‌شود.

$$h_i = f_i \%i \quad (11)$$



انتقال جرم برای جزء در فلز و سرباره بر حسب $m.s^{-1}$ می‌باشند. نمایه‌های b و x به ترتیب به غلظت درون و سطح تماس مربوط می‌شوند؛ ρ دانسیته بر حسب $kg \cdot m^{-3}$ ؛ M_i جرم مولکولی اجزاء فولاد و سرباره بر حسب $kg \cdot kmol^{-1}$ است. بایستی توجه شود که معادله (۱۵) شامل دو عبارت غلظتی نامعلوم است - غلظت سطح تماس در فلز و سرباره.

در مورد کربن به طریق مشابه با انتقال سایر اجزاء، فرض می‌شود کربن زدائی توسط واکنش بین کربن و اکسیژن که هر دو محلول در فولادند و در نتیجه تشکیل گاز CO رخ دهد، بجای دو واکنش توأم مربوط به $[C]$ ، Fe ، $CO_{(g)}$ ، (FeO) و $CO_{2(g)}$. چنانچه فوق اشباع فرض شود، آنگاه، طبق معادله (۸) سرعت مصرف کربن معادل با سرعت تولید منواکسید کربن می‌گردد، بصورت زیر:

$$-\frac{dC}{dt} = \frac{dp_{CO}}{dt} = G_{CO} \left(\frac{p_{CO}^* - p_{CO}}{p_{CO}} \right) \quad (18)$$

که G_{CO} ثابت سرعت برای تشکیل CO بر حسب $s^{-1} \cdot mm^{-2} \cdot mol$ و عبارت داخل پرانتز نشاندهنده نسبت فوق اشباع است. مقدار برآورد شده توسط Robertson [2] و مورد استفاده در این مدل $3 \times 10^{-7} mol \cdot mm^{-2} \cdot s^{-1}$ بود.

دو عبارت در معادله (۱۵) برای دقت این مدل بحرانی است که عبارتند از: (i) محاسبات غلظت‌های سطوح تماس؛ و (ii) مقادیر ضرایب انتقال جرم. محدودیت تعادل در سطح تماس رابطه ای را بین غلظت عنصر محلول در فولاد و اکسید آن عنصر در سرباره برقرار می‌کند.

بطور کلی، واکنش‌های تعادلی بصورت زیر می‌باشند:



بنابراین، براساس ترکیب شیمیایی سرباره، مدل محلول منظم ضرایب اکتیویته را با استفاده از قانون راتولت محاسبه می‌کند. در بکارگیری این مدل تقریب ساده کننده $\gamma_{CaO} = \gamma_{CaS}$ لحاظ شده است [۲].

بمنظور مقایسه، از نرم افزار تجاری Fact-Sage استفاده شد، این نرم افزار اطلاعاتی در مورد اکتیویته‌ها برای سرباره‌های متالورژیکی براساس مدل شبه شیمیایی (quasichemical) فراهم می‌کند. بطور کلی، مشخص شد مقدار هر دو مدل یکسان است.

بخش کینتیکی مدل سازی

بخش کینتیکی مدل براساس کنترل انتقال جرم در سطح تماس سرباره-فلز که در آن تعادل در طی عملیات تصفیه حفظ می‌شود قرار دارد. این محدودیت براساس تجربه ای است که اثر قوی شرایط همزنی مذاب بر سرعت تصفیه را نشان می‌دهد. کنترل انتقال جرم براساس مکانیزمی که توسط آن ناخالصی‌ها در فولاد به سطح تماس سرباره-فلز نفوذ می‌کنند، توزیع ناخالصی‌ها بین فلز و سرباره که تحت شرایط تعادل ناشی از نفوذ ناخالصی‌ها به فاز سرباره رخ می‌دهد می‌باشد، چنانکه در شکل ۱ بصورت شماتیک نشان داده شده است.

معادله زیر انتقال ناخالصی M به سرباره، بصورت اکسید MO_X را ارائه می‌کند:

$$J_M = F_M \left\{ [\%M]^b - [\%M]^* \right\} = F_{MO_X} \left\{ (\%MO_X)^* - (\%MO_X)^b \right\} \quad (15)$$

$$F_M = \frac{k_{imm}}{100M_i} \quad (16)$$

$$F_{MO_X} = \frac{k_s}{100M_i} \quad (17)$$

که: J_M جریان مولی، بر حسب $kmol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ ؛ F_i ضریب انتقال جرم اصلاح شده شامل ضریب تبدیل دانسیته مولی به $wt\%$ ؛ k_{im} و k_{is} به ترتیب نشان دهنده ضریب



$$[\%M^*] = \frac{\frac{F_M}{F_{MO_X}} [\%M]^b + (\%MO_X)^b}{E_M h_{\%O}^* + \frac{F_M}{F_{MO_X}}} \quad (24)$$

معادله قبلی نشان می‌دهد که غلظت سطح تماس همه عناصر محلول در فولاد بصورت تابعی از غلظت‌های درونی و غلظت اکسیژن سطح تماس قابل بیان است، آنگاه، توسط انجام موازنه جرم برای اکسیژن، تعریف یک معادله جبری بر حسب فقط یک مجهول، غلظت اکسیژن سطح تماس $(h_{\%O}^*)$ ؛ بصورت زیر امکان پذیر است:

$$2J_{Si} + 2.5J_P - J_S + J_{Fe} + J_C + J_{Mn} + 1.5J_{Al} - J_O = 0 \quad (25)$$

عبارت جبری نهائی فقط بر حسب یک مجهول، غلظت اکسیژن سطح تماس $(h_{\%O}^*)$ ، بصورت زیر بیان می‌شود:

$$2F_{Si} \left[\frac{\frac{F_{Si} [\%Si]^b + (\%SiO_2)^b}{E_{Si} h_{\%O}^* + \frac{F_{Si}}{F_{SiO_2}}}}{[\%Si]^b} \right] + 2.5F_P \left[\frac{\frac{F_P [\%P]^b + (\%PO_2)^b}{E_P h_{\%O}^* + \frac{F_P}{F_{PO_2}}}}{[\%P]^b} \right] + \dots = 0 \quad (26)$$

این معادله بصورت عددی با استفاده از غلظت اولیه ترکیب شیمیائی فولاد و سرباره حل می‌شود. سپس با این مقدار، غلظت‌های سطح تماس سایر عناصر محاسبه می‌شوند. حال با این غلظت‌های سطح تماس معلوم امکان محاسبه ترکیب شیمیائی ناخالصی‌های جدید برای اجزاء فولاد و مواد سرباره پس از مدت زمان (Δt) ، مطابق با معادلات زیر وجود دارد:

$$\frac{V_m \Delta [\%X]}{\Delta t} = Ak_m \{ [\%X]^a - [\%X]^b \} \quad (27)$$

$$\frac{100\Delta W_s}{\Delta t} = Ak_s \rho_s \{ [\%X]^a - [\%X]^b \} \quad (28)$$

بنابراین، رابطه توسط ثابت تعادل این واکنش برقرار می‌شود که بر حسب کسر مولی مواد مربوطه و ضرایب اکتیویته آنها بیان می‌شود:

$$K_M = \frac{a_{MO_X}}{h_M h_{\%O}^*} = \frac{\gamma_{MO_X} (X_{MO_X})^*}{f_M [\%M]^* h_{\%O}^{*X}} \quad (20)$$

که یک سمبل یا نمایه (X) غلظت سطح تماس را نشان می‌دهد. ثابت‌های تعادل در این مدل از Elliot [۱۱] و همکاران برداشت شده‌اند. جدول ۱ ثابت‌های تعادل را بطور خلاصه آورده است. ثابت تعادل با دو واحد غلظت ارتباط دارد. برای بیان آنها بر حسب $W\%$ ، ضریب تبدیل زیر بکار می‌رود: (۲۱)

$$C = \frac{\rho_s}{W_s} = \left[\frac{(\%MnO)}{100W_{MnO}} + \frac{(\%SiO_2)}{100W_{SiO_2}} + \frac{(\%Al_2O_3)}{100W_{Al_2O_3}} + \frac{(\%CaO)}{100W_{CaO}} + \dots \right] \rho_s$$

که:

ρ_s و W_s به ترتیب دانسیته سرباره و وزن سرباره می‌باشند. ثابت تعادل اصلاح شده با همه واحدها بر حسب $W\%$ که به عنوان ثابت تعادل مؤثر نامیده می‌شود (E_M) ، بطور کلی، بصورت زیر بیان می‌شود:

$$E_M = \frac{100CM_{MO_X} f_M K_M}{\rho_s \gamma_{MO_X}} = \frac{(\%MO_X)^*}{[\%M]^* h_{\%O}^{*X}} \quad (22)$$

ثابت‌های تعادل مؤثر در جدول ۲ نشان داده شده‌اند.

ثابت تعادل مؤثر بصورت تابعی از سه عبارت غلظت سطح تماس؛ غلظت اکسید در سطح تماس $(MO_X)^*$ ، عنصر M و اکسیژن. معادله قبلی بصورت زیر قابل مرتب کردن مجدد است:

$$(\%MO_X)^* = E_M [\%M]^* h_{\%O}^{*X} \quad (23)$$

این رابطه برای بدست آوردن عبارتی با دو مجهول، غلظت‌های سطح تماس عنصر M و اکسیژن، می‌تواند در معادله (۱۵) جایگزین شود. عبارت نهائی را بصورت زیر می‌توان مجدداً مرتب کرد:



دقت این مدل فقط تا مقدار قابلیت اعتماد ضرایب انتقال جرم (k_m و k_s) است. در این مدل فقط k_m محاسبه می‌شود، مقدار k_s نیز به همان اندازه فرض می‌شود. اگر نسبت توزیع تعادل بزرگ باشد (حالت متداول برای سرباره‌های کوره پاتیلی) طبق عبارت زیر برای فرایندهای کنترل شده توسط انتقال جرم در هر دو فاز، ضریب انتقال جرم کل (k_{ov}) توسط k_m تعیین می‌شود.

$$\frac{1}{k_s} + \frac{1}{k_m} = \frac{1}{k_{ov}} \quad (33)$$

بطور نظری ضریب انتقال جرم با سه مدل قابل تشریح است [۱۲-۱۳]: نظریه لایه (film theory)، نظریه نفوذ (penetration theory) و نظریه جایگزینی سطح (surface renewal theory). ارتباط بین ضریب انتقال جرم و ضریب نفوذ طبق این نظریه‌ها بصورت زیر بیان می‌شود:

$$Film\ theory\ (1923): k_i = \frac{D_i}{\delta} \quad (34)$$

$$penetration\ theory\ (1935): 2 \left(\frac{D_i}{\pi t_c} \right)^{1/2} \quad (35)$$

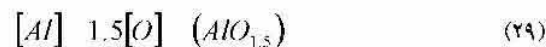
surfacerenewaltheory(1951): $k_i = (D_i s)^{1/2}$ (36)
 که D_i ضریب نفوذ ماده i ، δ ضخامت لایه مرزی، t_c زمان تماس (exposure time) عنصر سیال و s سرعت جایگزینی سطح است. در اینجا رویکرد نظریه لایه اتخاذ می‌شود.

یک رویکرد عملی برای تعیین ضرایب انتقال جرم توسط بکارگیری همبستگی‌های (correlation) تجربی تعیین شده بصورت بررسی‌های آزمایشی است. اکثر روابط تجربی به توان ویژه همزنی مربوط می‌شوند (n)، سپس بمنظور تعیین k_m یک معادله برای محاسبه (δ) ضروری است. جدول ۳ تعدادی از همبستگی‌ها را برای بدست آوردن (δ) نشان می‌دهد. برای انتخاب درست همبستگی‌ها، یک منحنی (n)

که: $\%X$ نشان دهنده غلظت عنصر $[X]$ یا اکسید (X) در سطح تماس (*) و درون (b)، V_m حجم فولاد k_m و k_s ، به ترتیب نشان دهنده ضرایب انتقال جرم برای فلز و سرباره می‌باشند.

فرایند بصورت متوالی تکرار می‌شود تا زمان فرایند پیش تعیین شده اجرا گردد.

غلظت جدید اکسیژن در کوره پاتیلی توسط مؤثرترین اکسیژن‌زدا کنترل می‌شود. آلومینیم متداول‌ترین اکسیژن‌زداست. واکنش اکسیژن زدائی با آلومینیم بصورت زیر است:



با ثابت تعادل زیر:

$$K_{Al} = \frac{a_{AlO_{1.5}}}{h_{Al} h_{O}^{1.5}} = \frac{\gamma_{AlO_{1.5}} (X_{AlO_{1.5}})}{f_{Al} [\%Al] h_{O}^{1.5}} \quad (30)$$

که $h_{O} = f_O [\%O]$

ثابت تعادل برای اکسید ($AlO_{1.5}$) بصورت نصف مقدار آلومینا اتخاذ می‌شود.

عبارت غلظت اکسیژن در معادله (۳۰) غلظت تعادل است و با جایگزینی عبارات غلظت برای آلومینیم و آلومینا که قبلاً با معادلات (۲۷) و (۲۸) بدست آمده محاسبه می‌گردند.

$$[\%O]^e = \left\{ \frac{\gamma_{AlO_{1.5}} (X_{AlO_{1.5}})}{f_{Al} [\%Al] f_O^{1.5} K_{Al}} \right\}^{2/3} \quad (31)$$

با استفاده از کینتیک درجه اول برای انتقال اکسیژن، معادله زیر امکان محاسبه غلظت جدید اکسیژن در درون فولاد را می‌دهد.

$$\ln \left\{ \frac{[\%O]_f^e - [\%O]^e}{[\%O]_i^e - [\%O]^e} \right\} = k_m \Delta t \quad (32)$$

فلوچارت کد کامپیوتری نشان دهنده اجرای مدل ریاضی در شکل ۲ آورده شده است.



برای محاسبه mic بصورت تابعی از توان ویژه همزنی ارائه کردند.

$$k_m (\text{min}^{-1}) = 0.013 \varepsilon^{0.25} \text{ for } \varepsilon < 60W/l \quad (38)$$

$$k_m (\text{min}^{-1}) = 8 \times 10^{-6} \varepsilon^{2.1} \text{ for } \varepsilon > 60W/l \quad (39)$$

همچنین توجه شد که عبارت برای $60W/l$ معتبر است مقادیری را ارائه می‌دهد که در $10 \times 10^{-4} m \cdot s^{-1}$ تقریباً ثابت باقی می‌مانند، که می‌تواند به عنوان مقدار نسبتاً بزرگی مورد توجه قرار گیرد، بنابراین، پیش بینی کننده سرعت خوب گوگردزائی است. در عمل، شرایط همزنی ضعیف به شدت بر فرایند گوگردزائی تأثیر منفی دارد؛ در نتیجه، یک عبارت قادر به پیش بینی مقادیر کم mic برای شرایط همزنی کم مورد نیاز بود. شکل ۳ رفتار معادلات (۳۸) و (۳۹) را نشان می‌دهد. چنانکه قابل ملاحظه است، معادله (۳۸) رفتار مجانب شدن mic با سرعت جریان آرگون را پیش بینی می‌کند. تجربه عملی نشان می‌دهد که در واقع سرعت جریان‌های بالاتر به میزان زیادی کینتیک گوگردزائی را افزایش می‌دهند. بر مبنای این نتایج، تصمیم به استفاده فقط از معادله (۳۹) در مدل حاضر برای تمام محدوده همزنی گرفته شد.

Jönsson [۱۹-۱۷]، یک روش خیلی دقیق تری را برای محاسبه ضرایب انتقال جرم بر اساس دینامیک سیالات محاسباتی (CFD) پیشنهاد کرد. از معایب این روش نیاز به زمان نسبتاً طولانی محاسبات، در حدود یک هفته [۱۷] برای دستیابی به نتایج یک شبیه سازی منفرد است، و لزوم شناخت اساسی از پدیده‌های انتقال، الزامی که از یک اپراتور عادی پاتیل انتظار نمی‌رود نیز وجود دارد.

نتایج و تجزیه و تحلیل

پیش بینی‌های ارائه شده مدل بر پایه شرایط اولیه فهرست شده در جدول ۵ می‌باشند. مدل ترکیب شیمیایی اولیه سرباره را به ۱۰۰٪ نرمال می‌کند. اطلاعات اضافی زیر نیز مورد نیازند:

بر حسب سرعت جریان گاز اول تجزیه و تحلیل می‌شود. شش تا از دوازده همبستگی نتایج مشابه داد. همبستگی از تجزیه و تحلیل پایه ای که برای محاسبه کار انبساطی ناشی از درجه حرارت و فشار انتخاب شده بود بدست آمد.

(۳۷)

$$\varepsilon = 371.161 \frac{QT_2}{M_m} \left[1 - \frac{T_1}{T_2} + \ln \left(1 + \frac{H}{1.48} \right) \right]$$

که: ε توان ویژه هم زدن بر حسب $Q, W/t$ سرعت جریان آرگون بر حسب $m^3 \cdot s^{-1}$ ، M_m وزن فولاد بر حسب ton ، H ارتفاع پاتیل بر حسب متر، T_1 و T_2 درجه حرارت مطلق به ترتیب برای آرگون و فولاد مذاب بر حسب K می‌باشند.

جدول ۴ چند همبستگی تجربی را برای محاسبه انتقال جرم خلاصه می‌کند. داده‌های مورد نیاز برای محاسبه عبارتند از: قطر پاتیل 3844 mm ، ارتفاع پاتیل 4157 mm ، درجه حرارت فولاد $1600^\circ C$ ، درجه حرارت آرگون $25^\circ C$ و وزن فولاد 10 ton ، تعدادی از معادلات نیاز به نسبت A_i/V برای بدست آوردن همان واحدها برای k_m بر حسب ms^{-1} دارند، که A_i نشانگر سطح تماس سرباره-فلز و V حجم فولاد بر حسب m^3 است. به دلیل اثرات همزنی، برآورد شد که مساحت سطح تماس 1.5 برابر مساحت استاتیک باشد. در همان جدول ضرایب انتقال جرم برای سرعت جریان آرگون 25 Nm/hour نیز گزارش شده اند.

معیارهای انتخاب یک عبارت برای محاسبه ضریب انتقال جرم (mic) بر اساس تجزیه و تحلیل گوگردزائی تشریح شده توسط Engh [۱۴] بود، که تأثیر تغییرات در مقدار mic در دامنه ۳ تا $50 \times 10^{-4} m \cdot s^{-1}$ را نشان می‌دهد. علاوه بر این، با در نظر گرفتن اینکه یک فرایند گوگردزائی نوعاً می‌تواند در کوره پاتیلی با مقادیر mic در دامنه $5-15 \times 10^{-4} m^3 \cdot s^{-1}$ تشریح شود، از این رو، عبارت گزارش شده توسط Asai [۱۵] و همکاران انتخاب شد. این مؤلفین دو عبارت زیر را



تأثیر بازیسته ($\%CaO/\%SiO_2$) بر گوگرد زدائی در شکل های ۵ و ۶ نشان داده شده است. اکسید کلسیم اکسید بازی قوی در سرباره های متالورژیکی است. شکل ۵ افزایش مقدار گوگرد زدائی را با افزایش غلظت اکسید کلسیم نشان می دهد. این موضوع نشان می دهد که با نزدیک شدن غلظت CaO به حد اشباع خود (60-55، % جرمی)؛ حدی در تقویت گوگرد زدائی نیز وجود دارد. شکل ۶ تغییر در نسبت توزیع گوگرد ($T_{\%}$) در طی ذوب کردن را نشان می دهد. به دلیل انتقال گوگرد از فلز به سرباره افزایش $T_{\%}$ قابل پیش بینی است. رفتار مجانب شدن با کاهش در نیروی محرکه سازگار است؛ شاخصی از اینکه گوگرد به مقدار نهائی تعادل نزدیک می شود.

به منظور افزایش انتقال جرم و در نتیجه سرعت حذف ناخالصی ها از فولاد و سرباره، یک طراحی مناسب و انرژی همزنی کافی بایستی در کوره پاتیلی تامین گردد. حتی اگر شرایط ترمودینامیکی مناسب در سیستم موجود باشد اما به چند دلیل تویی های متخلخل (porous plugs) بصورت مناسبی کار نکنند، اصلاً هیچگونه گوگرد زدائی رخ نمی دهد. شکل ۷ اثر شرایط همزنی بر سرعت حذف گوگرد را نشان می دهد. این شکل بیان می کند که برای یک سرعت جریان آرگون کمتر از $10 Nm^3/h$ سرعت گوگرد زدائی قابل صرف نظر است، اما هنگامی که سرعت جریان افزایش می یابد، تا $60 Nm^3/h$ ، سرعت گوگرد زدائی خیلی افزایش پیدا می کند. علاوه بر این، در هنگامی که سرعت جریان بیش از $70 Nm^3/h$ باشد مقدار گوگرد زدائی تحت تأثیر قرار نمی گیرد.

اثر درجه حرارت در محدوده $1550-1600C$ نیز مورد بررسی قرار گرفت. مشخص شد که با افزایش درجه حرارت سرعت گوگرد زدائی زیاد می شود. اما، افزایش گوگرد زدائی، در این محدوده درجه حرارت نسبتاً کم بود. رفتار

- وزن فولاد: 210 تن
- وزن سرباره: 4.5 تن
- ابعاد پاتیل: ارتفاع $4157mm$ و قطر $3844mm$
- مساحت سطح تماس: بسته به سرعت جریان آرگون، آنرا 1.5 برابر مساحت اسمی اتخاذ کردیم. اما، این تنها پارامتر تنظیمی می تواند باقی بماند.
- میانگین سرعت جریان: $25 Nm^3/hr$ (با استفاده از معادله ۳۹)

- درجه حرارت: $1600C$
 - دانسیته سرباره: $3000 kg/m^3$
 - دانسیته فولاد: $7000 kg/m^3$
- شبه سازی های مدل نشان داده شده در شکل های ۴-۱۱ ضرایب انتقال جرم برای فلز و سرباره را یکسان فرض می کند. همچنین توجه کنید که شرایط اولیه یا سیستم قبلی اکسیژن زدائی شده فلز- سرباره مطابقت می کنند. دلیل انتخاب این شرایط شبه سازی ناشی از عملیات سیستماتیک متداول برای افزودن اولیه آهک، فلوراسپار و آلومینیم توسط اپراتورهای کوره است.

گوگرد مهمترین ناخالصی ای است که در کوره پاتیلی حذف می شود. شرایط برای افزایش سرعت گوگرد زدائی وضعیت اکسیداسیون حمام مذاب، سرباره و فولاد، درجه حرارت، بازیسته سرباره، ویسکوزیته سرباره و توان همزنی است.

شکل ۴ پیش بینی های مدل در مورد اثر اکسید آهن اولیه در سرباره بر گوگرد زدائی را نشان می دهد. به دلیل سرباره انتقالی غلظت اولیه اکسید آهن می تواند از ۴ تا ۱۵٪ متغیر باشد. مدل به درستی پیش بینی می کند که با افزایش اکسید آهن، مقدار گوگرد زدائی کاهش می یابد. با فرض اینکه در این مورد سرباره حاوی غلظت بالائی از FeO باشد، افزودن کاربید کلسیم یا ساچمه های آلومینیم ضروری است.



مشابه هنگامی مشاهده شد که مقدار ثابت سرعت برای تشکیل CO از 1×10^{-2} به 1×10^{-4} تغییر کرد. که به مقادیر غلظت پائین اکسیژن محلول در فولاد و تغییرات کم در غلظت کربن در کوره پائیلی نسبت داده شد. برای مشاهده تعدادی از اثرات، مقدار G_{CO} بایستی به بالای 1×10^{-1} افزایش یابد.

شکل های ۸-۱۱ پیش بینی مدل در مورد ترکیب شیمیایی فولاد و سرباره را نشان می دهد. شکل های ۸-۹ ترکیبات شیمیایی پیش بینی شده برای سرباره را ارائه می دهد. سرعت و مقدار گوگردزدائی و فسفرزدائی و همچنین غلظت اکسیژن محلول در فولاد مذاب در شکل ۸ نشان داده می شود. تغییر در غلظت گوگرد به مقدار $122ppm$ ، از 165 تا $43ppm$ ، در طی ۴۵ دقیقه مشاهده می شود. در طی اولین ۲۰ دقیقه سرعت گوگردزدائی تقریباً ثابت است اما زیر این نقطه کاهش می یابد. همچنین قابل توجه است که رفتار مجانب شدن با شرایط نزدیک شدن به غلظت تعادلی مطابقت دارد. شرایط اکسیدی اولیه منتج به فسفرزدائی جزئی می گردد اما پس از ۳ دقیقه شرایط احیائی اثر آنرا برعکس می کند، در انتها هیچ تغییری در فسفر در طی بقیه ذوب دیده نمی شود. این منحنی غلظت پیش بینی شده اکسیژن محلول را نیز نشان می دهد. مدل کاهش پیوسته را تا انتهای ذوب پیش بینی می کند. این موضوع مهمی است زیرا یک پیش نیاز برای گوگردزدائی کاهش همزمان اکسیژن محتوی می باشد.

تغییرات Al, Si, Mn, O, C محلول در فولاد در شکل ۹ نشان داده می شود. هنگامی که فقط افزودن آلومینیم در فرایند شروع انجام شود تغییر آلومینیم و سیلیسیم در همخوانی با رفتار کلی مورد انتظار است. در این مورد آلومینیم توسط اکسیژن مصرف و آلومینا تشکیل می گردد. شرایط احیائی در سرباره در این فرایند منتهی به برگشت سیلیسیم از سرباره به فلز می شود. در این شبیه سازی مدل افزایش 0.01% در طی ذوب را پیش بینی می کند. همچنین شکل تغییرات در کربن و منگنز، شامل

مقدار نظری برای غلظت اکسیژن سطح تماس را نشان می دهد. چنانکه قابل مشاهده است، غلظت کربن تقریباً ثابت باقی می ماند. این موضوع بطور کلی در کوره پائیلی بجز در مورد افزودن فروآلیاژهای حاوی کربن مورد انتظار است. روند تغییرات منگنز تمایل به کاهش غلظت اولیه را نشان می دهد. مدل فرض می کند که واکنش های شیمیائی بین عناصر محلول در فولاد به جز اثر احیائی آلومینیم بر اکسیدهای موجود در سرباره بصورت جاری رخ می دهد. هنگامی که این اثر احیائی آلومینیم در نظر گرفته شود، افزایش محتمل در برگشت منگنز از سرباره به فلز مورد انتظار خواهد بود. روند تغییرات غلظت اکسیژن سطح تماس متناسب با کاهش اکسید آهن است.

روند تغییرات ترکیب شیمیائی سرباره در شکل های ۱۰ و ۱۱ نشان داده شده است. شکل ۱۰ مربوط به تغییرات اکتیویته های اکسیدها که توسط مدل محلول منظم محاسبه شده می باشد. مشاهده می شود که مقدار در طی ذوب، بجز برای اکسید آهن تغییر نمی کند. اکتیویته اکسید آهن از 50×10^{-3} به 3.3×10^{-3} کاهش می یابد. اکتیویته SiO_2 و MgO تقریباً به ترتیب در حدود 0.18×10^{-3} و 5×10^{-3} ثابت باقی می ماند. اکتیویته Al_2O_3 بصورت فزاینده ای از 2.3×10^{-3} به 2.7×10^{-3} افزایش پیدا می کند. اکتیویته MnO در طی مدت زمانی که اکتیویته اکسید آهن کاهش می یابد زیاد می گردد و پس از آن شروع به کاهش می کند، بطور کلی این تغییر از 1×10^3 تا 1.7×10^{-3} است. اکتیویته CaO در شکل نشان داده نشده است، اما تقریباً در حدود 0.189 ثابت باقی می ماند. روند تغییرات ترکیب شیمیائی سرباره در شکل ۱۱ آورده شده است. قابل مشاهده است که ترکیب شیمیائی به طریق مشابه تغییرات تعیین شده قبلی در اکتیویته های ترمودینامیکی تغییر می کند. مهمترین تغییرات مربوط به احیاء اکسید آهن می باشد که با افزایش در آلومینا و افزایش در گوگرد محتوی در سرباره همراه است.



می‌دهد که برای رسیدن به تعادل کامل اتمام آن در حدود ۱۲۰ دقیقه و رسیدن به غلظت تعادل حدود $10ppm$ با سرعت جریان آرگون نشان داده شده ضروری است.

نتیجه‌گیری

یک مدل ریاضی براساس کنترل انتقال جرم در فاز فلز توسعه داده شده است. این مدل می‌تواند روند تغییرات ترکیب شیمیایی فازهای فولاد و سرباره را در طی فرایند تصفیه در کوره پاتیلی پیش بینی کند. این مدل می‌تواند برای برآورد زمان تصفیه مورد نیاز در مجموعه‌ای از شرایط اولیه و همچنین اصلاحات آن شرایط برای کاهش زمان تصفیه بکار رود.

مدل قادر به پیش بینی تاثیر زیاد توان ویژه همزنی بر ضریب انتقال جرم است و این به نوبه خود بر سرعت حذف ناخالصی‌ها از فلز به سرباره مؤثر است. مدل پیشنهاد می‌کند که اگر شرایط همزنی ضعیف باشد، کمتر از $10 Nm^3/hr$ ، سرعت گوگردزدائی تقریباً قابل صرفنظر است. بطور کلی، مدل روند خوبی را از تغییرات مورد انتظار ترکیب شیمیایی در طی یک ذوب تحت شرایط کوره پاتیلی فراهم می‌کند.

MgO با در نظر گرفتن اینکه در کوره پاتیلی به دلیل عدم وجود عبارت برای غلظت منبع فلز تقریباً ثابت باقی می‌ماند گزارش نشد.

علاوه بر شبیه سازی‌های قبلی دو عامل دیگر مورد بررسی قرار گرفتند. Jönsson [۱۸]، پیش بینی بهتری را از اکسیژن محلول در فولاد در هنگامی که اکتیویته آلومینیم یک اتخاذ شود پیشنهاد کرد. نتایج نشان می‌دهد که روند تغییرات ترکیب شیمیایی برای سرباره و فولاد تقریباً همسان موارد قبلی است، بجز دو تفاوت: غلظت نهایی آلومینیم و اکسیژن محلول در فولاد قدری بیشتر است. دومین آنالیز به فرض ضرایب انتقال جرم یکسان برای هر دو جزء فلز و سرباره رجوع می‌کند. این بایستی، به دلیل ویسکوزیته کمتر، که k_s/k_m مورد انتظار باشد. نتایج با فرض $k_s = 0.5k_m$ همان نتایج قبلی را گزارش کرد که ضرایب انتقال جرم برابر فرض شدند. این نتیجه تایید می‌کند که کینتیک تصفیه فقط توسط انتقال اجزا از فلز به سرباره محدود می‌شود.

شکل ۱۲ نتایج شبیه سازی برای تعیین زمان رسیدن به شرایط تعادل را نشان می‌دهد. یک زمان تصفیه ۴۵ دقیقه در فراوری یک کوره پاتیلی ۲۱۰ تنی معمول است، مدل در انتهای این فرایند $43ppm$ را پیش بینی می‌کند. شکل نشان

مراجع

- [1] D. G. C. Robertson, B. Deo and S. Ironmaking Steelmaking, 2 (1984) No. 1, 41-55.
- [2] S. Oguchi, D. G. C. Robertson and P. Grieverson: Ironmaking Steelmaking, 2 (1984) No. 4, 202-213.
- [3] S. Oguchi and D. G. C. Robertson: Ironmaking Steelmaking, 2 (1984) No. 5, 262-273.
- [4] S. Oguchi and D. G. C. Robertson: Ironmaking Steelmaking, 2 (1984) No. 5, 274-282.
- [5] N. El-KADDAH AND j. Szekely: Ironmaking Steelmaking, (1984), 269.
- [6] L. Jonsson, Du Sichen and P. Jonsson: ISIJ Int., 38 (1998), 260.
- [7] Su bagyo, G. A. Brooks, S. Waterfall, and S. Sun: Electric Furnace conference, 2002, pp. 819-827.
- [8] C. Wagner: Thermodynamics of Alloys, Ed, Adisson- Wesley, 1962.
- [9] G. K. Sigworth and J.F. Elliot: Metal Science, 8 (1974), 298.



- [10] S.Ban-Ya: ISIJ Int., 33 (1993), 2.
- [11] J.F.Elliot, M. Gleiser and V.Ramakrishna: "Thermochemistry for Steelmaking Vol II" , 1963.
- [12] A.I.Hines and R.N.Maddox: Mass Transfer; Fundamentals and Applications, Prentice Hall, New Jersey, 1985, p. 146.
- [13] T.A. Engh: principles of Metal Refining, Oxford University Press Inc., N.Y.,1992.
- [14] T.A.Engh: principles of Metal Refining, Oxford University Press Inc., N.Y., 1992.
- [15] S.Asai, M.Kawachi,, and I.Muchi: Proceedings Scaninject III, part I, MEFOS, Lulea, Sweden, 1983, p. 12.1.
- [16] M.A.T.Andersson, L.T.I. Jonsson and P. G. Jonsson: ISIJ Int., 40 (2000), 1080.
- [17] M. Hallberg, T.L.I. Jonsson and P. G. Jonsson: ISIJ Int., 44 (2004), 1322.
- [18] J. Ekengard, M.Andersson and P.Jonsson: Nordic Symposium for Young Scientists, Oulu Finkland, June2003.
- [19] Daido s formula.
- [20] J. A. Lazcano: IMIS Internal Report, August 1991.
- [21] B. Grabner, H. Radenthein, Hoffgen and Urmitz: Radex-Rund-schau, 3, (1985), 581-610.
- [22] P.E.Anagbo and J.K.Brimacombe: Iron and Steelmaking, (1988), Nov.,41.
- [23] W.Pluschke: Stahl und Eisen, 101 (1981), 97.
- [24] V.Shajwalla, J.K. Brimacombe and M.E. Salcudean: Steelmaking Conference Proc., ISS, 1989, 497.
- [25] Y.Kikuchi, K. Takahashi, Y. Kawai, Kavakami, H. Tenma and K. Taguchi: Proceed. Scaninject III, MEFOS, Lulea, 1983, P. 13.1.
- [26] J.lahida, K. Yamaguchi, S. Sugiera, K. Yamano, S. Hayakawa and N. Demukai: Denki-Sseiko, 52 (1981), 2.
- [27] T. Ebisawa. A. Ishii, H. Tenma, H. Kawakami, K. Kikuchi: Proc. 7th ICVM, Japan, 1985.
- [28] K. Schwerdtfeger: Archiv Eisenhüttenwesens, 54 (1983) 3.
- [29] R.Fruehan: Ladle Metallurgy, principles and Practices, ISS, 1985.
- [30] I. Sawada, T. Kitamura and T. Ohashi: Proc . Scaniject IV,1986, p12.1.
- [31] Q. Ying, L .Yun and L. Liu: Proc . Scaniject III, part I, MEFOS, Lulea, SWADEN, 1983.
- [32] T.Kitamura, K. shibata, H. Sawada and S. Kitamura: Proc. Int. Iron and Steel Congress, 3 (1990), 50.
- [33] H. Kataoka and T. Miyauchi: Kagatu-Kitamura: Proc. 6th Int.Iron and Steel Congress, 3 (1990), 50.
- [34] J. Peter, K. Peaslee and D.G.C. Robertson: AISTech 2005 Proc., AIST, (2005). 959.
- [36] D.G.C. Robertson and B.B. Stables: in "Processes Engineering in Pyrometallurgy" , IMM, London, 1974, p. 51.



جدول ۱. ثوابت تعادل برای واکنش‌های شیمیایی در نظر گرفته شده در این مدل.

Reaction	Equilibrium constant	
$[\text{Si}] + 2[\text{O}] = (\text{SiO}_2)$	$K_{\text{Si}} = \frac{a_{\text{SiO}_2}}{h_{\text{Si}} h_{\text{SiO}_2}^2} = \frac{\gamma_{\text{SiO}_2} (X_{\text{SiO}_2})}{f_{\text{Si}} [\% \text{Si}] h_{\text{SiO}_2}^2}$	$K_{\text{Si}} = \exp \left[\frac{71509.8084}{T} - 29.23 \right]$
$[\text{P}] + 2.5[\text{O}] = (\text{PO}_{2.5})$	$K_{\text{P}} = \frac{a_{\text{PO}_{2.5}}}{h_{\text{P}} h_{\text{PO}_{2.5}}^{2.5}} = \frac{\gamma_{\text{PO}_{2.5}} (X_{\text{PO}_{2.5}})}{f_{\text{P}} [\% \text{P}] h_{\text{PO}_{2.5}}^{2.5}}$	$K_{\text{P}} = \exp \left[\frac{39250.45}{T} - 19.5924 \right]$
$\text{Fe} + [\text{O}] = (\text{FeO})$	$K_{\text{Fe}} = \frac{a_{\text{FeO}}}{a_{\text{Fe}} h_{\text{FeO}}} = \frac{\gamma_{\text{FeO}} (X_{\text{FeO}})}{a_{\text{Fe}} h_{\text{FeO}}}$	$K_{\text{Fe}} = \exp \left[\frac{14553.757}{T} - 6.2999 \right]$
$[\text{C}] + [\text{O}] = \text{CO}_{(\text{g})}$	$K_{\text{C}} = \frac{P_{\text{CO}}}{f_{\text{C}} [\% \text{C}] h_{\text{CO}}}$	$K_{\text{C}} = \exp \left[\frac{2694.21}{T} + 4.77 \right]$
$[\text{S}] + (\text{CaO}) = (\text{CaS}) + [\text{O}]$	$K_{\text{S}} = \frac{a_{\text{CaS}} h_{\text{SiO}}}{h_{\text{S}} a_{\text{CaO}}} = \frac{\gamma_{\text{CaS}} (X_{\text{CaS}}) h_{\text{SiO}}}{f_{\text{S}} [\% \text{S}] \gamma_{\text{CaO}} (X_{\text{CaO}})}$	$K_{\text{S}} = \exp \left[\frac{-12228.93}{T} + 2.902 \right]$
$[\text{Al}] + 1.5[\text{O}] = (\text{AlO}_{1.5})$	$K_{\text{Al}} = \frac{a_{\text{AlO}_{1.5}}}{h_{\text{Al}} h_{\text{AlO}_{1.5}}^{1.5}} = \frac{\gamma_{\text{AlO}_{1.5}} (X_{\text{AlO}_{1.5}})}{f_{\text{Al}} [\% \text{Al}] h_{\text{AlO}_{1.5}}^{1.5}}$	$K_{\text{Al}} = \exp \left[\frac{74757.96519}{T} - 23.7695 \right]$
$[\text{Mn}] + [\text{O}] = (\text{MnO})$	$K_{\text{Mn}} = \frac{a_{\text{MnO}}}{h_{\text{Mn}} h_{\text{MnO}}} = \frac{\gamma_{\text{MnO}} (X_{\text{MnO}})}{f_{\text{Mn}} [\% \text{Mn}] h_{\text{MnO}}}$	$K_{\text{Mn}} = \exp \left[\frac{29494.945}{T} - 13.12 \right]$
$[\text{Mg}] + [\text{O}] = (\text{MgO})$	$K_{\text{Mg}} = \frac{a_{\text{MgO}}}{h_{\text{Mg}} h_{\text{MgO}}} = \frac{\gamma_{\text{MgO}} (X_{\text{MgO}})}{f_{\text{Mg}} [\% \text{Mg}] h_{\text{MgO}}}$	$K_{\text{Mg}} = \exp \left[\frac{73901.86}{T} - 24.375 \right]$

جدول ۲. ثوابت تعادل مؤثر برای واکنش‌های شیمیایی در نظر گرفته شده در این مدل.

Reaction	Effective equilibrium constant
$[\text{Si}] + 2[\text{O}] = (\text{SiO}_2)$	$E_{\text{Si}} = \frac{100 \text{CM}_{\text{SiO}_2} f_{\text{Si}} K_{\text{Si}}}{\rho_{\text{S}} \gamma_{\text{SiO}_2}} = \frac{(\% \text{SiO}_2)^*}{[\% \text{Si}]^* h_{\text{O}\%}^{*2}}$
$[\text{P}] + 2.5[\text{O}] = (\text{PO}_{2.5})$	$E_{\text{P}} = \frac{100 \text{CM}_{\text{PO}_{2.5}} f_{\text{P}} K_{\text{P}}}{\rho_{\text{S}} \gamma_{\text{PO}_{2.5}}} = \frac{(\% \text{PO}_{2.5})^*}{[\% \text{P}]^* h_{\text{O}\%}^{*2.5}}$
$\text{Fe} + [\text{O}] = (\text{FeO})$	$E_{\text{Fe}} = \frac{100 \text{CM}_{\text{FeO}} h_{\text{Fe}} K_{\text{Fe}}}{\rho_{\text{S}} \gamma_{\text{FeO}}} = \frac{(\% \text{FeO})^*}{h_{\text{O}\%}^*}$
$[\text{C}] + [\text{O}] = \text{CO}_{(\text{g})}$	$E_{\text{C}} = f_{\text{C}} K_{\text{C}} = \frac{P_{\text{CO}}^*}{[\% \text{C}]^* h_{\text{O}\%}^*}$
$[\text{S}] + (\text{CaO}) = (\text{CaS}) + [\text{O}]$	$E_{\text{S}} = \frac{M_{\text{CaS}} f_{\text{S}} \gamma_{\text{CaO}} K_{\text{S}}}{M_{\text{CaO}} \gamma_{\text{CaS}}} = \frac{(\% \text{CaS})^* h_{\text{O}\%}^*}{[\% \text{S}]^* (\% \text{CaO})^*}$
$[\text{Al}] + 1.5[\text{O}] = (\text{AlO}_{1.5})$	$E_{\text{Al}} = \frac{100 \text{CM}_{\text{AlO}_{1.5}} f_{\text{Al}} K_{\text{Al}}}{\rho_{\text{S}} \gamma_{\text{AlO}_{1.5}}} = \frac{(\% \text{AlO}_{1.5})^*}{[\% \text{Al}]^* h_{\text{O}\%}^{*1.5}}$
$[\text{Mn}] + [\text{O}] = (\text{MnO})$	$E_{\text{Mn}} = \frac{100 \text{CM}_{\text{MnO}} f_{\text{Mn}} K_{\text{Mn}}}{\rho_{\text{S}} \gamma_{\text{MnO}}} = \frac{(\% \text{MnO})^*}{[\% \text{Mn}]^* h_{\text{O}\%}^*}$
$[\text{Mg}] + [\text{O}] = (\text{MgO})$	$E_{\text{Mg}} = \frac{100 \text{CM}_{\text{MgO}} f_{\text{Mg}} K_{\text{Mg}}}{\rho_{\text{S}} \gamma_{\text{MgO}}} = \frac{(\% \text{MgO})^*}{[\% \text{Mg}]^* h_{\text{O}\%}^*}$



جدول ۳. روابط همبستگی تجربی برای محاسبه انرژی ویژه همزنی.

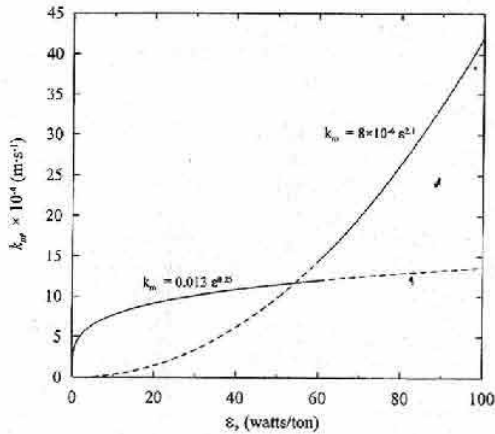
Correlation	Ref.
$\varepsilon = \frac{QRT_2}{22.4M} \left[\left(1 - \frac{T_1}{T_2} \right) + \ln \frac{P_1}{P_2} \right]$	18
$\varepsilon = 6.18 \times 10^{-3} \frac{QT}{M} \left[\left(1 - \frac{273}{T} \right) + \ln \frac{P_1}{P_2} \right]$	18
$\varepsilon = 6.18 \frac{QT}{M} \left[2.3 \log \frac{P_2 + 1 \times 10^{-3} \rho gh}{P_2} + \left(1 - \frac{T_2}{T_1} \right) \right]$	19
$\varepsilon = \left[\frac{11.6}{M} \ln \left(\frac{148P + h}{148P} \right) + 9.69 \right] Q$	20
$\varepsilon = 371.161 \frac{QT_2}{M} \left[1 - \frac{T_1}{T_2} + \ln \left(1 + \frac{h}{1.48} \right) \right]$	-
$\varepsilon = \frac{0.029QT}{M} \log \left(1 + \frac{h}{1.48} \right)$	21
$\varepsilon = 14.23 \frac{QT}{M} \log \left(\frac{1+h}{1.48P_0} \right)$	22
$\varepsilon = 370 \frac{QT}{M} \left(1 + \frac{h}{1.48} \right)$	
$\varepsilon = \frac{QRT_2}{22.4M} \left(1 - \frac{T_1}{T_2} + \ln \frac{P_1}{P_2} \right)$	20
$\varepsilon = 6.18 \frac{QT}{M} \ln \left(1 + \frac{\rho gh}{101325} \right)$	23
$\varepsilon = \frac{0.74QT}{M} \ln(1 + 0.0068h)$	24
$\varepsilon = 0.0285 \frac{QT}{M} \log \left(1 + \frac{h}{148} \right)$	25

جدول ۴. روابط همبستگی تجربی برای برآورد ضرایب انتقال جرم.

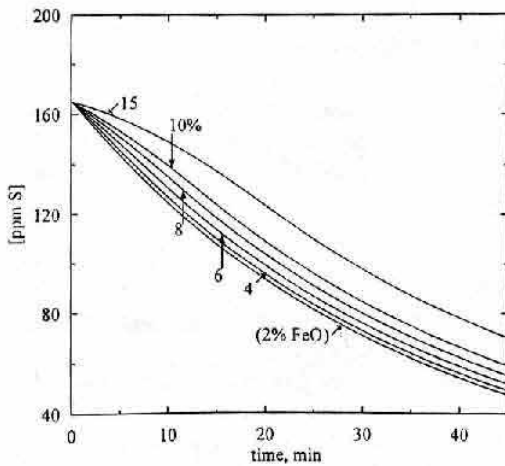
Correlation	Ref.	Units	$k_m \times 10^{-4} [m s^{-1}]$
$k_g = 4.3 \times 10^{-4} \varepsilon$	26	$\frac{\varepsilon [W/t]}{k [cms^{-1}]}$	2
$k_g = 0.032 \varepsilon^{0.725}$	27	$\frac{\varepsilon [W/t]}{k [cms^{-1}]}$	53
$k_{interface} = 0.01 Q^{3.57}$	28	$\frac{Q [m^3/s]}{k [m \cdot s^{-1}]}$	21
$k_{metal} = 9.12 \times 10^{-4} \left\{ \frac{h^2 \varepsilon}{d} \right\}^{1/2}$ $k_{slits} = 3.04 \times 10^{-4} \left\{ \frac{h^2 \varepsilon}{d} \right\}^{1/2}$	29	$\frac{\varepsilon [W/t], h [cm]}{d [cm], k [cm s^{-1}]}$	13
$k_{interface} = 0.0125 \varepsilon^{0.317}$	30	$\frac{\varepsilon [W/t]}{k [cms^{-1}]}$	29
$k_{metal, interface} = 2.18 \times 10^{-3} \left\{ \frac{h^2 \varepsilon}{d} \right\}^{1/2}$	31	$\frac{\varepsilon [W/t], h [cm]}{d [cm], k [cm s^{-1}]}$	32
$k_g = 0.013 \varepsilon^{0.25}$ for $\varepsilon < 60$ $k_g = 8 \times 10^{-6} \varepsilon^2$ for $\varepsilon > 60$	32	$\frac{\varepsilon [W/t]}{k [cms^{-1}]}$	12
$k_1 = 0.5 \left(\frac{\varepsilon \rho'}{\mu'} \right)^{0.25} (D_m)^{0.5}$	33	$\frac{\varepsilon [W/t], \rho [t]}{\mu [Pa \cdot s], D [m^2 s^{-1}]}$ $k [m s^{-1}]$	4
$k = 7.8 \times 10^{-4} Q^{0.19}$	-	$\frac{Q [m^3 s^{-1}], k [m s^{-1}]}$	30
$k = 0.018 \varepsilon^{0.47}$	34	$\frac{\varepsilon [W/t]}{k [minu^{-1}]}$	38
$k^2 = (10mm^{-1}) D \cdot Q \cdot d_{inlet}^2$	35	$\frac{D [mm^3 s^{-1}]}{Q [m^3 s^{-1}], d [mm]}$	1.5

جدول ۵. ترکیب شیمیایی اولیه برای فولاد و سرباره در این شیشه سازی.

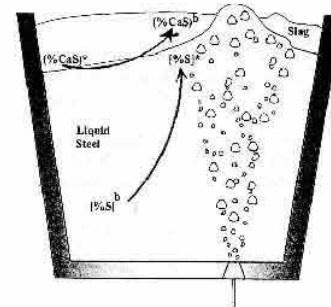
Steel	C	Si	Mn	P	S	Al	O	
wt%	0.0388	0.0073	0.1736	0.0095	0.0165	0.0458	2.2 ppm	
Slag	FeO	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	MnO	P ₂ O ₅	S
wt%	3.88	3.32	56.50	4.86	23.92	1.34	0.01	0.36



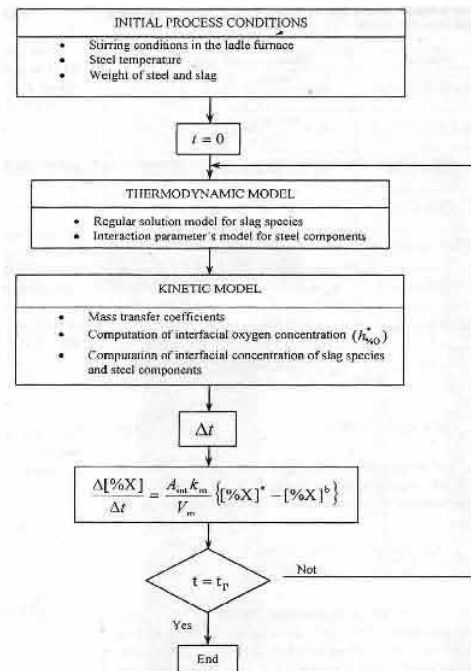
شکل ۳. اثر توان ویژه همزنی بر ضریب انتقال جرم (اقتباس از [15Asai]).



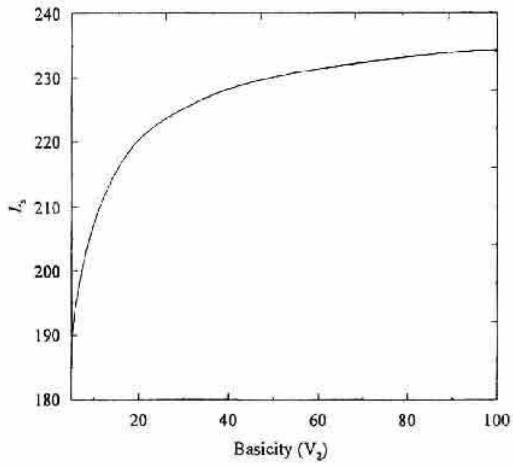
شکل ۴. اثر اکسید آهن بر سرعت گوگردزدایی.



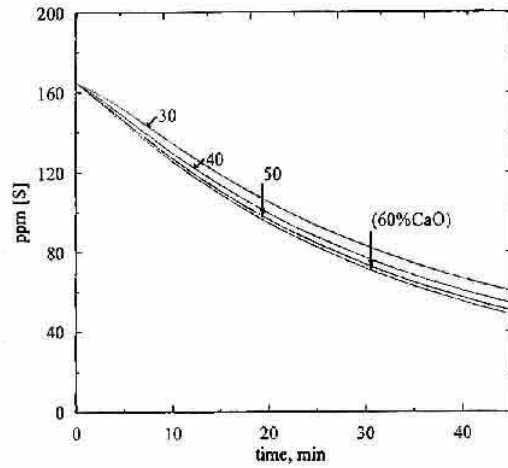
شکل ۱. حذف وزنی ناخالصی‌ها (برای مثال گوگرد).



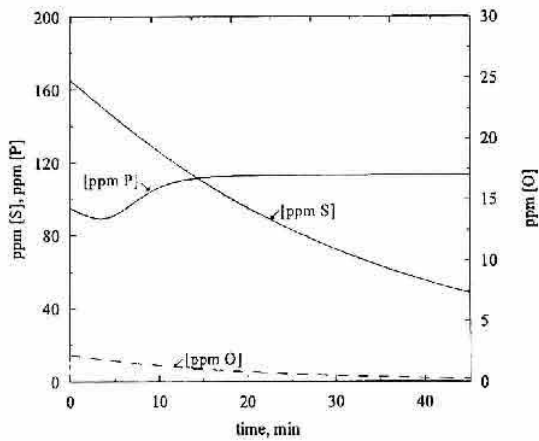
شکل ۲. فلوچارت کد کامپیوتری برای اجرای مدل ریاضی.



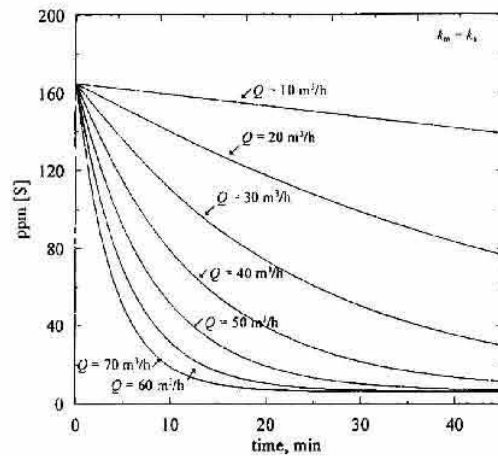
شکل ۶. اثر بازیسیته بر نسبت توزیع گوگرد.



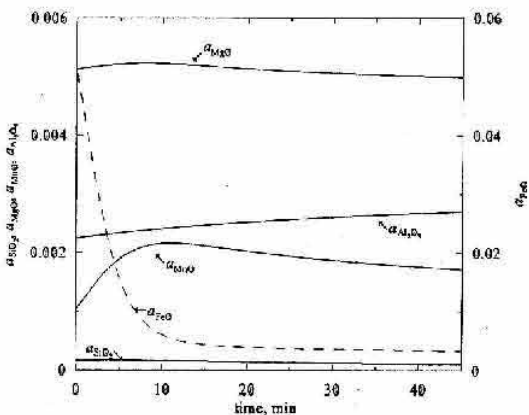
شکل ۵. اثر اکسید کلسیم بر سرعت گوگردزدائی.



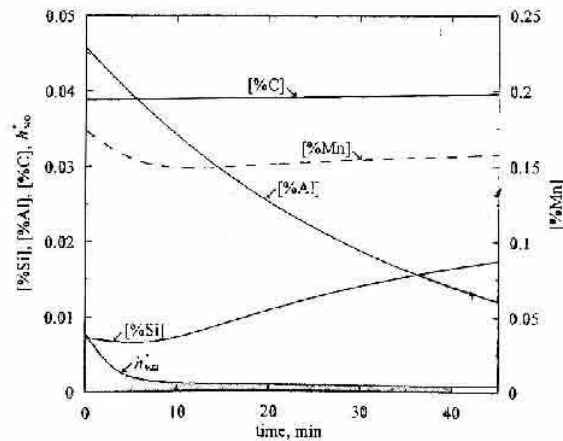
شکل ۸. شبیه سازی مدل در مورد تغییرات ترکیب شیمیائی برای S, P و O محلول در فولاد مذاب. سرعت جریان آرگون $25 \text{ Nm}^3/h$ است.



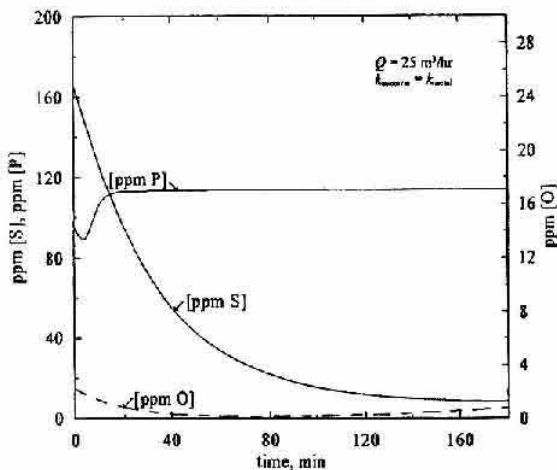
شکل ۷. اثر سرعت جریان آرگون بر سرعت گوگردزدائی.



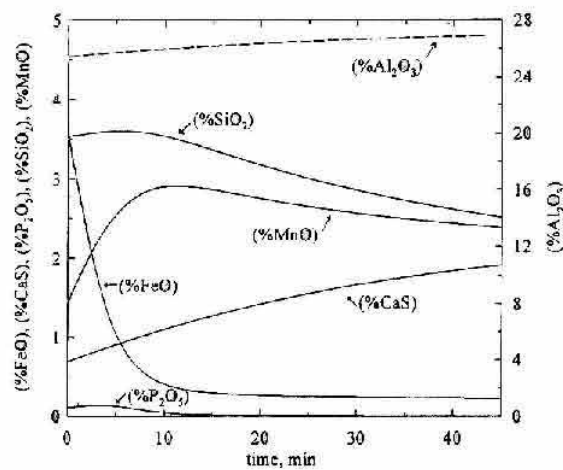
شکل ۱۰. شبیه سازی مدل در مورد تغییرات اکتیویته برای مواد سرباره. سرعت جریان آرگون $25 \text{ Nm}^3/\text{h}$ است.



شکل ۹. شبیه سازی مدل در مورد تغییرات ترکیب شیمیایی برای Si, Mn, C و Al محلول در فولاد مذاب. سرعت جریان آرگون $25 \text{ Nm}^3/\text{h}$ است.



شکل ۱۲. شبیه سازی مدل در مورد تغییرات ترکیب شیمیایی برای تعیین زمان رسیدن به تعادل.



شکل ۱۱. شبیه سازی مدل در مورد تغییرات ترکیب شیمیایی مواد سرباره. سرعت جریان آرگون $25 \text{ Nm}^3/\text{h}$ است.

ارائه مدل کامپیوتری جهت محاسبه و پیش بینی دمای مذاب و زمان ریخته‌گری فولاد مذاب

محمد علی توحیدی، مرتضی مومنی، بهرام زمانی، محمد علی شفیعی
شرکت فولاد مبارکه اصفهان

چکیده

ریخته‌گری فولاد با توجه به تنوع آنالیز شیمیایی، مستلزم کنترل دقیق فرآیندهای مرتبط با آن می‌باشد. در این ارتباط تنظیم دمای فولاد مذاب و زمان شروع ریخته‌گری با در نظر گرفتن کلیه پارامترهای موثر بر آن از اهمیت بسزایی برخوردار است. نامناسب بودن دمای فولاد مذاب در هنگام ریخته‌گری موجب بروز مشکلاتی از قبیل گرفتگی خطوط ریخته‌گری بدلیل دمای نامناسب، پارگی شمش و همچنین پیدایش عیوب در محصول نهایی خواهد شد. در ریخته‌گری فولاد همچنین دقت زمان شروع ریخته‌گری برای ذوبهای متوالی در یک سکوننس، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و با دمای ریخته‌گری ارتباط تنگاتنگ دارد. از آنجا که در حال حاضر در شرکت فولاد مبارکه بیش از یکصد نوع گرید فولادی با آنالیز شیمیایی متفاوت تولید می‌گردد و با در نظر گرفتن اهمیت کیفیت محصولات تولیدی، لزوم ارائه مدلی جهت انجام محاسبات و پیش‌بینی دما و زمان ریخته‌گری به شدت احساس گردید. بنابراین مدل کامپیوتری مربوطه تهیه و با موفقیت بکار گرفته شد. با بکارگیری این مدل بهبود قابل ملاحظه‌ای در دمای مذاب هنگام ریخته‌گری، تعداد پاتیل مذاب در هر سکوننس ریخته‌گری و کاهش عیوب تختال حاصل شد.

مقدمه

شرکت فولاد مبارکه اصفهان بزرگترین تولیدکننده فولاد کشور و خاورمیانه به تنهایی بیش از ۴۰ درصد فولاد کشور را تولید می‌نماید. این شرکت دارای ۸ کوره قوس الکتریک با ظرفیت هر کدام ۲۰۰ تن و با رژیم شارژ فلزی ۸۰ درصد آهن اسفنجی و ۲۰ درصد آهن قراضه می‌باشد. فرآیند متالورژی ثانویه شامل تنظیم آنالیز شیمیایی و دما و همچنین تصفیه فولاد مذاب در ۴ عدد کوره پاتیلی صورت می‌گیرد و در نهایت فولاد مذاب توسط ۴ ماشین ریخته‌گری مداوم از نوع قوسی به تختال تبدیل می‌گردد.

وجود هماهنگی کامل بین واحدهای کوره قوس، کوره پاتیلی و ریخته‌گری لازمه تولید ۵ میلیون تن تختال در سال می‌باشد چرا که قطع شدن ریخته‌گری در اثر نرسیدن به موقع پاتیل مذاب به این واحد موجب افت شدید تناژ تولید گردیده و کل فرآیند تولید را تحت تأثیر قرار می‌دهد. لذا تهیه یک برنامه کامپیوتری که بتواند تحلیل درستی از وضعیت تولید و زمانبندی مناسب جهت عملیات روی فولاد مذاب در واحدهای سه گانه فوق‌الذکر را ارائه نماید از اهداف این پروژه محسوب می‌گردد همچنین بعلاوه تأثیر زیاد دمای فولاد مذاب بر پیدایش حوادث ریخته‌گری، کیفیت تختال تولیدی و کل تناژ تولید، لزوم تهیه مدل کامپیوتری جهت محاسبه دمای فولاد مذاب ارسالی به ریخته‌گری با در نظر گرفتن کلیه پارامترهای تأثیرگذار بر دما، به شدت احساس می‌گردید، لذا هدف از این پروژه تعیین منطقه

کلمات کلیدی: مدل کامپیوتری، دمای ریخته‌گری، زمان ریخته‌گری، گرفتگی خطوط پارگی شمش



محاسبه مدت زمان لازم جهت ریخته‌گری مذاب

هر پاتیل

(۴) = مدت زمان ریخته‌گری (دقیقه)

تناژ فولاد مذاب در پاتیل

$$\div (A \times B \times C \times D \times V \times K)$$

A: تعداد خط ریخته‌گری هر ماشین

B: ضخامت قالب که برای هر دو خط یکسان می‌باشد بر

حسب متر

C: عرض قالب بر حسب متر (متوسط عرض قالب در خط ۱

و خط ۲)

D: دانسیته فولاد مذاب

V: متوسط سرعت ریخته‌گری برای خطوط ۱ و ۲ بر حسب

متر بر دقیقه

K: ضریب اصلاحی (در صورتیکه سرعت مطابق استاندارد

باشد $K=1$)

زمان استاندارد نقل و انتقال

زمان استاندارد لازم جهت نقل و انتقال پاتیل حامل فولاد

مذاب بسته به اینکه پاتیل مذاب از کدام کوره پاتیلی به کدام

ماشین ریخته‌گری ارسال می‌گردد مشخص و وارد محاسبات

می‌گردد.

محاسبه دمای فولاد مذاب جهت ریخته‌گری

منطق محاسبه دما بر پایه سه اصل زیر می‌باشد. |۲|

الف) محاسبه دمای لیکوئیدوس مربوط به هر گرید فولادی

ب) مشخص نمودن میزان دمای فوق‌گداز مذاب در تاندیش

ج) در نظر گرفتن کلید مواردی که باعث اتلاف قابل توجه

گرما و پائین آمدن دمای مذاب می‌گردند.

محاسبه دما و زمان ارسال مذاب به ریخته‌گری و در قدم

بعدی چگونگی تبدیل آن به فرمولهای ریاضی با داده‌های

عملیاتی می‌باشد. قبل از اجرای این پروژه، محاسبه زمان

خروج ذوب از کوره پاتیلی به مقصد ریخته‌گری، دقیق نبود

و بصورت تلفتی توسط هماهنگ‌کننده به کوره‌های پاتیلی

و سایر واحدها اعلام می‌گردید همچنین دمای فولاد مذاب

هنگام ریخته‌گری از دقت لازم برخوردار نبود و همین مسأله

موجب بروز مشکلاتی در فرآیند تولید می‌گردید.

روش تحقیق:

نحوه محاسبه زمان خروج پاتیل مذاب از کوره

پاتیلی جهت ریخته‌گری

منطق زمانبندی عملیات در هر سه فرآیند کوره قوس،

کوره پاتیلی و ریخته‌گری، بصورت شماتیک در شکل ۱

نشان داده شده است در محاسبه زمانبندی‌ها، زمان

استاندارد مربوط به هر فرآیند، زمان شروع ریخته‌گری

اولین پاتیل حامل مذاب در هر سکونس ریخته‌گری،

تعداد کوره قوس، کوره پاتیلی و ماشین ریخته‌گری آماده

بکار و زمانهای استاندارد مربوط به نقل و انتقال پاتیل

مذاب مبنای محاسبه می‌باشند. [۱]

$$t_1 = t_2 - t_3 \quad (1)$$

$$t_2 = t_{m1} + t_{c1} - t_4 \quad (2)$$

$$t_{n1} = t_{m(n-1)} + t_{c(n-1)} - t_4 \quad (3)$$

t_1 : زمان خروج پاتیل مذاب اول از کوره پاتیلی

t_2 : زمان اعلام آماده بودن ماشین ریخته‌گری

t_3 : زمان لازم جهت انتقال پاتیل از کوره پاتیلی به ریخته‌گری

t_4 : زمان خروج پاتیل مذاب دوم از کوره پاتیلی

t_{c1} : مدت زمان لازم جهت ریخته‌گری مذاب پاتیل اول

T_{m1} : زمان شروع ریخته‌گری مذاب پاتیل اول



روش محاسبه دمای لیکوئیدوس برای هرگرید فولاد

جهت محاسبه دمای لیکوئیدوس با توجه به آنالیز شیمیایی هرگرید فولادی، فرمولهای خاص و شبیه به یکدیگر وجود دارند که در این پروژه از فرمول زیر استفاده گردید [۳]

$$T_L = 1538 - \{55(\%C) + 80(\%C)^2 + 13(\%Si) + 5(\%Mn) + 30(\%P + \%S) + 1.5(\%C) + 5(\%Cu) + 37(\%Al)\}$$

میزان دمای فوق گداز با توجه به طراحی ماشین ریخته‌گری، دستورالعمل‌های فرآیندی و نوع فولاد که خاص هر واحد تولیدی می‌باشد، متفاوت است، در فولاد مبارکه میزان فوق گداز استاندارد مذاب در تاندیش ۲۵ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شده است.

عوامل افت دمای مذاب شامل موارد زیر میباشد

- ۱- افت دما ناشی از فاصله زمانی بین خروج پاتیل مذاب از کوره پاتیلی تا شروع ریخته‌گری
- ۲- افت دما ناشی از انتقال مذاب از پاتیل به تاندیش
- ۳- افت دما ناشی از پائین تر بودن دمای پیشگرم تاندیش نسبت به دمای مذاب برای شروع ریخته‌گری در تاندیش نو
- ۴- افت دما ناشی از مدت زمان ریخته‌گری

فرمول کلی محاسبه دمای فولاد مذاب هنگام ارسال به ریخته‌گری

$$T = T_{\text{liquidus}} + S \cdot H + L_T + L_{L,T} + L_F + L_{CT} \quad (6)$$

T : دمای مذاب هنگام خروج از کوره پاتیلی

T_{liquidus} : دمای لیکوئیدوس هرگرید فولادی

$S \cdot H$: فوق گداز مذاب در تاندیش

L_T : افت دما ناشی از فاصله زمانی بین خروج پاتیل مذاب از

کوره پاتیلی تا شروع ریخته‌گری

T_L : افت دما ناشی از انتقال مذاب از پاتیل به تاندیش

T_F : افت دما ناشی از پائینتر بودن دمای نسوز تاندیش برای

اولین پاتیل مذاب در سکوتنس

T_{CT} : افت دما ناشی از مدت زمان ریخته‌گری

نتایج و بحث

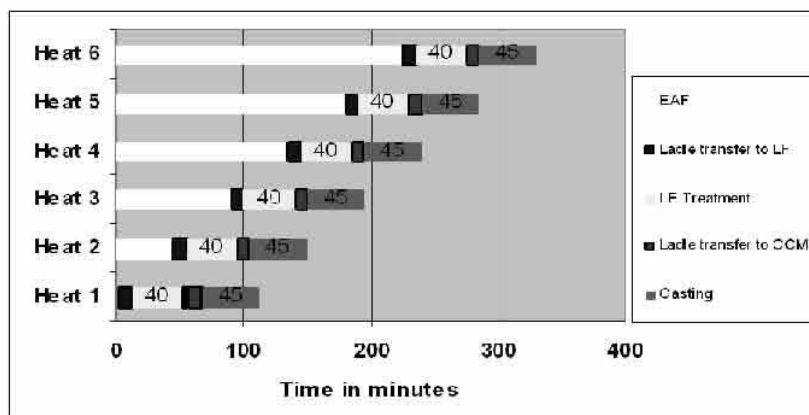
چنانچه در شکل ۲ مشاهده می‌شود وضعیت دمای مذاب هنگام ریخته‌گری از ۶۷ درصد در محدوده استاندارد مربوط به قبل از بکارگیری نرم افزار به ۸۴ درصد در محدوده استاندارد افزایش یافته است. در شکل ۳ درصد تختالهای دارای عیب شامل انواع ترکها، جدایش، مقعری و غیره را قبل و بعد از اجرای این پروژه نشان می‌دهد که البته پارامترهای دیگری نیز در این بهبود دخیل بوده اند. متوسط تعداد پاتیلهای مذاب در هر سکوتنس ریخته‌گری در شکل ۴ مشخص می‌باشد با توجه به این شکل واضح است به دلیل زمانبندی بهتر پاتیلها، تعداد موارد قطع شدن سکوتنس ریخته‌گری کاهش یافته و مذاب بیشتری در هر سکوتنس ریخته‌گری شده که نتیجه آن افزایش تناژ تولید و کاهش هزینه آن خواهد بود. شکل ۵ درصد موارد پارگی شمش در حین ریخته‌گری را نشان می‌دهد با توجه به بهبود دمای مذاب هنگام ریخته‌گری و ارسال بموقع پاتیل مذاب به ریخته‌گری، تعداد پارگی شمش کاهش یافته است که در این مورد نیز پارامترهای مختلف دیگر علاوه بر فعالیت موضوع مقاله دخیل بوده است.

نتیجه گیری

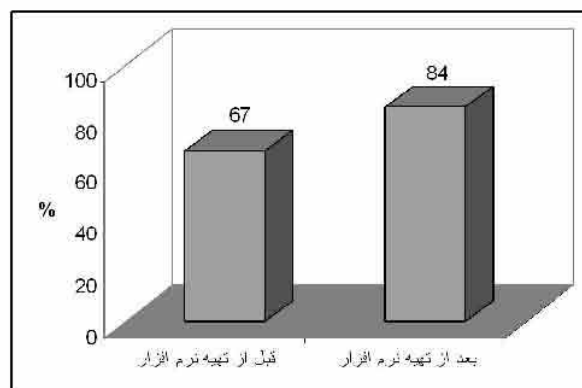
با تهیه نرم افزار محاسبه دمای مذاب مناسب جهت ریخته‌گری به دلیل در نظر گرفته شدن کلیه پارامترهای تاثیر گذار بر دمای مذاب و در نظر گرفتن گرید فولاد و همچنین زمانبندی مناسب پاتیلها در هر سکوتنس ریخته‌گری، بهبود قابل توجهی در کمیت و کیفیت تولید ایجاد شده است.



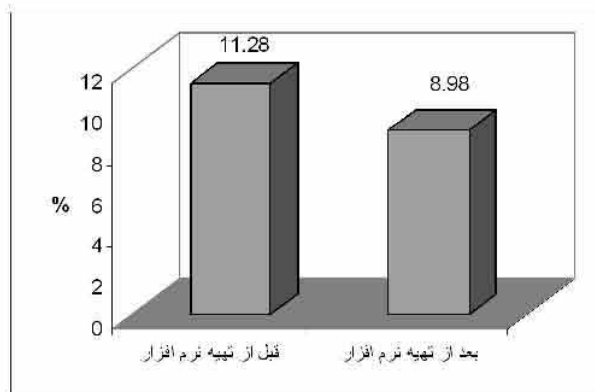
- [1] H. Mihara "Report of 8th mission on steel making coordination in mobarakeh steel company by Nippon steel corporation", 2008.
- [2] Teesside technology center "Secondary steel making process control system", 1995.
- [3] Ilva corporation "Calculate liquidus temperature of steel by chemical analyses", Mobarakeh steel company.



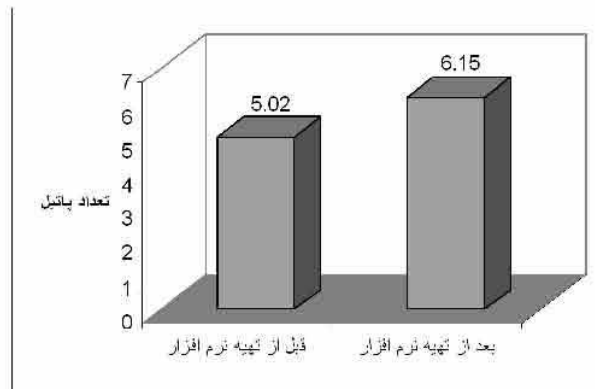
شکل ۱. شماتیک نحوه زمانبندی در فرایندهای مختلف در یک سکوتس ریخته‌گری.



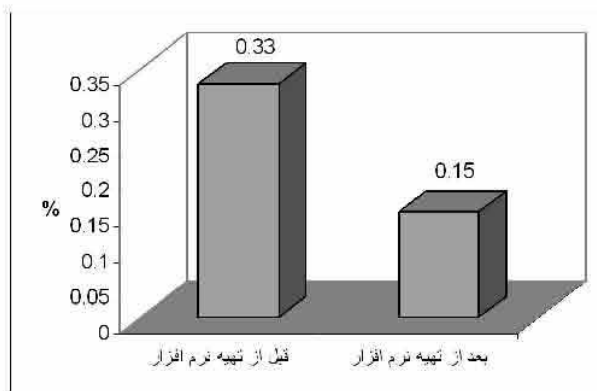
شکل ۲. درصد پاتیل‌های مذاب ارسالی به ریخته‌گری با دمای بهینه.



شکل ۳. درصد تختالهای معیوب.



شکل ۴. متوسط تعداد پاتیل‌های مذاب در هر سکوننس ریخته‌گری.



شکل ۵. درصد موارد پارگی شمش.

پردازش تصویر دیجیتالی میلگرد و استخراج خصوصیات ابعادی آن

- مهدی عباسقلی پور^۱، بهزاد الستی^۲، علی راحلی^۳، شیدا رحمت فام^۴
۱- هیئت علمی گروه مهندسی مکانیک - حرارت و سیالات دانشگاه آزاد اسلامی واحد بناب
۲- هیئت علمی گروه فیزیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد بناب
۳- کارشناس کامپیوتر گرایش نرم افزار

چکیده

در حال حاضر در زمینه پردازش تصویر در سطح دنیا مطالعات بسیار وسیعی صورت گرفته و کارهای صنعتی بسیار زیادی بر پایه آن در حال اجرا می باشد. پردازش تصویر جزء مهمترین و ضروری ترین قسمت های سیستم ماشین بینایی می باشد که بدین منظور در این مقاله ابتدا یک سیستم ماشین بینایی برای تصویرگیری از میلگردهای در حال حرکت طراحی و پیاده سازی شد، سپس برنامه ای در قالب واسط گرافیکی کاربر کلی برای انجام اکثر عملیات پردازش تصویر طراحی و ارائه شد. این برنامه قابلیت انجام اکثر عملگرهای پردازش تصویر از جمله کانولوشن، فیلتر کردن، لبه یابی، آستانه گیری و ... را دارد. یکی از کاربردهای این برنامه اندازه گیری قطر خارجی میلگرد در حین فرآیند نورد آن می باشد. آزمایش های انجام گرفته برای اندازه گیری قطر خارجی میلگردهای مختلفی با این روش، دقتی در حدود ۹۸ درصد را برآورد نمودند.

واژه های کلیدی: ماشین بینایی، پردازش تصویر، استخراج خصوصیات، عملیات نورد، واسط گرافیکی کاربر

مقدمه

پردازش تصاویر دیجیتالی و استخراج خصوصیات از آنها از اهمیت بسزایی برخوردار می باشد، بعبارت دیگر مهمترین

بخش کاری در یک سیستم ماشین بینایی پردازش تصویر و استخراج خصوصیات مورد نظر از آن می باشد. در حال حاضر در زمینه پردازش تصویر در سطح دنیا مطالعات بسیار وسیعی صورت گرفته و کارهای صنعتی بسیار زیادی بر پایه آن در حال اجرا می باشد و لذا دسترسی به علوم مقدماتی آن مستلزم تحقیقات و کارهای عملی بسیار زیادی است. در کشور ما بدلیل عدم اطلاع کافی مهندسین از این تکنولوژی، عدم آشنایی با توجه اقتصادی بکارگیری آن و نیز عدم دسترسی به علم پردازش تصاویر دیجیتالی موجب شده که در استفاده از این تکنولوژی تردید و در بعضی مواقع واکنش منفی وجود داشته باشد. بنابراین تحقیق و کنکاش در این زمینه موجب فراهم آمدن شرایط مساعد جهت بکارگیری این تکنولوژی بسیار کارآمد و مفید در سطح کشور خواهد شد^[۱]. تاکنون تحقیقات زیادی در زمینه کاربرد ماشین بینایی و پردازش تصویر در صنعت صورت گرفته بطوریکه می توان به موارد زیر اشاره نمود:

ژنگ و همکاران (۲۰۰۲) برای بازرسی خودکار عیوب سطوح متالیک، از یک سیستم ماشین بینایی و یک الگوریتم ژنتیک استفاده نمودند. در این تحقیق یک سیستم ماشین بینایی برای گرفتن تصاویر از سطوح خارجی متالیک توسعه داده شد و نیز یک روش هوشمند براساس مورفولوژی و الگوریتم ژنتیک جهت تعیین عیوب ساختاری بر روی

بینایی [۹]، جداسازی برنج‌های غلاف دار آسیب دیده و سالم از میان کل محصول توسط پردازش تصویر [۱۳]، طبقه بندی سیب بر اساس کبودی سطح آن با استفاده از پردازش تصویر و شبکه‌های عصبی مصنوعی [۱۲]، جعفری و همکاران (۱۳۸۴) الگوریتمی را جهت جداسازی علف‌های هرز از گیاه چغندر قند با استفاده از ماشین بینایی و شبکه‌های عصبی مصنوعی ارائه نمودند. در این تحقیق با عکس برداری دیجیتالی (به صورت ایستا) در شرایط واقعی مزرعه، اطلاعات لازم جهت تشخیص چغندر قند از علف هرز فراهم گردید [۲ و ۷].

بنابراین با توجه به موارد مذکور در بالا و اهمیت استفاده از سیستم ماشین بینایی و پردازش تصویر در فرایندهای خودکار، در این مقاله ابتدا یک الگوریتم کامل برای پردازش تصاویر و استخراج خصوصیات مورد نظر از آنها طراحی شد. سپس این الگوریتم در یک واسط گرافیکی مانند ویژوال بیسیک پیاده سازی گردید (شکل ۴) [۱]. در ادامه یک الگوریتم اختصاصی برای استخراج قطر خارجی میلگردها طراحی و به الگوریتم اصلی اضافه شد. در نهایت طی آزمایش‌های مختلف قطر خارجی میلگردهای نمونه با استفاده از دو روش دستی و الگوریتم طراحی شده با هم مقایسه شدند.

مواد و روشها

نحوه اندازه گیری ابعاد میلگرد در کارخانه‌های فولاد سازی به این صورت است که بعد از تولید میلگردها واحد کنترل کیفیت به صورت تصادفی چند نمونه از میلگردها را انتخاب نموده و ابعاد آن را با ابعاد استاندارد مقایسه می‌نماید اگر چنانچه ابعاد مغایر باشند خط تولید باید متوقف شود و فاصله غلتک‌های نورد تنظیم گردد. با توجه به اینکه سرعت میلگرد 9 m/s می‌باشد بنابراین در طول زمانی که واحد کنترل کیفیت عدم تطابق ابعاد را با ابعاد استاندارد اعلام می‌دارد

سطوح متالیک ناهموار پیشنهاد گردید نتایج پیشنهادی حاکی از این است که این کار می‌تواند یک روش تشخیص دقیق عیوب باشد و می‌تواند به یک سیستم بازرسی بینایی تجاری ماندگار توسعه یابد [۱۴]. پیتزاک و همکاران (۱۹۹۴) برای اندازه گیری پهنای حوضچه مذاب در جوشکاری به روش قوس الکتریکی از یک سیستم ماشین بینایی استفاده نمودند و توانستند با دقت مناسبی این پهنای را به صورت زمان واقعی در حین جوشکاری اندازه گیری نمایند [۱۱]. عباسقلی‌پور و همکاران (۱۳۸۴) تحقیقی در زمینه کاربرد سیستم ماشین بینایی به منظور درجه بندی کشمش صادراتی انجام دادند. نتیجه این تحقیق طراحی یک دستگاه درجه بند کشمش و تدوین یک نرم افزار برای تشخیص کشمش‌های با رنگ تیره و رنگ روشن از یکدیگر و از زمینه بود که مبتنی بر پردازش تصویر تهیه شده از آنها توسط یک دوربین ویدیویی بود [۴-۶]. کنترل و سنجشی علف‌های هرز در یک ردیف گوجه فرنگی یکی از مهمترین عوامل در افزایش کیفیت گوجه فرنگی می‌باشد، لی، اسلاوتر و گیل (۱۹۹۹) درخصوص ربانیکی نمودن این کار دستگاهی را طراحی نمودند که بتواند با استفاده از یک سیستم ماشین بینایی علف هرز را از گوجه فرنگی تشخیص دهد. با تشخیص علف هرز توسط الگوریتم پردازش تصویر موقعیت آن نیز مشخص می‌گردد و به کنترل کننده شیرهای برقی فرستاده می‌شود و شیربرقی مربوطه باز شده و دقیقاً روی علف هرز سم پاشی صورت می‌گیرد [۸]. درجه بندی کردن (از لحاظ ابعاد) یک جزء ضروری برای سیستم جداسازی میوه‌ها و سبزیجات می‌باشد. ماساتارو ناگاتا و کیوکسین سیاو (۱۹۹۸) وارته‌های مختلف توت فرنگی و یک نوع فلفل سبز را از لحاظ اندازه با استفاده از این تکنیک به درجات مختلف طبقه بندی کردند [۱۰]. کاربردهای زیادی از این فناوری در سایر بخشها صورت گرفته است که بطور اجمالی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود: طبقه بندی غلات دانه ای با استفاده از سیستم ماشین

مشخصات اصلی در تولید میلگرد بطوری که در شکل ۲ نشان داده شده است عبارتند از:

الف) قطر خارجی: بیرونی ترین قطر میلگرد (اندازه گیری قطر از روی آج‌ها)

ب) قطر داخلی: اندازه گیری قطر میلگرد از قسمت پائین آج‌ها

ج) سیبیل: زائده‌های کناری میلگرد که در اثر نورد بوجود می‌آیند

د) آج: برآمدگی‌های مارپیچی ایجاد شده در اثر نورد پایانی روی میلگرد

کنترل ابعادی و تغییر شکل ظاهری میلگرد در حین فرایند از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است، اگر این کنترل توسط یک سیستم ماشین بینایی صورت گیرد با مشکلاتی همراه خواهد بود که به صورت زیر بیان شده اند:

- ۱- غیر متقارن بودن: نیمه بالایی میلگرد با نیمه پایینی آن تقارن نداشته باشد
- ۲- سیبیل یکطرفه: متفاوت بودن طول سیبیل‌ها در طرفین
- ۳- عدم وجود سیبیل: عدم ایجاد سیبیل در هر دو طرف
- ۴- نداشتن سیبیل در یکطرف
- ۵- غیر استاندارد بودن قطر داخلی
- ۶- غیر استاندارد بودن قطر خارجی
- ۷- عدم یکنواختی در فاصله بین آج‌ها
- ۸- حرکت نامتعارف میلگرد: بعد از مرحله پایانی نورد میلگرد روی نقاله‌های غلتکی به محل بسته بندی انتقال داده می‌شود. حرکت میلگرد روی این نقاله‌ها باعث چرخش آن و عدم ثبات موقعیت میلگرد روی نقاله خواهد شد. این حرکت تصاویر متنوعی نسبت به زاویه دید دوربین ایجاد خواهد کرد برای برطرف نمودن مشکلات ناشی از عملیات نورد با استفاده از سیستم ماشین بینایی می‌بایست برای هر کدام از آنها راهکاری اندیشید. در مقاله حاضر مشکل غیر استاندارد بودن قطر خارجی مورد بررسی قرار گرفت و برنامه ای برای

مقدار زیادی از میلگردها با ابعاد غیر استاندارد تولید می‌شوند بنابراین ضایعات بیش از حدی بوجود آمده و به سود حاصل از تولید، آسیب می‌رساند با توجه به اهمیت این موضوع طراحی یک سیستم کنترل اتوماتیک بدون دخالت اپراتور جهت بازرسی ابعاد میلگرد در حین فرایند بسیار ضرورت می‌یابد و لذا با توجه به خصوصیت سیستم‌های ماشین بینایی می‌توان از آنها برای این کار کمک گرفت در طرح حاضر از یک نمونه بسیار ساده سیستم ماشین بینایی استفاده گردیده است که اجزای آن عبارتند از:

۱- دوربین تصویر برداری

۲- کارت تصویر گیر

۳- محفظه نورپردازی

۴- کامپیوتر پردازش کننده

۵- برنامه پردازش تصویر

با توجه به اینکه در تحقیق حاضر پردازش تصاویر حاصل از میلگردهای در حال نورد به صورت Offline صورت گرفت بنابراین تصاویر توسط دوربین عکسبرداری دیجیتالی معمولی (Canon 8MPixle) تهیه شد. این تصاویر با استفاده از کارت تصویرگیر (WinFast DV2000) به داخل کامپیوتر منتقل گردیده و توسط برنامه ای که برای این منظور در محیط برنامه نویسی ویژوال بیسیک طراحی و نوشته شده است عملیات پردازش تصویر و استخراج خصوصیات میلگرد انجام گرفت. البته عملیات تصویرگیری به دلیل حذف نوزهای محیط بیرون در داخل یک محفظه نورپردازی شده انجام گرفت. که این محفظه در شکل ۱ نشان داده شده است.

برنامه استخراج قطر خارجی میلگرد

در حین فرایند نورد مشکلات زیادی به وجود می‌آید و موجب عدم کنترل صحیح میلگرد می‌شوند. قبل از معرفی این مشکلات بهتر است ابتدا با تعاریف مربوط به تولید میلگرد شناخت پیدا کنیم.

در تشخیص لبه‌ها می‌گردند. بنابراین برای حل این مشکل (تشخیص صحیح لبه‌ها) واریانس یا پراکندگی پیکسل‌های سیاه را از هر کدام از خطوط افقی تصویر محاسبه می‌کنیم. به این صورت که یکی از خطوط بالایی تصویر را انتخاب می‌کنیم و پراکندگی چهار ردیف از پیکسل‌های بالای این خط و چهار ردیف از پیکسل‌های پایین این خط را محاسبه و در نهایت واریانس آن را مشخص می‌کنیم. و این کار را از بالای تصویر برای تمامی خطوط دیگر تصویر تکرار می‌کنیم. با این کار برای هر کدام از خطوط تصویر یک مقدار پراکندگی اختصاص داده می‌شود. در نتیجه اگر خطی کمترین واریانس را داشته باشد به معنی این است که پراکندگی پیکسل‌های سیاه نسبت به آن خط کمتر است و جزو لبه‌های تصویر است بنابراین یکی از لبه‌ها پیدا می‌شود. با تخصیص یک مقدار تفرانس برای کمترین مقدار واریانس بدست آمده می‌توان لبه‌های دیگر میلگرد را به راحتی پیدا نمود. و دلیل آن این است که مقدار واریانس‌ها در دو لبه خیلی کمتر از مقدار واریانس در خطوط دیگر خواهد بود. بنابراین با این کار هر دو لبه با دقت بسیار بالایی تشخیص داده شده و نویزهای مابین دو لبه حذف گردیده و بین دو لبه به رنگ یکنواخت در می‌آید.

مراحل کاری واسط گرافیکی در برنامه به صورت نمایش عددی نیز قابل مشاهده است که در شکل‌های زیر همراه با توضیح آمده است. شکل ۷ نمایش عددی قسمت کوچکی از تصویر میلگرد بعد از عملیات کانولوشن می‌باشد این قسمت در شکل ۵ به صورت یک کادر مستطیلی نشان داده شده است. این کادر به صورتی انتخاب شده که قسمتی از لبه میلگرد را در بر گرفته است. در شکل ۷ اعداد اختصاص داده شده به لبه میلگرد بسیار پراکنده هستند اما تقریباً در یک ردیف قرار گرفته اند (کادر مستطیلی سیاه رنگ جهت تشخیص محل لبه). با توجه به این خصوصیت و با بکارگیری روش اندازه‌گیری واریانس که در بالا ذکر شده می‌توان لبه

استخراج قطر خارجی طراحی و در واسط گرافیکی طراحی شده پیاده سازی گردید (شکل ۴). برای انجام این کار دورین با مشخصات ذکر شده در بالا در راستای عمود بر سطح میلگرد و بالای محفظه نورپردازی نصب شده بود. دورین تصاویر مورد نظر را تهیه نموده و به کامپیوتر (مرکز پردازش تصاویر) منتقل می‌نمود. این تصاویر پس از طی مراحل مختلف در الگوریتم، پردازش شده و خصوصیات مورد نظر از آنها استخراج می‌گردند. (شکل ۳).

در شکل ۵ نمونه ای از تصویر میلگرد نشان داده شده است. در این شکل تصویر الف نمونه اولیه ای است که توسط دورین تهیه شده است. و تصویر ب بعد از عملیات کانولوشن (لبه‌یابی) را نشان می‌دهد. چنانکه در این شکل نشان داده شده است لبه‌های میلگرد همراه لکه‌های سیاه و سفیدی است که به عنوان نویز در تصویر محسوب می‌شوند و به وضوح در این شکل نمایش داده می‌شود. در تصویر ج نویزهای تصویر توسط عملیات آستانه‌گیری حذف شده و لبه‌های میلگرد به خوبی تشخیص داده شده و رنگ میلگرد به رنگ یکنواخت تغییر پیدا می‌کند. قابل ذکر است که در این برنامه با کلیک در هر نقطه از روی میلگرد می‌توان قطر آن را در شکل ۶ نمایش داد.

برای استخراج اندازه قطر میلگرد از روی تصویر آن بعد از عملیات کانولوشن و آستانه‌گیری ابتدا برای راحتی کار و نمایش بهتر لبه‌ها، قسمت‌هایی از تصویر که به رنگ سفید هستند را به رنگ سیاه (لبه) و قسمت‌هایی که به رنگ سیاه هستند را به رنگ سفید (زمینه) تبدیل می‌کنیم که این کار توسط گزینه inverse 3th image در برنامه انجام می‌گردد (شکل ۳). با توجه به اینکه بر روی لبه‌ها می‌بایست خطوط ممتد سیاه رنگی وجود داشته باشد اما به دلیل پایین بودن وضوح تصویر این خطوط بعد از عملیات لبه‌یابی و آستانه‌گیری تبدیل به خطوط منقطع می‌شوند. همچنین نویزهای موجود در تصویر موجب ایجاد مشکلات زیادی

پیکسل‌های مربوط به قطر میلگرد می‌توان اندازه هر پیکسل را برحسب میلیمتر محاسبه نمود و در تصاویر دیگر هر پیکسل را بر اساس اندازه‌اش برحسب میلیمتر بیان کرد. قطر خارجی مربوط به یک میلگرد متفاوت بر حسب میلیمتر در شکل ۴ نشان داده شده است. در برنامه نوشته شده می‌توان با کلیک روی میلگرد (مابین دو لبه) قطر خارجی میلگرد را استخراج نمود.

بحث و نتیجه‌گیری

الگوریتم طراحی شده در این مقاله قابلیت انجام اکثر وظایف پردازش تصویر را دارا می‌باشد بطوریکه می‌توان با تغییرات اندکی در برنامه نوشته شده آن را برای استخراج انواع ویژگی‌های یک تصویر خاص بکار برد. برای تعیین دقت این الگوریتم نمونه‌های زیادی از تصاویر میلگردها بصورت تصادفی انتخاب گردید و قطر خارجی آنها توسط آن اندازه‌گیری شد و در نهایت این اندازه‌ها با اندازه واقعی میلگردها که با کولیس اندازه‌گیری شده بودند مقایسه گردید. در نهایت به روش آماری از میانگین خطاهای بدست آمده دقت متوسط دستگاه در حدود ۹۸ درصد برآورد شد.

با توجه به مشکلات و موانع موجود برای استخراج کلیه ویژگی‌های مربوط به میلگرد پیشنهادت زیر راهگشا خواهند بود:

۱. استفاده از سه دوربین و قرارگیری آنها تحت زاویه ۱۲۰ درجه نسبت به هم، با این کار می‌توان یک تصویر سه بعدی از میلگرد تهیه و مشکلات بالا را برطرف نمود. در تصویر سه بعدی نمای میلگرد از هر زاویه قابل بررسی می‌باشد.
۲. استفاده از دوربین‌های صنعتی با وضوح بالا امکان اندازه‌گیری دقیق ابعاد را فراهم می‌سازد.
۳. با استفاده از دوربین‌های زمان واقعی می‌توان در هر لحظه خصوصیات ظاهری میلگرد را استخراج و فرمان لازم برای انجام تغییرات در سیستم کنترل خط تولید را برای بهبود یافتن تولید صادر نمود.
۴. تکمیل برنامه حاضر و ارائه یک بسته نرم افزاری برای انجام یکسری کارهای مهندسی مربوط به رشته مکانیک.

میلگرد را بطور دقیق تشخیص داد. شکل ۸ نمایش عددی تصویر بعد از عملیات آستانه‌گیری، فیلترگذاری و معکوس سازی می‌باشد. در این شکل اعداد ۲۵۵ مربوط به زمینه و اعداد صفر مربوط به نوپ‌ها و لبه میلگرد می‌باشند. همان طوری که در این شکل مشاهده می‌شود باز هم پراکندگی اعداد نسبت به لبه میلگرد وجود دارد. برای رفع این مشکل از روش واریانس استفاده گردید. در شکل ۹ لبه میلگرد بطور کامل تشخیص داده شده و با اعداد صفر مشخص شده است. در این شکل اعداد پایین میلگرد با ۲۵۵ نشان داده شده است چونکه پیکسل‌های قرار گرفته در فاصله بین دو لبه با عدد ۲۵۵ (رنگ سفید) جایگزین شده است. و در نهایت برای نمایش بهتر به رنگ یکنواخت تبدیل شده است.

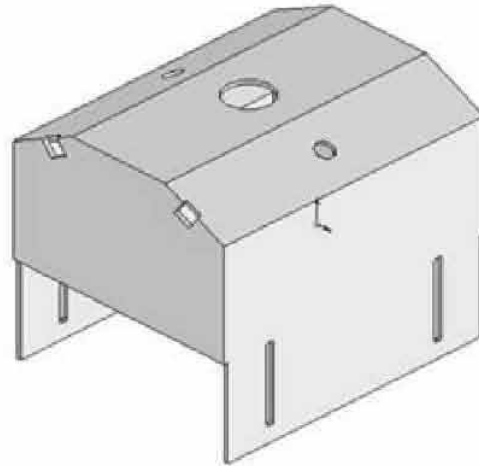
با توجه به گرد بودن میلگرد اگر بتوانیم قطر میلگرد را اندازه بگیریم در حالت کلی ابعاد آن را از جمله محیط و مساحت سطح مقطع را می‌توانیم استخراج کنیم. برای این کار قسمت extract of diameter bar برنامه را به حالت انتخاب در می‌آوریم و ما بین لبه‌های میلگرد در قسمت third image کلیک می‌کنیم قطر میلگرد در قسمت diameter of round bar برحسب میلی‌متر نشان داده می‌شود (شکل ۴) و ما می‌توانیم میلگردهای معیوب را در خط تولید تشخیص دهیم و با تنظیم فاصله بین غلتکهای نورد مانع از تولید میلگردهای معیوب شویم که امروزه در صنعت فولاد سازی این کمبود وجود دارد.

در مرحله پایانی برای استخراج قطر خارجی میلگرد، پیکسل‌های مابین دو لبه توسط برنامه شمارش شده و با توجه به کالیبراسیون صورت گرفته قطر میلگرد برحسب میلیمتر نمایش داده می‌شود. کالیبراسیون بدین صورت است که ابتدا قطر میلگرد در حالت واقعی بطور دقیق توسط کولیس اندازه‌گیری می‌شود و سپس تصویر این میلگرد توسط دوربین گرفته شده و وارد کامپیوتر می‌گردد بعد از پردازش تصویر قطر میلگرد برحسب پیکسل بیان می‌شود. با مقایسه قطر واقعی با تعداد

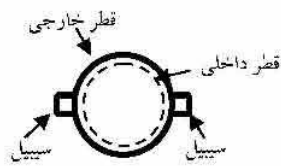
مراجع

- [۱] جعفر نژاد قمی، ع. و عباس نژاد، ر. ۱۳۸۰. "آموزش گام به گام ویژوال بیسیک" انتشارات علوم رایانه.
- [۲] جعفری، ع ۱۳۸۴. ارائه یک الگوریتم مناسب جهت جداسازی علف های هرز از گیاه چغندر قند با استفاده از ماشین بینایی و شبکه های عصبی مصنوعی. رساله دکتری مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشکده بیوسیستم دانشگاه تهران.
- [۳] خلیلی، خ. ۱۳۸۰. "ماشین بینایی و اصول پردازش دیجیتال تصویر" تهران: جهان نو.
- [۴] عباسقلی پور، م. ۱۳۸۴. بررسی کاربرد سیستم ماشین بینایی به منظور درجه بندی کشمش صادراتی، پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه مهندسی ماشینهای کشاورزی، دانشکده مهندسی بیوسیستم، دانشگاه تهران.
- [۵] عباسقلی پور، م. و امید، م. و برقی، ع.م. و مشیری، ب. ۱۳۸۴. ارائه الگوریتم مناسب جهت جداسازی کشمش صادراتی از لحاظ رنگ و اندازه با استفاده از ماشین بینایی، مجموعه مقالات دومین کنفرانس دانشجویی مهندسی ماشینهای کشاورزی، کرج-ایران، انتشارات دانشگاه تهران صفحه ۱۲.
- [6] Abbasgholipour, M. and Omid, M. and Borghci, A.M. 2006. Development of an efficient algorithm for grading raisins based on color features, Proceedings of Int'l conf. on Innovations in Food and Bioprocess Technologies, AIT, Pathumthani: Thailand, 12-14 Dec. 2006, pp. 448-457.
- [7] Jafari, A. and Mohtasebi, S.S. and Jahromi, I.E. and Omid, M. 2004. Color feature extraction by means of discriminant analysis for weed segmentation, SAT/CSAF Meeting Presentation, PP No. 043059.
- [8] Lee, W.S. and Slaughter, D.C. and Giles, D.K. 1999. Robotic weed control system for tomatoes. Precision Agriculture, Vol. 1, 95-113.
- [9] Majumdar, S. and Jayas, D. S. 2000. Classification of cereal grains using machine vision ii. Color Models, Transactions of the ASAE, 43(6), 1677-1680.
- [10] Masateru, N. and Qixin, C. 1998. Study on grade judgment of fruit vegetables using machine vision, JARQ, Vol. 32, No. 4.
- [11] Pietrzak, K. A. and Packer, S. M. 1994. Vision-based weld pool width control, transactions of the ASME, Vol. 116, 86-92.
- [12] Shahn, M. A. and Tollnc, E. W. and McClendon, R. W. and Arabnia, H. R. 2002. Apple classification based on surface bruises using image processing and neural networks, Transactions of the ASAE, 45(5), 1619 - 1627.
- [13] Shigeta, K. and Motonaga, Y. and Kida, T. and Matsuo, M. 2004. Distinguishing damaged and undamaged chaff in Rice whole crop silage by image processing, ASAE, vol.43, 20-31
- [14] Zheng, H. and Kong, L.X. and Nahavandi, S. 2002. Automatic inspection of metallic surface defects using genetic algorithms, Journal of Materials Processing Technology, 125-126, 427-433.

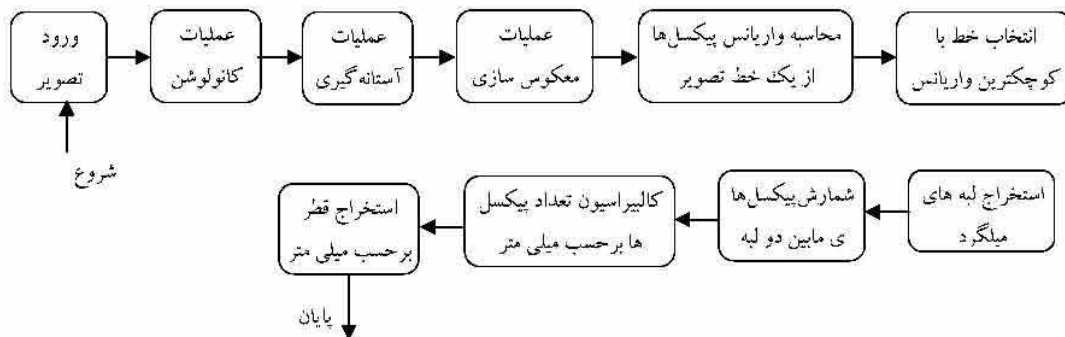




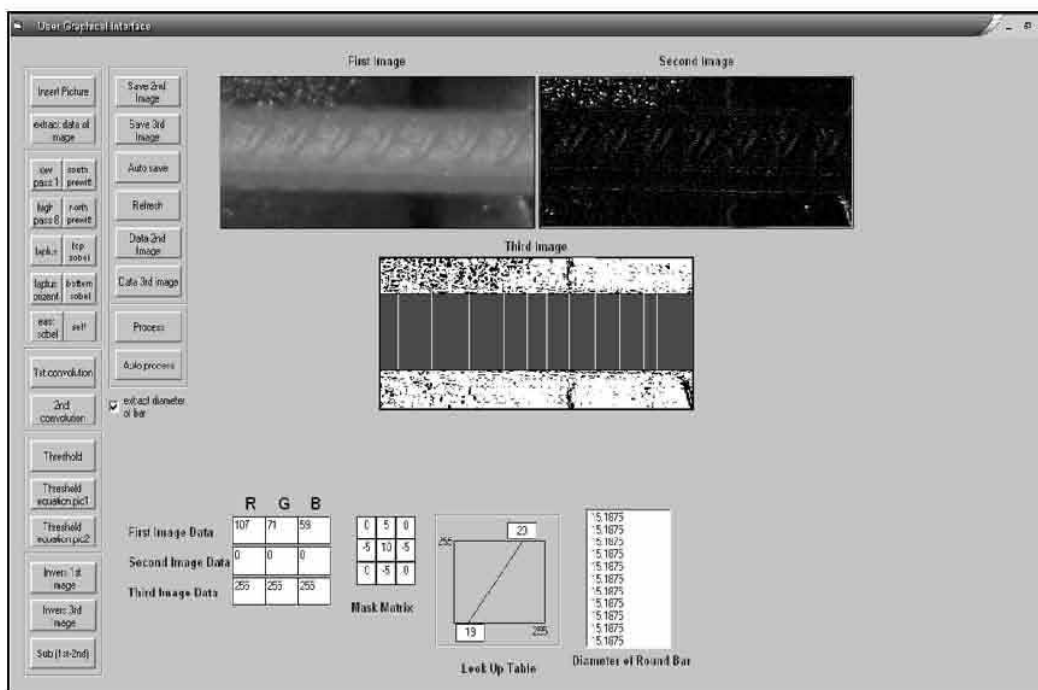
شکل ۱. محفظه نورپردازی.



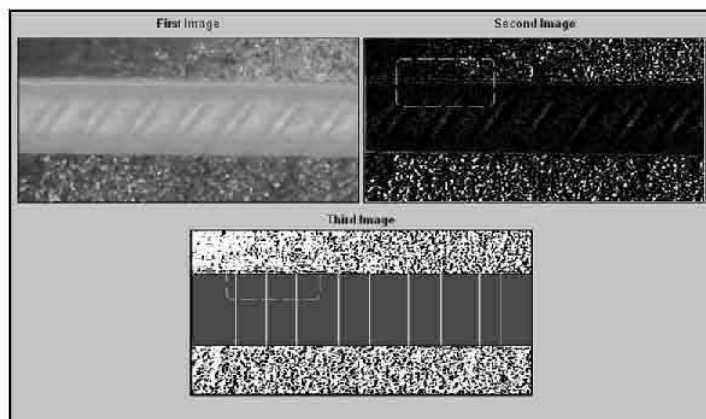
شکل ۲. مشخصات میلگرد.



شکل ۳. مراحل مختلف الگوریتم پردازش تصویر برای استخراج قطر خارجی، میلگرد.



شکل ۴. واسط گرافیکی کلی کاربر در محیط ویژوال بیسیک.



شکل ۵. تصویر میبگرد قبیل و بعد از پردازش الف) تصویر اولیه ب) بعد از کانولوشن ج) بعد از استخراج قطر میبگرد.

بررسی فنی اقتصادی روش‌های تولید آهن اسفنجی در ایران "واحدهای کوچک"

عبداله اعزازی، حمید زواری، فلورا دانش
شرکت مهندسی آمیار پولاد

چکیده

روند تولیدات در صنایع فولاد نشان دهنده تمایل بیشتر سرمایه‌گذاران بخش دولتی به سمت ایجاد ظرفیت‌های هرچه بالاتر می‌باشد، در حالی که سرمایه‌گذاران بخش خصوصی به دلیل محدودیت سرمایه، ابتدا کارخانه‌های نورد را احداث نموده و به تدریج بدلیل نیاز به تهیه بار فلزی این کارخانجات، به سمت احداث واحدهای پایین دستی (کارخانه‌های فولادسازی و احیاء مستقیم) متمایل گردیده است و در حال حاضر بیشتر سرمایه‌گذاران این بخش دارای چنین تفکری می‌باشند. لذا در این مقاله، جهت روشنگری و آشنایی سرمایه‌گذاران بخش خصوصی و ارائه یک راه حل بومی در ظرفیت‌های پایین تولید آهن اسفنجی (DRI)، به معرفی چهار روش مهم تولید این محصول در دنیا بعنوان شارژ فلزی کارخانجات فولادسازی و تولید فولاد خام با ظرفیت‌های نسبتاً پایین و چگونگی مختصات هر یک از این روش‌ها در بازار ایران، پرداخته شده است. چهار روش مورد مطالعه عبارتند از:

- ۱- روش میدرکس (MIDREX) با ظرفیت اسمی سالانه ۳۰۰ هزارتن در سال.
- ۲- روش اچ وای ال (HYL-ZR) با ظرفیت اسمی سالانه ۲۰۰ هزارتن در سال.
- ۳- روش احیاء مستقیم کوره دوار افقی با استفاده از ذغال‌سنگ حرارتی (SL/RN) با ظرفیت اسمی ۱۵۰ هزارتن در سال.

۴- روش پرد (P'ered) با ظرفیت اسمی ۴۰۰ هزارتن در سال. هدف از این مقایسه محدود، دست یابی به یک روش تولید مطلوب برای ظرفیت‌های پایین فولادسازی با شرایط بهینه از نظر شاخص‌های سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری می‌باشد. در این مقاله سعی شده است این چهار روش از لحاظ شاخص‌های فرآیندی، سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری مقایسه و ارزیابی شوند و در پایان روش ارجح با جمع بندی اعداد و ارقام برآورد شده، معرفی گردد.

کلمات کلیدی: سرمایه‌گذاری، احیاء مستقیم آهن (DRI)،
P'ERED، SL/RN، HYL، MIDREX

مقدمه

این مقاله به منظور مقایسه چهار روش مهم احیاء مستقیم آهن جهت تولید آهن اسفنجی (DRI) ^۱ برای استفاده در کارخانجات فولادسازی بعنوان شارژ فلزی و تولید فولاد خام با ظرفیت‌های نسبتاً پایین و چگونگی مختصات هر یک از این روش‌ها در بازار ایران می‌باشد. با توجه به روند تولیدات در صنایع فولاد، که نشانگر تمایل بیشتر به سمت ایجاد ظرفیت‌های هر چه بالاتر می‌باشد، سرمایه‌گذاری در این صنعت بسیار بالا بوده و نیازمند تدارکات و قابلیت‌های زیادی در بخش زیرساخت‌ها و نیز تأسیسات آب و برق و گاز می‌باشد.

1. Direct Reduced Iron

گاز طبیعی با استقبال روبرو نشده است و در نتیجه در این کشورها علاقه‌ای به تولید آهن اسفنجی وجود ندارد. تولید آهن اسفنجی بر پایه گاز طبیعی در کشورهایی که خود دارند گاز طبیعی هستند و یا کشورهایی که تامین گاز طبیعی برایشان آسان است بازار رو به رونقی دارد. فرآیند تولید آهن اسفنجی بر پایه ذغال سنگ اصولاً یک فرآیند برای ظرفیت‌های کوچک است و تولید آهن اسفنجی در یک مدول حداکثر ۲۰۰ هزارتنی امکان‌پذیر است و مدول‌های با ظرفیت یک میلیون تن در آن قابل تصور نمی‌باشند. بنابراین فرآیند تولید آهن اسفنجی به روش ذغالی به این دلیل با استقبال زیادی روبرو نشده است. تنها کشوری که سهم عمده‌ای در تولید آهن اسفنجی به این روش دارد، کشور هندوستان میباشد. تولید آهن اسفنجی بر پایه گاز پیشرفت زیادی داشته و نزدیک به ۷۳٪ آهن اسفنجی جهان با این شیوه تولید می‌گردد. بخصوص امکان دسترسی به ظرفیت‌های بالاتر از یک میلیون تن در سال‌های اخیر باعث افزایش گرایش به سمت این روش‌ها شده است.

عمده رشد تولید آهن اسفنجی مربوط به کشورهای در حال توسعه و مناطقی مانند آمریکای لاتین و خاورمیانه می‌باشد. بنا به گزارش میدرکس آمریکا تولید جهانی آهن اسفنجی در سال ۲۰۰۸ به بیش از ۶۸/۵ میلیون تن در سال رسیده است. رشد فزاینده تولید آهن اسفنجی در ۲۰ سال اخیر حاکی از تثبیت این روش‌ها بعنوان یک گزینه مناسب برای تولید فولاد خام در برابر روش سنتی کوره بلند می‌باشد. همچنین این رشد نشان‌دهنده سرمایه‌گذاری مناسب برای بهبود تکنولوژی و توجه به سودآوری بیشتر این روش‌های احیاء مستقیم می‌باشد. تحولات تکنولوژیک در روش‌های احیاء مستقیم و بخصوص روش‌های مبتنی بر گاز طبیعی در سال‌های اخیر چشم‌گیر بوده است و این امر نشان‌دهنده علاقه تولیدکنندگان فولاد به استفاده از روش احیاء مستقیم می‌باشد. (شکل شماره ۱)

۱. ILYL Zero Reformer

در شرایط کنونی بازار ایران، بخش خصوصی توان پایینی برای ایجاد ظرفیت‌های بالای یک میلیون تن دارد و در نتیجه نیازمند فرآیند و تکنولوژی متناسب با ظرفیت پایین در حد ظرفیت تا ۳۰۰ هزارتن در سال می‌باشد. از طرفی تکنولوژی امروز در جهت افزایش ظرفیت پیش می‌رود و برای ایجاد ظرفیت‌های پایین با سرمایه‌گذاری نسبتاً کم بایستی فرآیندهای مختلف را با توجه به وضعیت و شرایط ایران بررسی و بازنگری نمود. در این مقاله مقایسه چهار روش تولید آهن اسفنجی میدرکس (ظرفیت اسمی سالانه ۳۰۰ هزارتن)، روش ILYL-ZR^۱ (ظرفیت اسمی سالانه ۲۰۰ هزارتن)، روش احیاء مستقیم SL/RN (با ظرفیت اسمی ۱۵۰ هزارتن در سال) و نیز روش پرد (با ظرفیت ۴۰۰ هزارتن در سال) آورده شده است و سعی شده است یک راه حل بومی در ظرفیت‌های پایین با توجه به شرایط بازار ایران ارائه گردد. توصیه استفاده از یک روش به معنای نفی روش‌های دیگر نبوده و هر یک از این روش‌ها بسته به شرایط و نیز منطقه احداث در جای خود اهمیت دارند و بایستی به تفصیل در هر پروژه مورد مطالعه قرار گیرند تا توانایی آنان در ایجاد ظرفیت‌های پایین اقتصادی مورد ارزیابی قرار گیرد.

۱- بازار جهانی تولید آهن اسفنجی (DRI)

تولید آهن اسفنجی در مقایسه با روش قدیمی و سنتی تولید آهن از طریق کوره بلند، دارای سابقه کوتاه پنجاه ساله می‌باشد و به این دلیل آهن اسفنجی از جهت میزان تولید و مصرف در مجموع، سهم پایینی را در تولید فولاد دارا می‌باشد. فرآیند تولید آهن اسفنجی در واقع گزینه‌ای برای جایگزینی روش تولید سنتی کوره بلند بوده که در سطح جهان رشد فزاینده‌ای داشته است. تولید آهن اسفنجی بر دو پایه احیاء مستقیم گازی (Gas Base) و احیاء مستقیم ذغالی (Coal Base) استوار است. فرآیند احیاء مستقیم گازی در کشورهای اروپایی و آمریکایی در نهایت بدلیل کمبود منابع

۲- روش‌های فرآیند احیاء مستقیم

با توجه به سهم هر یک از روش‌های احیاء مستقیم در این گزارش به مقایسه سه روش تثبیت شده میدرکس، HYL-ZR و SL/RN و نیز روش Pered اکتفا شده و از بحث در مورد روش‌های دیگر بدلیل سهم ناچیز آنان در بازار جهانی صرف نظر شده است. البته روش پرد با توجه به اینکه یک روش نوین در تولید آهن اسفنجی بوده و در کشور چهار واحد آن در حال احداث می‌باشد و نیز در جهت منافع ملی گام برمی‌دارد، در ارزیابی حاضر مورد پژوهش قرار گرفته است.

۱-۲ فرآیند میدرکس

در گیر شدن شرکت میدرکس در احیاء مستقیم را می‌توان در کارهای انجام شده توسط شرکت Surface Combustion در دهه 30 میلادی ردیابی نمود. در سال 59 میلادی این شرکت به شرکت Midland Ross ملحق گردید، که در آن شرکت فرآیند Heat fast به عنوان طلایه‌دار فرآیند Fastmet در دست بررسی و توسعه قرار داشت. شرکت Surface Combustion بعدها به شرکت میدرکس (Midrex) تغییر نام یافت.

اولین واحد احیاء مستقیم میدرکس که در سال 1969 میلادی در شهر پرتلند ایالت آرگون آمریکا نصب گردید، دارای دو کوره عمودی با قطر داخلی ۳/۷ متر بوده و هر یک از کوره‌ها برای تولید ۱۵۰ هزار تن آهن اسفنجی در سال طراحی شده بودند. به مرور زمان و با توجه به نیاز فولادسازی‌ها به بار فلزی با کیفیت بالا و قیمت مناسب، شرکت میدرکس در طول چهل سال گذشته طراحی و احداث واحدهای بزرگتر را در دستور کار خود داشته و به تدریج کوره‌های عمودی میدرکس را از قطر داخلی ۳/۷ متر به ۴/۲۵ و نهایتاً به ۷/۵ متر توسعه داده و به صنعت فولاد معرفی نموده است. البته لازم به ذکر است کوره‌های کوچک

همان‌گونه که ذکر شد سهم کشورهای در حال توسعه در مجموع بیش از ۸۵٪ سهم تولید جهانی را شامل می‌شود و کشورهای اروپایی و پیشرفته به دلایل مختلف امکان کمتری در تولید آهن اسفنجی را دارند. (شکل شماره ۲)

براساس آمار میدرکس آمریکا از مجموع ۶۸/۵ میلیون تن آهن اسفنجی در سال ۲۰۰۸ نزدیک به ۶۰٪ آن با استفاده از فرآیند میدرکس تولید شده است، سهم فرآیندهای اچ وای ال کمتر از ۱۵٪ و سهم فرآیندهای بر پایه ذغال سنگ بیش از ۲۵٪ بوده و روش پرد هنوز مرجعی ندارد هرچند که در حال حاضر چهار پروژه فولادی کشور (بافت، شادگان، تیریز، میانه) هر یک با ظرفیت ۸۰۰،۰۰۰ تن به این روش و با پیشرفت فیزیکی حدود ۴۰ درصد در دست احداث می‌باشد. البته ذکر این نکته ضروری است که در ۱۰ سال پیش سهم فرآیندهای بر پایه ذغال سنگ حدود ۸٪ بوده است و هم اکنون این رقم به حدود ۲۵٪ افزایش پیدا کرده است. بخصوص در ژاپن و آمریکا تحقیقاتی در دست انجام است تا بتوان مدول‌های احیاء مستقیم ذغالی با ظرفیت‌های بالاتر از ۵۰۰ هزار تن را طراحی و به مرحله تولید صنعتی رساند.

توجه به روش‌های تولید مبتنی بر ذغال سنگ حرارتی به دلیل در دسترس بودن نسبی این نوع ذغال سنگ در کشورهای آمریکا و اروپا می‌باشد. فرآیند کوره بلند که هم‌اکنون بیشترین سهم را در تولید فولاد دارد به مرور زمان با مشکل تامین کک متالورژی روبرو شده است و این کمبود در آینده نیز بهبود نیافته و برعکس وضعیت حادثری پیدا می‌کند. کک متالورژی محصولی است که در کارخانه کک سازی با استفاده از ذغال سنگ مرغوب کک شو تولید می‌گردد و با توجه به مصرف شدن این نوع ذغال سنگ و کاهش شدید ذخیره این نوع ذغال سنگ تلاش برای یافتن یک جایگزین با استفاده از ذغال سنگ حرارتی امری ضروری می‌باشد. (شکل شماره ۳)



کوره‌های HYL-ZR با هدف حذف باکس ریفرمر وارد بازار شده‌اند. این گزارش بر مبنای نسل چهارم این فرآیند تنظیم شده است.

الف: سنگ آهن ورودی: سنگ آهن ورودی در این فرآیند بصورت گندله پخته شده می‌باشد و استفاده از کلوخه سنگ آهن هماتیته نیز تا ۷۰٪ با توجه به خصوصیات سنگ آهن به راحتی امکان پذیر است.

ب: عامل احیاء کننده: در این فرآیند همانند روش میدرکس از گاز طبیعی شکسته شده (ولی با حذف ریفرمر) بعنوان عامل احیاء کننده استفاده می‌شود. همچنین استفاده از بخار آب برای تولید گاز احیایی هیدروژن و افزایش آن در ترکیب گاز احیایی پیش بینی شده است. در این فرآیند میزان هیدروژن در مخلوط گاز احیایی نسبت به مونو اکسید کربن بسیار بیشتر بوده و هیدروژن به عنوان اصلی ترین عامل احیاء کننده عمل می‌کند.

ج: نوع کوره احیاء و شرایط آن: کوره این روش مشابه کوره شافت عمودی روش میدرکس می‌باشد. این کوره توسط مکانیزم‌های مکانیکی (هیدرولیکی) آب بندی شده است و فشار محیط واکنش بسیار بالاتر و تا ۷ اتمسفر تنظیم شده است تا سرعت واکنش احیاء مورد نظر بدست آید.

د: درجه حرارت احیاء: حدود ۸۵۰ تا ۸۷۰ درجه سانتی گراد

ه: سابقه فرآیند: از حدود سال ۲۰۰۳

و: موقعیت فرآیند: تثبیت نشده ولی تجاری

ز: ظرفیت: ظرفیت کوره‌های نسل چهارم بر اساس ادعای صاحب دانش فنی آن بر اساس نیاز بازار قابل تنظیم و بسیار متغیر می‌باشد.

ح: سهم بازار: فعلاً در حد ۴ مدول راه اندازی شده و در دست ساخت می‌باشد.

تر فرآیند میدرکس همچنان در مدار تولید بوده و بصورت اقتصادی کار می‌کنند (واحد هامبورگ HBSW و واحد کانادا SIDBEC). این امر نشان دهنده قابلیت این فرآیند در عرضه ظرفیت‌های مختلف می‌باشد.

الف: سنگ آهن ورودی: سنگ آهن ورودی در این فرآیند بصورت گندله پخته شده می‌باشد و از کلوخه سنگ آهن هماتیته با عیار بالا و شرایط مناسب نیز می‌توان تا ۷۰٪ با توجه به شرایط آن استفاده نمود.

ب: عامل احیاء کننده: گاز طبیعی شکسته شده پس از فرآیند ریفرمینگ بوده که در آن گاز منواکسید کربن سهم بیشتری نسبت به گاز هیدروژن در مخلوط گاز احیاء کننده دارد.

ج: نوع کوره احیاء و شرایط آن: کوره میدرکس یک کوره شافت عمودی است که تحت فشار کمی بیش از اتمسفر کار می‌کند و ورودی و خروجی آن بصورت آب بندی دینامیکی بوده و فشار آن توسط جریان ورود و خروج مواد تنظیم می‌گردد.

د: درجه حرارت احیاء: حدود ۸۵۰ تا ۹۲۰ درجه سانتیگراد

ه: سابقه فرآیند: از حدود سال ۱۹۷۵

و: موقعیت فرآیند: کاملاً تثبیت شده و تجاری

ز: ظرفیت فرآیند: این روش ظرفیت‌های ۱۵۰,۰۰۰ تا حدود ۲,۰۰۰,۰۰۰ تن در سال را پوشش می‌دهد.

ح: سهم بازار: حدود ۶۰٪ کل تولید آهن اسفنجی

۲-۲ فرآیند اچ وای ال - نسل چهارم (HYL-ZR)

فرآیند اچ وای ال در طول سالیان گذشته از نظر طراحی پایه فرآیند آن دچار تغییرات نسبتاً زیاد شده است، نسل اول و دوم این فرآیند بر اساس احیاء مستقیم مرحله‌ای و با استفاده از کوره در شرایط متفاوت از مرحله ابتدایی احیاء تا مرحله نهایی و تخلیه طراحی شده بود. در سال‌های اخیر نسل چهارم

۳-۲ فرآیند SL/RN و مشابه

این فرآیند از قدیمی‌ترین روش‌های احیاء مستقیم محسوب می‌گردد و ایده ساختار آن بر اساس کوره افقی پخت سیمان طراحی شده است. در این روش ذغال سنگ حرارتی بعنوان ماده احیاء کننده با سنگ آهن مخلوط می‌شود و در یک کوره افقی آهن اسفنجی تولید می‌گردد.

الف: سنگ آهن ورودی: در فرآیند میدرکس و یا ILYL-ZR عموماً استفاده از گندله پخته شده با کیفیت بالا و حداکثر حدود ۷۰٪ کلوخه سنگ آهن توصیه می‌شود. در این فرآیند استفاده از کلوخه تا ۱۰۰٪ امکان پذیر می‌باشد و همچنین برخی انواع گندله‌های خام نیز قابل استفاده خواهند بود. استفاده از سنگ مگنتیتی در این فرآیند نیز توصیه نمی‌شود.

ب: عامل احیاء کننده: مزیت این روش امکان استفاده از ذغال سنگ حرارتی با کیفیت نسبتاً پایین بعنوان ماده احیاء کننده می‌باشد. ذغال سنگ در کوره گاز مونو اکسید کربن را تولید می‌کند و این گاز باعث احیای اکسید آهن می‌گردد. با وجود درجه حرارت حدوداً بالا در کوره سرعت واکنش نسبتاً پایین بوده و کوره ماهیتاً دارای ظرفیت پایینی خواهد بود. در این فرآیند گاز هیدروژن وجود ندارد.

ج: نوع کوره احیاء: کوره افقی دوار Rotary Kiln است که در فشار کمی بالاتر از اتمسفر کار می‌کند. کوره اصلی دوار شامل بخش پیش گرم و منطقه احیاء است و گازهای حاصل از واکنش با درجه حرارت حدود ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد از آن خارج می‌شوند و سیستم‌های بازیافت در آن پیش بینی نشده‌اند و به همین دلیل عموماً از این انرژی برای تولید برق استفاده می‌شود. بخش خنک کننده کوره یک محفظه کاملاً جداگانه است که توسط آب از بیرون خنک می‌شود.

د: درجه حرارت احیاء: حدود ۱۰۰۰ تا ۱۱۰۰ درجه

سانتیگراد

ه: سابقه فرآیند: از حدود سال ۱۹۸۰

و: موقعیت فرآیند: تثبیت شده و تجاری

ز: ظرفیت بهینه: حدود ۱۰۰ تا ۱۵۰ هزار تن به ازاء هر مدول

ح: سهم بازار: جمعا حدود از ۱۸٪ کل تولید آهن اسفنجی

۴-۲ فرآیند Pered

این فرآیند از جدیدترین روش‌های احیاء مستقیم محسوب می‌گردد که به همت متخصصین ایرانی در شرکت MME^۱ واقع در دوسلدورف آلمان ابداع و بنام PERED بر گرفته از عنوان Persian Reduction ثبت گردیده است. ایده ساختار این فرآیند نزدیک به دو روش میدرکس و ILYL-ZR می‌باشد.

از جمله تمایزات این روش می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:
- نحوه ورود گندله به کوره (نوع feederها) متفاوت می‌باشد.

- نحوه تزریق گاز احیایی به کوره در ناحیه Bustle Ring متفاوت می‌باشد.

- در روش Upper Burden Feeder حذف گردیده است.

- در این روش کنترل میزان آب داخل گاز پروسس از طریق Steam Injection صورت می‌گیرد.

- نوع طراحی به گونه‌ای می‌باشد که میزان dust ورودی به scrubber کمتر است.

الف: سنگ آهن ورودی: سنگ آهن ورودی در این فرآیند بصورت گندله پخته شده می‌باشد.

ب: عامل احیاء کننده: گاز طبیعی شکسته شده پس از فرآیند ریفرمینگ بوده که در این فرآیند گاز هیدروژن سهم بیشتری نسبت به گاز مونو اکسید کربن در مخلوط گاز احیاء کننده دارد.

1. Mines and Metal Engineering

توضیح: با توجه به سپری شدن مدت اعتبار لیسانس ثبت فرآیند واحدهای تا سری ۶۰۰ هزار تن در سال، دیگر حق لیسانس تعلق نمی‌گیرد.

۲-۳ واحد HYL-ZR (ظرفیت اسمی ۲۰۰ هزار تن در سال) نسل چهارم

واحد اچ وای ال نسل چهارم یا واحد احیاء مستقیم بدون ریفرمر سابقه زیادی ندارد. به ادعای صاحبان این فرآیند این واحد توانایی طراحی را در ظرفیت‌های متفاوت از ظرفیت پایین تا بالا را دارا می‌باشد. یک واحد HYL-ZR نسل چهارم هم اکنون در ابوظبی در حال نصب می‌باشد و بزودی راه‌اندازی خواهد شد. متأسفانه اطلاعات زیادی در مورد جزئیات قیمت برای این واحد وجود ندارد. قیمت تمام شده پروژه منهای هزینه‌های مربوط به تاسیسات آب و برق و گاز (مطابق اقلام مربوط به میدرکس) جمعاً در حدود ۵۰ میلیون دلار برآورد و گزارش شده است. (جدول شماره ۲)

۳-۳ کوره افقی دوار SLRN (ظرفیت اسمی ۱۵۰ هزارتن در سال)

تجهیزات این روش بسیار مشابه تجهیزات مربوط به کوره سیمان هستند و از این جهت امکانات ساخت داخل برای آن امکان پذیر می‌باشد هرچند تا کنون تجربه بومی در زمینه نصب این گونه تجهیزات برای تولید آهن اسفنجی وجود ندارد. فرآیند کوره افقی دوار نسبتاً ساده است و سیستم‌های بازیافت انرژی و مواد در آن بسیار ساده هستند و در نتیجه تجهیزات پیچیده‌ای در آن وجود ندارد. (جدول شماره ۳)

۴-۳ واحد پود (ظرفیت اسمی ۴۰۰ هزارتن در سال)

تجهیزات این روش بسیار مشابه تجهیزات مربوط به تکنولوژی میدرکس می‌باشد. با توجه به جدید بودن این

ج: نوع کوره احیاء و شرایط آن: کوره پرد نیز همانند کوره میدرکس یک کوره شافت عمودی است که تحت فشار بیش از اتمسفر کار می‌کند.

د: درجه حرارت احیاء: حدود 920 ± 60 درجه سانتیگراد

ه: سابقه فرآیند: از حدود سال ۲۰۰۸

و: موقعیت فرآیند: تجاری و در حال احداث

ز: ظرفیت فرآیند: این روش ظرفیت‌های ۴۰۰،۰۰۰ تا ۱،۶۰۰،۰۰۰ تن در سال را پوشش می‌دهد.

ح: سهم بازار: چهار پروژه در کشور هم‌اکنون در دست احداث بوده و به بهره‌برداری نرسیده است.

۳- تجهیزات و دیگر عوامل سرمایه گذاری

برای بررسی هزینه‌های سرمایه گذاری پیشنهادی عملی و قابل عرضه هرچند با ظرفیت‌های متفاوت برای روش‌های مختلف بررسی شده‌اند و سپس شاخص سرمایه‌گذاری برای مقایسه آنها محاسبه شده است. هزینه‌های مربوط به تأمین زمین آب و برق و گاز در این مقایسه‌ها منظور نشده‌اند. همچنین برای سهولت کلیه هزینه‌ها بصورت یورو (یک یورو معادل ۱۴۶۰۰ ریال) محاسبه شده‌اند.

۱-۳ واحد میدرکس (ظرفیت اسمی ۳۰۰ هزارتن در سال)

تکنولوژی میدرکس یک تکنولوژی پیشرفته است که از تجهیزات حداکثر بهره برداری را بعمل می‌آورد و میزان مصارف و ضایعات را در حداقل نگه می‌دارد. خوشبختانه در ایران امکانات طراحی و نصب چنین واحدهایی وجود دارد. میدرکس مورد نظر در این گزینه در واقع یک واحد اصلاح شده و بومی با شرایط مورد نیاز بوده و افزایش ظرفیت آن تا ۵۰۰ هزارتن در سال با سرمایه گذاری نسبتاً جزیی امکانپذیر خواهد بود. (جدول شماره ۱)

همچنین برای روش پرد مرجعی برای هزینه‌های بهره‌برداری هنوز در دست نیست. نکاتی در مورد عوامل هزینه تولید بشرح زیر می‌باشد:

ماده اولیه ورودی برای فرآیند میدرکس و HYI.-ZR و پرد در عمل یکسان بوده و هیچکدام از این سه فرآیند مزیتی نسبت به یکدیگر ندارند. در مورد فرآیند SL/RN امکان استفاده از کلوخه سنگ آهن به میزان ۱۰۰٪ نیز وجود دارد ولی برای دستیابی به یک کیفیت آهن اسفنجی مشابه در هر چهار روش ورودی سنگ آهن نیز در عمل بایستی از کیفیت مشابهی برخوردار باشد. نمی‌توان از یک سنگ آهن با عیار ۶۰٪ در فرآیند SL/RN همان خصوصیات از آهن اسفنجی را بدست آورد که از ورودی سنگ آهن با عیار ۶۶٪ در سه فرآیند دیگر بدست می‌آید. در هر چهار فرآیند در عمل استفاده از سنگ آهن مگنتیتی منفی خواهد بود و در نتیجه از نظر هزینه سنگ آهن ورودی مزیتی را برای فرآیند SL/RN نمی‌توان در نظر گرفت گرچه در شرایطی استفاده از سنگ آهن با کیفیت پایین‌تر برای این فرآیند وجود دارد که البته آهن اسفنجی متناسب را تولید می‌کند.

عامل احیاء کننده در روش میدرکس و اچ وای ال و پرد گاز طبیعی می‌باشد که با توجه به منابع آن در ایران یک مزیت محسوب می‌گردد. در روش SL/RN از ذغال سنگ حرارتی بعنوان ماده احیاء کننده استفاده می‌شود که در مقایسه با گاز طبیعی گرانتر خواهد بود و مزیت گاز طبیعی حتی در صورت حذف بارانه نیز همچنان باقی می‌ماند.

واحد میدرکس و HYI.-ZR و پرد از نظر اتوماسیون و نیاز نیروی انسانی و مهارت آنان در یک سطح قرار دارند. فرآیند SL/RN یک فرآیند ساده و غیر اتوماتیک بوده و به نیروی انسانی بیشتری نیاز دارد گرچه عمده نیروهای اضافی نیاز به مهارت‌های بالایی ندارند و هزینه بالایی را تحمیل نخواهند نمود. در این مقایسه شاخص نیروی انسانی در هر چهار روش با اختلاف جزئی فرض شده است.

فرایند و اینکه هنوز به بهره‌برداری نرسیده و اطلاعات هزینه‌ای در این خصوص از طرف صاحب تکنولوژی انتشار نیافته است، از ارائه جدول هزینه سرمایه‌گذاری صرفنظر نموده ولیکن اظهارنظرهای صورت گرفته بیانگر آن است که این روش با تقریب حدود ۵-۱ درصد ارزان‌تر از روش میدرکس برآورد می‌شود. (جدول شماره ۴)

۴- شاخص سرمایه‌گذاری برای ظرفیت معادل ۳۰۰ هزار تن در سال

برای ارزیابی سرمایه‌گذاری برای ایجاد ظرفیت ۳۰۰ هزارتن آهن اسفنجی در سال فرضیات زیر در نظر گرفته شده است:

برای ایجاد ظرفیت با استفاده از فرآیند SL/RN بایستی نصب دو مدول ۱۵۰ هزارتنی را در نظر گرفت و اقلام برآورد شده برای واحد میدرکس مستقیماً قابل استفاده خواهند بود و هزینه‌های مربوط به واحد HYI.-ZR و پرد بصورت فرضی برای یک مدول ۳۰۰ هزارتنی اصلاح می‌شوند. (جدول شماره ۵)

ارقام فوق برآورد تقریبی بوده و سرجمع سرمایه‌گذاری مورد توجه می‌باشد و جزئیات هزینه‌ها به‌خصوص در مورد واحد HYL-ZR و PERED ممکن است متفاوت باشد.

در این مطالعه یک برآورد مقایسه‌ای برای تصمیم‌گیری در زمینه سرمایه‌گذاری با تقریب فوق، قابل قبول و استناد می‌باشد.

۵- شاخص بهره‌برداری برای فرآیندهای مختلف

برای مقایسه هزینه‌های بهره‌برداری از شاخص‌های مورد استناد صاحبان تکنولوژی و تجربیات واحدهای موجود در حال کار استفاده خواهد شد. گرچه این ارقام در شرایط تولید داخلی ایران ممکن است متفاوت باشند و عموماً هزینه تولید بالاتر از ادعای صاحبان تکنولوژی خواهد بود و



- سایر هزینه‌های بالاسری با اغماض یکسان فرض شده‌اند.

جمع‌بندی

اعداد و ارقام برآورد شده گرچه با تقریب محاسبه شده‌اند ولیکن از نظر شاخص سرمایه‌گذاری فرآیند میدرکس با توجه به اینکه تکنولوژی آن در کشور از سال ۱۳۷۱ با احداث واحد زمزم I در فولاد خوزستان بومی شده است، نسبت به روش‌های دیگر ارجحیت دارد. همچنین روش پرد چنانچه شاخص‌های ادعا شده در تولید و بهره‌برداری تحقق یابد این روش نسبت به دیگر روش‌ها برتری خواهد داشت. راه اندازی دو واحد SI./RN برای دستیابی به ظرفیت ۳۰۰ هزارتن در سال نیز از نظر سرمایه‌گذاری مقرون بصرفه خواهد بود و نیز چنانچه شاخص‌های ادعا شده روش HYL-ZR تحقق یابد این روش نیز می‌تواند از نظر هزینه تولید نسبتاً پایین مورد توجه قرار گیرد گرچه هزینه سرمایه‌گذاری آن در شرایط فعلی بالاتر می‌باشد.

فرآیند SI./RN از نظر هزینه تولید به دلیل گران بودن ذغال سنگ نسبت به گاز طبیعی مقرون به صرفه نخواهد بود. بعنوان مثال اگر نرخ گاز طبیعی به ۵ برابر یعنی به ازاء هر مترمکعب به ۹۰۰ ریال افزایش پیدا کند تاثیر آن در قیمت تمام شده فرآیند میدرکس و HYL-ZR و پرد حدود ۱۴ یورو به ازاء هر تن خواهد بود که مزیت روش‌های میدرکس و HYL-ZR و پرد با اختلاف زیادی حفظ خواهد شد.

با توجه به ظرفیت یکسان در هر چهار روش هزینه‌های مربوط به زمین و تاسیسات آب و برق و دیگر سرویس‌های مورد نیاز کارخانه با اغماض، یکسان فرض شده و در محاسبات هزینه تولید (استهلاک سرمایه) منظور نشده است. (جدول شماره ۶)

تذکر: نرخ مصارف مربوط به واحد HYL-ZR و نیز PERED بر اساس شاخص‌های ارائه شده از طرف صاحب تکنولوژی منظور شده است و اعداد و ارقام تجربه شده واحدهای مشابه در دسترس نمی‌باشند. (جدول شماره ۷)

تذکر ۱: با توجه به اینکه مقرر است پارانه‌های انرژی حذف گردد، این عامل بر هزینه‌های ناشی از آب، الکتریسیته و گاز طبیعی تاثیر می‌گذارد. البته با فرض ثابت ماندن هزینه ذغال-سنگ اگر هزینه گاز تا چندین برابر افزایش یابد باز هم مزیت استفاده از گاز طبیعی همچنان باقی می‌ماند. (جدول شماره ۸)

تذکر ۲: هزینه عوامل اصلی تولید با توجه به پیش فرض‌های زیر برآورد شده است:

- محصول تولیدی در هر چهار فرآیند آهن اسفنجی سرد در نظر گرفته شده است.
- عوامل هزینه در ظرفیت اسمی ۳۰۰ هزار تن محاسبه شده‌اند.
- عمر مفید تجهیزات ۱۲ سال و استهلاک سرمایه بر این اساس محاسبه شده است.

مراجع:

- [۱] گزارشات و مطالعات فنی و اقتصادی پروژه احیاء مستقیم فولاد پاسارگاد و فولادسازی کرمان، تدوین شده توسط شرکت مهندسی آمیار پولاد با استفاده از نرم‌افزار comfar، ۱۳۸۷.

[2] Direct from Midrex, Midrex Corporation.

[3] IRON ORE MANUAL 2006, Published By The TTX Report Ltd.



جدول ۱. هزینه احداث یک واحد میدرکس.

نوع خدمات	خدمات مهندسی	سیویل و ساختمان	تجهیزات و حمل	نصب و راه اندازی	حق لیسانس	جمع کل
هزینه (یورو)	3,200,000	4,200,000	24,300,000	7,600,000	۰	39,300,000

جدول ۲. هزینه احداث یک واحد HYL-ZR.

نوع خدمات	خدمات مهندسی	سیویل و ساختمان	تجهیزات و حمل	نصب و راه اندازی	حق لیسانس	جمع کل
هزینه (یورو)	2,789,000	4,028,000	22,855,000	7,128,000	۰	36,800,000

جدول ۳. هزینه احداث یک واحد SL/RN.

نوع خدمات	خدمات مهندسی	سیویل و ساختمان	تجهیزات و حمل	نصب و راه اندازی	حق لیسانس	جمع کل
هزینه (یورو)	2,400,000	4,200,000	12,300,000	3,000,000	۰	21,900,000

جدول ۴. هزینه احداث یک واحد Pered.

نوع خدمات	خدمات مهندسی	سیویل و ساختمان	تجهیزات و حمل	نصب و راه اندازی	حق لیسانس	جمع کل
هزینه (یورو)	3,500,000		24,860,000		۰	

جدول ۵. برآورد هزینه سرمایه گذاری برای ظرفیت ۳۰۰ هزار تن اسفنجی در سال کلیه ارقام به یورو.

شرح هزینه / فرآیند	MIDREX	HYL-ZR	SL/RN	PERED
تجهیزات (در محل نصب)	24,300,000	29,500,000	24,600,000	-
خدمات مهندسی	3,200,000	3,600,000	3,600,000	-
نصب و راه اندازی	7,600,000	9,200,000	6,000,000	-
سیویل و ساختمان	4,200,000	5,200,000	7,140,000	-
جمع سرمایه گذاری T.P.C	39,300,000	47,500,000	41,340,000	-

جدول ۶. نرخ مصارف برای تولید یک تن آهن اسفنجی.

شرح	واحد به ازاء هر تن	MIDREX	HYL.-ZR	SL/RN	PERED
گندله سنگ آهن	کیلوگرم	1450	1400	1450	~1420
الکتریسیته	کیلووات ساعت	115	90	110	100-120 (110)
آب	متر مکعب	1	1	1	0.9-1.4 (1/1)
گاز طبیعی	نرمال مترمکعب	275	265	-	240-260
ذغال سنگ حرارتی	کیلوگرم	-	-	900	-
اکسیژن	نرمال مترمکعب	10	32	-	-
ازت	نرمال مترمکعب	10	14	-	-

جدول ۷. هزینه عوامل متغیر برای تولید یک تن آهن اسفنجی به ریال.

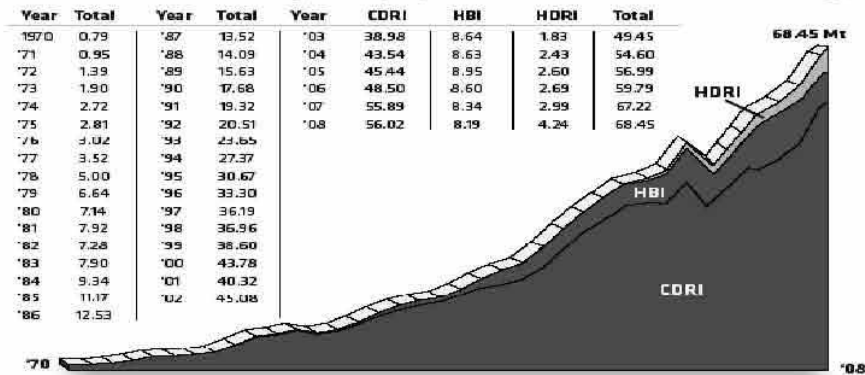
شرح	قیمت واحد	MIDREX	HYL.-ZR	SL/RN	PERED
گندله سنگ آهن	660	957,000	924,000	957,000	937,200
الکتریسیته	180	20,700	16,200	19,800	19,800
آب	450	450	450	450	495
گاز طبیعی	180	49,500	47,700	-	46,800
ذغال سنگ حرارتی	520	-	-	468,000	-
اکسیژن	2,100	21,000	67,200	-	-
ازت	1,200	12,000	16,800	-	-
نسوز و سایر		15,000	15,000	30,000	15,000
جمع		1,075,650	1,087,350	1,475,250	1,019,295

جدول ۸. هزینه عوامل اصلی برای تولید یک تن آهن اسفنجی به یورو.

شرح	MIDREX	HYL.-ZR	SL/RN	PERED
هزینه مواد اولیه و انرژی	73.5	74.5	101	69.8
هزینه نیروی انسانی	1.6	1.6	3	~1.6
هزینه استهلاک سرمایه	11	13	11	-
سایر هزینه های بالاسری	5	5	5	~5
جمع	91.1	94.1	120	-

World DRI Production by Year (Mt)

Source: Midrex Technologies, Inc.

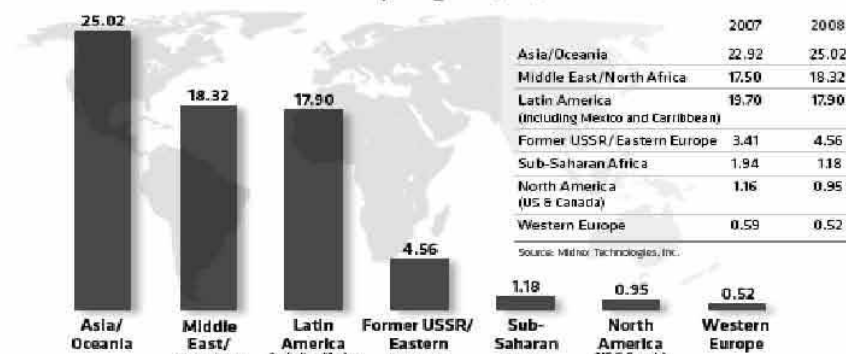


2008 World Direct Reduction Statistics | Page 4

FIRST QUARTER 2009

شکل ۱. نرخ تولید جهانی آهن اسفنجی در سال های مختلف (میلیون تن).

2008 World DRI Production by Region (Mt)



Source: Midrex Technologies, Inc.

شکل ۲. نرخ تولید آهن اسفنجی به تفکیک مناطق در سال ۲۰۰۸ (میلیون تن).

2008 World DRI Production by Process



Source: Midrex Technologies, Inc.

شکل ۳. نرخ تولید آهن اسفنجی در فرایندهای مختلف در سال ۲۰۰۸.

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 می‌باشند.



تمبرهای پستی سخن می‌گویند

تهیه و تنظیم: مهندس محمدحسن جولازاده

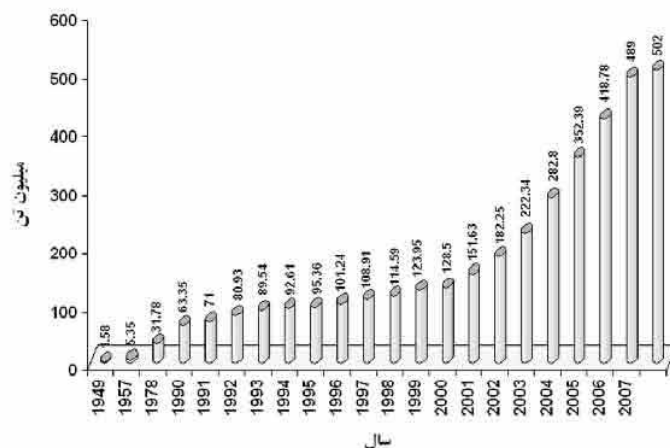
کرده است. میزان تولید کک این کشور بالغ بر ۳۲۶ میلیون تن، در سال ۲۰۰۸ بوده است. هم اکنون ۶۰٪ کک جهان در چین بدست می‌آید. بیشترین مصرف کک دنیا به میزان ۳۱۱ میلیون تن در این کشور صورت می‌گیرد. ضمناً بیشترین صادرات کک توسط چین به میزان ۱۲/۱ میلیون تن انجام پذیرفته است. در شکل ۲ روند تولید کک کشور چین و جهان طی سالهای ۲۰۰۰-۲۰۰۸ مشاهده می‌گردد. در نمای تمبر کوره بلند (تصویر ۲) یک محوطه ریخته‌گری، در حین تخلیه چدن مذاب با حضور آتشکاران به تصویر کشیده شده است. در سال ۲۰۰۸ میزان تولید چدن مذاب این کشور بالغ بر ۴۷۱ میلیون تن به ثبت رسیده است. در شکل ۳ روند تولید چدن مذاب کشور چین نشان داده شده است. نمای یک کنورتور بازی اکسیژنی در حال شارژ چدن مذاب در تمبر سوم این مجموعه (تصویر ۳) به تصویر در آمده است. امروزه بیش از ۹۱٪ فولاد کشور چین با فرایند کنورتور اکسیژنی حاصل می‌شود. در تمبر چهارم (تصویر ۴) نمایی از تورد سنگین فولاد و اتاق کنترل آن به تصویر کشیده شده است. کشور چین در زمینه تولید و مصرف محصولات نهایی فولاد نیز در رده اول جهان ایستاده است. در شکل ۴ آهنگ رشد تولید محصولات نوردی کشور مذکور قابل رویت است. در سال ۲۰۰۸ میزان تولید و مصرف محصولات نهایی در این کشور کهن به ترتیب ۵۸۴ و ۴۲۶ میلیون تن گزارش شده است.

در تصویر ۵ استقرار محصولات فولادی حاصل رنج فولاد کاران، توسط جرثقیل در انبار محصولات به چاپ رسیده است. به تصویر کشیدن چنین تحولات عظیم در تمبرهای پستی ضمن به نمایش گذاشتن قدرت صنعت کشورها، یک نوع تشکر و قدر دانی از کارکنان رشته صنایع فولاد نیز محسوب می‌شود.

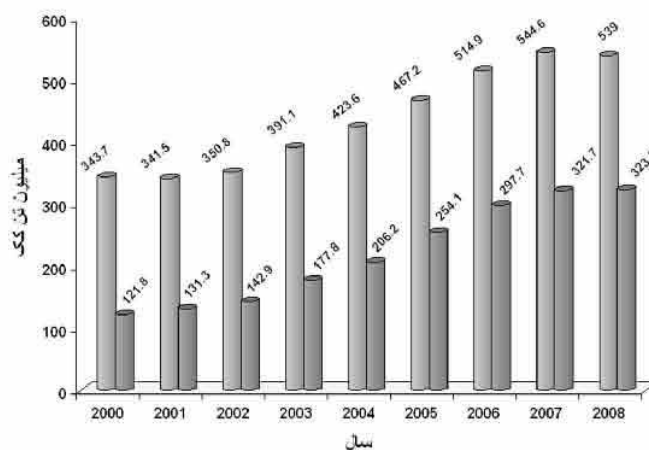
تمبرهای پستی دارای ارزش‌های هنری، فرهنگی، صنفی و اجتماعی بوده و ابزارهای بی‌همتایی برای برقراری ارتباطات بشر و ملت‌ها به شمار می‌آیند. هر روز در گوشه و کنار جهان تمبرهای متعددی منتشر می‌شوند که دارای اطلاعات تاریخی، سیاسی، صنفی، اجتماعی، اقتصادی و علمی هستند. ارزش تمبرهای پستی، بیش از قیمتی است که بر روی آن نوشته شده است. دانشمندان، چهره‌های برجسته، رویدادهای تاریخی، فرهنگی، اجتماعی، ورزشی، اقتصادی، علمی، سیاسی، صنفی، ابداعات، تاسیس سازمان‌ها و کشورها، سالگرد و یادبودهای مهم، و رکوردهای جهانی و ملی در تمبرهای پستی به تصویر کشیده می‌شوند، از نگاه دیگر تمبرهای پستی وسائل مناسب و مطلوب برای اطلاع رسانی و ارتباطات و ثبت تحولات دنیا و محلی به شمار می‌آیند.

در سال ۱۹۷۸ در صنایع فولاد چین تحول عظیمی رخ داد و میزان تولید فولاد خام و محصولات نوردی به ترتیب از مرز ۳۱/۷۸ و ۲۲ میلیون تن گذشت. در سال ۲۰۰۸ نرخ‌های مذکور به ترتیب به ۵۰۲ و ۵۸۴ میلیون تن رسید. در شکل ۱ آهنگ تولید فولاد کشور چین طی سال‌های ۱۹۴۹-۲۰۰۸ به نمایش گذاشته شده است. در تاریخ ۲۲ جولای ۱۹۷۸ جهت گرمی داشت تحول عظیم صنایع فولاد، چین یک ست ۵ تایی تمبر یادبودی را مربوط به واحدهای تولیدی کارخانه فولاد سازی به چاپ رساند. مجموعه تمبرها شامل واحدهای کک سازی، کوره بلند، کنورتور اکسیژنی، نورد و انبار محصولات فولاد بود. در نمای تمبر کک سازی یک واگن خاموش کن همراه با کک سازی به روش بازیافت مواد شیمیایی به تصویر کشیده شده است. در تصویر شماره ۱ تمبر یادبود کک سازی از نظر می‌گذرد. کشور چین در تولید کک رده اول دنیا را تصاحب

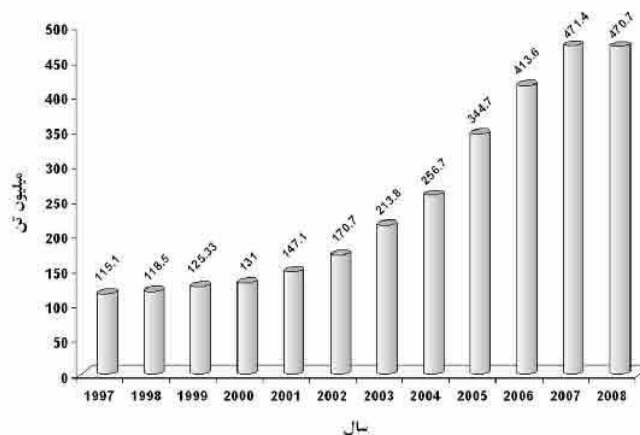




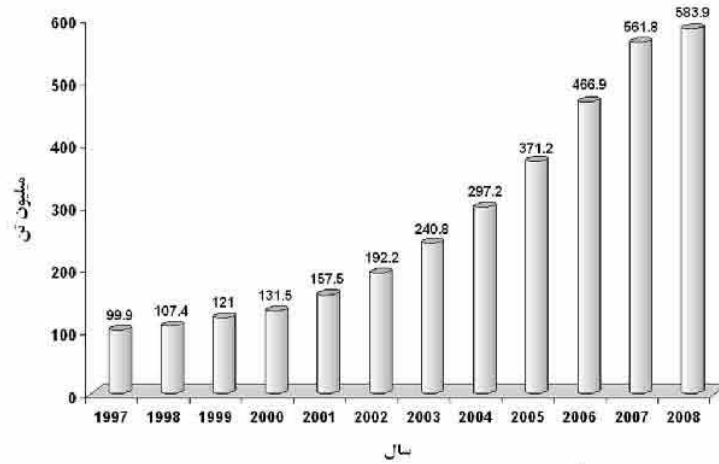
شکل ۱. روند تولید فولاد خام کشور چین



شکل ۲. روند تولید کک جهان و کشور چین



شکل ۳. روند تولید چدن مذاب کشور چین



شکل ۴. روند تولید محصولات نوردی کشور چین



تصویر ۲



تصویر ۱



تصویر ۴



تصویر ۳



تصویر ۵

اخبار انجمن آهن و فولاد ایران



تعداد ۱۸۲ اصل مقاله به دبیرخانه سمپوزیوم واصل شده است. پس از بررسی مقالات توسط اعضاء هیأت داوران، تعداد ۱۰۸ مقاله برای چاپ در مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۸ برگزیده شد که از این

تعداد، ۵۰ مقاله بصورت ارائه حضوری و بقیه بصورت بوستر مورد پذیرش نهایی قرار گرفتند و نتایج آن به اطلاع نویسندگان مقالات رسید.

شایان ذکر است همراه با برگزاری این سمپوزیوم، نمایشگاهی از آخرین دستاوردهای صنعت فولاد نیز برگزار خواهد شد.

نشست خبری سمپوزیوم فولاد ۸۸

در نشست خبری که پیرامون سمپوزیوم فولاد ۸۸ و با حضور گروهی از خبرنگاران و نمایندگان از طرف شرکت فولاد آلیاژی ایران در دفتر انجمن آهن و فولاد ایران برگزار گردید، عباس نجفی زاده رئیس هیئت مدیره انجمن آهن و فولاد ایران گفت: دوازدهمین همایش محققان، استادان، مدیران و کارشناسان صنعت فولاد کشور در تاریخ ۱۱ و ۱۲ اسفندماه ۱۳۸۸ تحت عنوان "سمپوزیوم فولاد ۸۸" توسط انجمن آهن و فولاد ایران با مشارکت شرکت فولاد آلیاژی ایران در یزد برگزار می شود. وی با اشاره به هدف برگزاری سمپوزیوم فولاد خاطر نشان ساخت: هدف از سمپوزیوم های فولاد که سالانه توسط انجمن آهن و فولاد ایران و با

حضور انجمن آهن و فولاد ایران در دهمین نمایشگاه دستاوردهای پژوهشی و فناوری



انجمن آهن و فولاد ایران در دهمین نمایشگاه دستاوردهای پژوهشی و فناوری که در هفته پژوهش و از تاریخ ۲۱ لغایت ۲۷ آذرماه سال جاری، در محل مصلی تهران برگزار گردید حضور یافت. این نمایشگاه در دو طبقه مجزا و با مشارکت دانشگاه ها، پژوهشگاه ها، مراکز تحقیقاتی دستگاه های دولتی و غیر دولتی و انجمن ها و قطب های علمی کشور و... برگزار گردید که این انجمن در بین بیش از ۶۰ انجمن علمی حاضر در این نمایشگاه به ارائه فعالیت های خود پرداخت.



برگزاری همایش ملی "سمپوزیوم فولاد ۸۸"

در راستای برگزاری سمپوزیوم فولاد ۸۸ در تاریخ های ۱۱ و ۱۲ اسفندماه ۱۳۸۸ در یزد_ شرکت فولاد آلیاژی ایران،



است، در صورتی که این رقم در دنیا ده درصد می‌باشد. به این ترتیب باید گفت هنوز باید گام‌های اساسی در این زمینه برداشته شود تا مصرف فولاد آلیاژی در کشور بیشتر شود.

برگزاری دوره‌های آموزشی "بازرسی جوش ۱"

توسط کمیته آموزش انجمن آهن و فولاد ایران دوره آموزشی "بازرسی جوش ۱" در تاریخ ۲۸ آذر لغایت ۲ دیماه ۸۸ در دانشگاه صنعتی اصفهان برگزار گردید. مدرس این دوره جناب آقای مهندس ادب آوازه بود. این دوره مورد استقبال زیاد شرکت کنندگان در دوره قرار گرفت. در پایان این دوره گواهینامه مربوطه برای شرکت کنندگان صادر گردید.

تشکیل مجمع عمومی انجمن آهن و فولاد ایران

مجمع عمومی انجمن آهن و فولاد ایران در تاریخ ۸۸/۱۱/۷ در محل ساختمان انجمن آهن و فولاد ایران واقع در شهرک علمی تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان با حضور جمعی از اعضای هیأت مدیره، اعضای حقوقی، اعضای پیوسته انجمن آهن و فولاد ایران و نماینده‌ای از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری برگزار گردید.

در ابتدا پس از تلاوت آیاتی از کلام... مجید، اعلام برنامه انجام و سپس هیأت رئیسه با حضور آقایان مهندس شهریار، مهندس غدیریان، مهندس علی اکبریان و دکتر رئیسی تشکیل گردید.

پس از تشکیل هیأت رئیسه آقای محمد حسن جولازاده خزانهدار انجمن آهن و فولاد ایران گزارش مالی انجمن را در فاصله برگزاری مجمع قبلی تاکنون بیان نمودند. سپس آقای مهندس احمد شریفی بازرس انجمن آهن و فولاد ایران گزارشی از امور مالی ارائه داده و ضمن قدردانی از دقت انجام امور مالی و سپاسگزاری از خدمات بی‌شائبه جناب آقای دکتر نجفی‌زاده در اداره امور انجمن مطالبی ارائه نمودند، پس از آن توسط نماینده موسسه رسمی حسابرسی

همکاری شرکت‌های تولیدکننده فولاد و یا دانشگاه‌های کشور برگزار می‌شود، ایجاد زمینه مساعد برای برقراری ارتباط میان کلیه محققان و دست اندرکاران صنعت فولاد است و همچنین ارائه و انتشار آخرین دستاوردهای پژوهشی در زمینه فولاد، یکی دیگر از اهداف برگزاری این سمپوزیوم می‌باشد.



حسین غدیریان قائم‌مقام مدیرعامل شرکت فولاد آلیاژی ایران هم در این نشست خبری عنوان کرد: سمپوزیوم ملی فولاد در حالی برگزار می‌شود که تمامی فعالان این صنعت در آن شرکت می‌کنند و از آنجایی که دانشگاهیان و اساتید و صاحب‌نظران هم در گردهمایی حضور دارند بنابراین، تعامل این گروه‌ها می‌تواند منجر به رفع مشکلات علمی و تخصصی فولاد آلیاژی شود.



سیدعلی اصغر خیرری مشاور ارشد مدیرعامل شرکت فولاد آلیاژی ایران ابراز امیدواری کرد این سمپوزیوم بستری شود تا مصرف فولاد آلیاژی در کشور افزایش یابد، چرا که هم‌اکنون مصرف این نوع فولاد در کشور تنها سه درصد

این کتاب از طریق کمیته انتشارات انجمن قابل فروش به علاقه‌مندان می‌باشد.

پیشرفت فیزیکی ساختمان انجمن آهن و فولاد ایران

با شروع قرارداد تکمیل ساختمان با شرکت زیباسازان از مردادماه سال قبل، کلیه عملیات مربوط به تأسیسات الکتریکی، لوله‌کشی‌های مربوط به شوفاژ و آب و فاضلاب، کانال‌کشی کولر، نصب شیرآلات، ساخت و نصب پنجره‌ها و چهارچوب‌های فلزی و اجرای سیمان سفید نمای خارجی، سنگ کاری راه پله‌ها، لابی و محوطه جلو و نرده استیل کلیه طبقات به اتمام رسیده است. همچنین سرمایه‌کف و اجرای سقف کاذب نیم طبقه سوم و چهارم نیز به اتمام رسیده و در حال حاضر نمای شیشه و کامپوزیت در دست اجرا است.



امجد تراز گزارش حسابرسی انجمن به سمع و نظر حضار رسید و در انتها آقای دکتر نجفی‌زاده رئیس هیأت مدیره انجمن آهن و فولاد ایران گزارشی از عملکرد انجمن در فاصله برگزاری بین مجمع قبلی تاکنون ارائه نمودند.

در ادامه رأی‌گیری برای انتخاب اعضای هیأت مدیره جدید آغاز و پس از شمارش آرا نامزدهای عضویت در هیأت مدیره و بازرس انجمن، نتایج آرا به شرح زیر قرائت شد:

مدیران عامل و یا نمایندگان تام‌الاختیار شش شرکت ثابت شامل: شرکت ملی فولاد ایران- شرکت فولاد مبارکه- شرکت ذوب آهن اصفهان- شرکت فولاد خوزستان- شرکت فولاد آلیاژی ایران- شرکت تهیه و تولید مواد معدنی و چهار شرکت انتخابی به شرح: شرکت ایران ذوب- شرکت قائم رضا- شرکت ایرینک- شرکت فولاد آلیاژی اصفهان و پنج تن از اعضای هیأت علمی عبارتند از: آقای دکتر عباس نجفی‌زاده و آقای دکتر علی شفیعی (دانشگاه صنعتی اصفهان)- آقای دکتر اسکندر کشاورز علمداری (دانشگاه امیرکبیر)- آقای دکتر محمدرضا ابوطالبی (دانشگاه علم و صنعت) و آقای دکتر رامین ابراهیمی (دانشگاه شیراز) و دو نفر از کارشناسان صنعت فولاد آقای مهندس محمدحسن جولوزاده و آقای مهندس عبدا... اعزازی به عنوان اعضای اصلی هیأت مدیره و اعضای علی‌البدل هیأت مدیره به ترتیب آرا اخذ شده عبارتند از: ۱- آقای مهندس سیروس مؤتمن ۲- آقای مهندس عبدالوهاب ادب آوازه، و مهندس احمد شریفی به عنوان بازرس اصلی انجمن.

کتاب راهنمای انتخاب و کاربرد فولاد ابزار

کتاب راهنمای انتخاب و کاربرد فولاد ابزار به تألیف آقای مهندس محمد حسین نشاطی در تیراژ ۲۰۰۰ نسخه در قطع وزیری توسط انتشارات انجمن آهن و فولاد ایران و با همکاری و هزینه شرکت فولاد آلیاژی ایران چاپ گردید. هم اکنون

اخبار اعضاء حقوقی انجمن آهن و فولاد ایران

شرکت فولاد آلیاژی ایران

انجمن تولید کنندگان فولاد آلیاژی ایران

تأسیس می‌شود

در راستای حمایت از صنایع همگون، ارتقاء سطح دانش تولید، بکارگیری و بهبود ارائه خدمات و رفع مشکلات بالفعل و بالقوه صنعت تولید فولاد آلیاژی، انجمن تولید کنندگان فولاد آلیاژی ایران با همکاری شرکت‌های فعال در این زمینه تشکیل می‌گردد.

در جلسه‌ای که به همین منظور و با حضور مدیران عامل شرکت فولاد آلیاژی ایران، مجتمع فولاد آلیاژی اصفهان، شرکت مجتمع صنعتی اسفراین برگزار شد، کسب پشتیبانی‌های مورد نیاز از طریق گسترش شناخت توانمندی‌های نهفته در این صنعت پایه و معرفی نقش آن در شکوفایی سایر صنایع و نیز ایجاد اشتغال، از عوامل انگیزش تأسیس این انجمن برشمرده شد.

از دیگر اهداف تشکیل این انجمن، تلاش برای توسعه همکاری بین تولیدکنندگان و مصرف کنندگان این صنعت جهت هم‌افزایی و تأمین منافع مشترک می‌باشد که به ارتقاء سطح کیفیت محصولات، بهبود خدمات و افزایش بهره‌وری در سطح ملی خواهد انجامید.

شرکت فولاد مبارکه اصفهان

با ساخت بزرگترین قطعه نسوز در شرکت

فولاد مبارکه سالیانه ۸ میلیارد ریال صرفه جویی حاصل شد

با ساخت بزرگترین قطعه ریختنی منولیتیک یا یکپارچه‌ی نسوز به وزن ۹۰۰۰ کیلوگرم بدست توانای مهندسی

شرکت فولاد مبارکه، علاوه بر افزایش عمر این نوع سقف و کاهش تعداد مورد نیاز آن در مقایسه با نوع غیر یکپارچه و به تبع آن کاهش هزینه‌های نسوز کاری و افزایش میزان زمان دسترسی بهره‌بردار به کوره، صرف نظر از مقایسه‌ی هزینه‌های حمل و نقل، سالیانه به میزان ۸ میلیارد ریال صرفه‌جویی حاصل شد.

دستیابی به رکورد روزانه حمل محصولات به

مقصد مشتریان در شرکت فولاد مبارکه

مدیر برنامه‌ریزی و کنترل تولید شرکت فولاد مبارکه از ثبت رکورد حمل محصولات در این شرکت خبر داد و گفت: در هشتم دیماه سال جاری با ارسال ۲۵ هزار و ۴۸۸ تن از انواع محصولات تولیدی رکورد جدیدی در زمینه حمل محصولات به مقصد مشتریان به ثبت رسید.

وی افزود: رکورد قبلی حمل محصولات به میزان ۲۲ هزار و ۴ تن بوده که ثبت رکورد جدید ۱۵ درصد را نشان می‌دهد.

برای اولین بار در کشور، تراکنش موتورهای

لکوموتیو فولاد مبارکه بومی سازی شد

با دستیابی به دانش فنی و ساخت تراکنش موتورهای لکوموتیوهای فولاد مبارکه (موتورهای الکتریکی کشنده) ضمن جلوگیری از خروج ارز از کشور به میزان ۴ میلیارد ریال در مقایسه با خرید خارجی آنها صرفه‌جویی بعمل آمد.

کارشناس خرید قطعات یدکی و ماشین آلات ساخت خارج فولاد مبارکه با بیان این مطلب گفت: در فولاد مبارکه ۱۵ عدد لکوموتیو وجود دارد که در هر یک ۴ تراکنش موتور بکار رفته است.

گرفتگی نازل پاتیل مذاب پدیده‌ای است که در تمام خطوط تولید فولاد جهان مشاهده می‌گردد به نحوی که در حین ریخته‌گری به دلیل رسوب ناخالصی‌های مذاب مخصوصاً ناخالصی‌های آلومینایی (Al_2O_3) در دهانه خروجی نازل پاتیل موجب باقی ماندن میزان قابل توجهی ذوب در پاتیل می‌گردد و این میزان ذوب به دلیل خارج نشدن از این مجرا و راه نیافتن به قالب ریخته‌گری به ضایعات تبدیل شده و خسارت‌های زیادی را به شرکت‌های فولادساز تحمیل می‌نماید.

ثبت رکورد جدید تولید در ناحیه فولاد

سازي و نورد پیوسته سبا

مهندس محمود ازبایزاده مدیر ناحیه فولاد سازی و نورد پیوسته (سبا) از ثبت رکورد جدید در این ناحیه خبر داد و گفت: با تلاش کارکنان سخت کوش ناحیه فولاد سازی و نورد پیوسته سبا، ۵۷ هزار تن تختال و ۵۶ هزار تن کلاف گرم در دی ماه سال جاری رکورد تازه‌ای در تولید این ناحیه به ثبت برسانند.

وی افزود رکورد ثبت شده به میزان یک هزار و ۲۶۶ تن فولاد مذاب، یک هزار و ۷۲۰ تن تختال و یک هزار و ۴۱۷ تن کلاف گرم بیشتر از رکورد قبلی این ناحیه می‌باشد.

با اجرای طرح Thin wall، سالانه ۱۰۰ تن

ظرفیت کوره‌های احیاء مستقیم فولاد مبارکه افزایش یافت

با اجرای طرح کاهش ضخامت دیواره‌های داخلی کوره‌ی واحد احیاء مستقیم سالانه ۱۰۰ هزار تن ظرفیت تولید آهن اسفنجی فولاد مبارکه افزایش یافت.

مهندس ضیائی کارشناس دفتر نوساز فولاد مبارکه با اعلام این خبر گفت: با افزایش ظرفیت کوره‌های قوس الکتریک فولاد سازی لزوم تولید آهن اسفنجی بیشتر نیز به عنوان یک

ماشین کاری قفسه رافینگ نورد گرم فولاد

مبارکه با فرزند پرتابل

با ساخت ماشین فرزند پرتابل سه محوره در فولاد مبارکه، برای اولین بار در کشور ماشینکاری قفسه رافینگ نورد گرم بدست کارشناسان داخلی انجام شد.

کارشناس ماشین افزار فولاد مبارکه با اعلام این خبر گفت: قفسه‌های نورد گرم از جمله تجهیزاتی هستند که غیرقابل دمونتاز بوده و به مرور زمان دچار دفورمگی در کف قفسه شده بودند و این امر در کمیت و کیفیت تولید اثر مستقیم داشت به همین منظور می‌بایست کارشناسان خارجی در خط نورد گرم حضور می‌یافتند که البته این کار مستلزم صرف هزینه‌های سنگین و توقف دراز مدت خط تولید بود.

بومی سازی مگنت ترمز آسانسورهای ناحیه

آهن سازی و نورد سرد فولاد مبارکه

علی عباسی مسئول شیفت مرکز تعمیرات برق تعمیرات مرکزی فولاد مبارکه با اعلام بومی سازی مگنت ترمز آسانسورهای ناحیه آهن‌سازی و نورد سرد گفت: از آنجایی که امکان تهیه و تدارک مگنت ترمز آسانسورهای ناحیه آهن‌سازی و نورد سرد در بازارهای داخلی وجود نداشت موفق شدیم برای رفع این ضرورت با همکاری تعمیرگاه مرکزی پروژه تعمیرگاه ترانسفورماتورها اقدام به ساخت مگنت‌های فوق نماییم.

افزایش بهره‌وری ۴۵ هزار تنی تولید فولاد در

ناحیه فولاد سازی فولاد مبارکه

با انجام مطالعات و پیگیری‌های مستمر کارشناسان با حذف ناخالصی‌های موجود در فولاد مذاب قبل از فرایند ریخته‌گری مداوم، گرفتگی‌های نازل‌های پاتیل مذاب در حین ریخته‌گری به میزان چشمگیری مرتفع گردید و سالانه ۴۵ هزار تن به میزان تولید فولاد سازی فولاد مبارکه افزوده شد.

ترتیب در این مسیر بیش از زمان تعیین شده در P.I.C بود که باعث ظاهر شدن آلارم Time out شده و در نتیجه باعث ریزش مواد در بین دو سیلو به اطراف می‌گردد.

📖 **خازن فشار متوسط SVC ساخته شد**

با اجرای طرح بهینه سازی و بومی سازی خازن‌های فشار متوسط (سیستم کنترل تولید راکتیو) پست ۴۰۰ در ناحیه فولاد سازی و نورد پیوسته مدت زمان انتظار جهت دریافت خازن از ۱۰ به ۲ ماه و مبلغ خرید آن از ۳۵ به ۱۷ میلیون ریال کاهش داشته است.

کارشناس تعمیرات برق ناحیه فولاد سازی و نورد پیوسته با اعلام مطالب فوق گفت: یکی از مهمترین عوامل استمرار تولید در ناحیه با اینکه تنها یک پست ۴۰۰ وجود دارد، آماده بکار بودن سیستم SVC می‌باشد که هرگونه اختلال و قطعی در این سیستم باعث توقف تولید می‌گردد ضمن اینکه سیستم SVC همانند یک نیروگاه توان راکتیو عمل نموده که ظرفیت ترانس موجود را جهت کارکرد همزمان کوره‌ها و نورد آزاد می‌نماید.

📖 **شرکت سهامی ذوب آهن اصفهان**

مهندس محمدرضا خسروی راد معاون بهره برداری ذوب آهن اصفهان با اشاره به انجام بازسازی‌های تعمیراتی این کارخانه گفت: اجرا و تکمیل پروژه‌های بازسازی و تعمیراتی و زیست محیطی ذوب آهن اصفهان در کنار تولید بخش‌های بهره برداری، به شدت در حال انجام می‌باشد.

وی گفت: در ادامه پروژه‌های طرح‌های جانبی توازن اجرای پروژه بازسازی دیگ اتیلزاتور و تصفیه گاز کنورتور شماره ۲ پس از انجام فعالیت‌های دمونتاژ تخریب دیگ و تصفیه گاز قدیمی، اجرای کارهای ساختمانی، اسکلت فلزی، نصب تجهیزات، کابل کشی و عایق بندی، در تاریخ ۸۸/۹/۳۰ راه اندازی دیگ شروع و مدار تولید قرار گرفته و

ضرورت در نظر گرفته شد و در ابتدا با ساخت مدول F و با اجرای طرح‌های توسعه متعدد از قبیل ترریق اکسیژن، تقویت کمپرسورها و ... ظرفیت ۵ کوره‌ی دیگر از ۶۰۰ به ۸۰۰ هزار تن رسید و در ادامه با اجرای طرح کاهش ضخامت دیواره‌های داخلی کوره‌ها (Thin wall) ظرفیت هر کوره به میزان ۲/۵ درصد دیگر افزایش یافت.

منظور از طرح Thin wall در کوره‌های احیای مستقیم کاهش ضخامت ساختار نسوز به همراه افزایش کیفیت نسوزهای کاربردی و افزایش تعداد مجاری ورود گاز احیاء کننده در قسمت یاستل کوره می‌باشد.

📖 **بومی سازی گیربکس قیچی نورد گرم فولاد مبارکه**

در راستای اهداف شرکت فولاد مبارکه مبنی بر بومی سازی تجهیزات اساسی خطوط تولید، پوسته و گیربکس قیچی واحد نورد گرم برای اولین بار در تعمیرگاه مرکزی شرکت ساخته شد.

سعادت ... محمدی مسئول شیفت ماشین افزار تعمیرگاه مرکزی با اعلام این خبر گفت: دستیابی به فناوری این تجهیز یکی از مهمترین دستاوردهای این امر می‌باشد، ضمن اینکه با این اقدام به میزان ۲ میلیارد ریال صرفه جویی حاصل شد.

📖 **کاهش هزینه‌ها با اجرای پروژه بهبود (QCC) در فولاد سازی فولاد مبارکه**

با اجرای پروژه بهبود (QCC) در واحد فولاد سازی و اصلاح سیستم Time out نوار نقاله A3 و جلوگیری از ریزش مواد، سالانه ۱/۵ میلیارد ریال کاهش هزینه عاید شرکت گردید.

قبلا به دلیل فاصله اضافی بین سیلوهای کوره قوس الکتریکی ۵، نسبت به بقیه کوره‌ها در طراحی اولیه، حرکت



در این سمینار یک روزه که با استقبال بیش از ۱۵۰ نفر از مدیران و کارشناسان داخلی و خارجی صنعت فولاد همراه بود موضوعاتی همچون بهره‌وری و بهینه‌سازی در کوره‌های قوس الکتریکی، ماشین‌های ریخته‌گری پیوسته، تولید بهینه و کاهش هزینه‌ها در شرایط فعلی بازار فولاد، ابعاد فنی و اقتصادی ذوب آهن اسفنجی با استفاده از انرژی شیمیایی و همچنین مورد کاوی یک مجتمع فولاد نمونه (BSW آلمان) مورد بحث و بررسی قرار گرفت.

لازم به ذکر است شرکت BSE با دو کوره قوس ۹۰ تن با زمان tap to tap حدود ۳۸ دقیقه، ۲/۳ میلیون تن در سال فولاد تولید می‌نماید و این در حالی است که مصرف انرژی الکتریکی مجموع TAF و I.F این واحد در حدود ۳۶۰ کیلووات ساعت در تن است.

مجتمع صنعتی اسفراین

ریخته‌گری شمش فوق سنگین فولاد آلیاژی

برای اولین بار در ایران شمش فوق سنگین به وزن ۶۳/۵ تن با روش استفاده از تاندیش با موفقیت ریخته‌گری شد. عضو هیأت مدیره و معاون تولید و بهره‌برداری مجتمع صنعتی اسفراین ضمن تایید این موضوع، از ریخته‌گری شمش ۸۰ تن در آینده نزدیک خبر داد، وی تاکید کرد با تولید این شمش‌های سنگین و توان آهنگری مقاطع سنگین در این مجتمع، صنعت کشور از واردات مقاطع سنگین فولاد آلیاژی بی‌نیاز می‌گردد.

تا کنون بیش از ۶۰ هزار تن فولاد با شرایط مطلوب در این کنورتور تولید شده است. ضمناً در کنار تعمیرات سنگین فوق رکورد ۶۴ ذوب در بخش فولاد سازی در مورخ ۸۸/۱۰/۲۱ معادل ۸۳۲۰ تن تولید شمش حاصل گردیده است.

شرکت مهندسی ساخت فولاد سایا

این شرکت با استفاده از تجربیات و امکانات خود اقدام به طراحی و ساخت بزرگترین رینگ کارخانه سیمان کشور با قطر خارجی ۷۴۰۰ و ارتفاع ۱۲۰۰ میلیمتر و وزن نهایی ۱۲۰ تن نموده که جهت ریخته‌گری این رینگ نیاز به ۳۶۰ تن مذاب می‌باشد. رینگ فوق با توجه به دندانه‌دار بودن آن از تکنولوژی تولید بالایی برخوردار است.

جهت تولید این قطعه ابتدا با استفاده از نرم‌افزارهای پیشرفته ریخته‌گری با همکاری مرکز پژوهش رازی اقدام به شبیه‌سازی مراحل ریخته‌گری و انجماد قطعه نموده و پس از پایان از اطمینان از سلامت قطعه مدل‌سازی آن انجام می‌گردد.

شرکت مهندسی آسین فولاد

برگزاری سمینار بهره‌وری در فولادسازی (Efficient Steelmaking)

اولین سمینار تخصصی "بهره‌وری در فولادسازی" توسط شرکت مهندسی آسین فولاد (عضو حقوقی انجمن آهن و فولاد) و با همکاری شرکت Badische Stahl Engineering آلمان در تاریخ ۲۰ مهرماه امسال در تهران برگزار شد.

استفاده از فولادهای میکروآلیاژی، نه تنها هزینه ساخت قطعات را کاهش می‌دهد بلکه فرصت رقابتی بیشتری را برای تولید قطعات مهندسی در داخل کشور و صادرات آن‌ها فراهم می‌کند.



www.mim.gov.ir

اخبار از سایت‌های بین‌المللی

(مرجع: Steel Times International)

✓ افزایش تولید فولاد آلمان در سال ۲۰۱۰

به نقل از اتحادیه فولاد آلمان، تولید فولاد در آلمان در سال ۲۰۱۰، ۱۰ تا ۱۵٪ افزایش خواهد یافت. در سال ۲۰۰۹، تولید فولاد آلمان با کاهش ۲۸ درصدی مواجه شد و به ۳۳ میلیون تن رسید. این در حالی است که در سال ۲۰۱۰ این مقدار به ۳۶ تا ۳۸ میلیون تن خواهد رسید. به نظر می‌رسد که این رشد در نتیجه تجدید تدارکات انبارها باشد.

✓ فروش اولین محموله سنگ آهن ریوتیتو به هند

در ماه دسامبر ۲۰۰۹، شرکت ریوتیتو؛ دومین تولیدکننده سنگ آهن در جهان، یک محموله ۱۶۰ هزار تنی سنگ آهن را به شرکت فولاد اسار هند فروخت. اگرچه چین بزرگترین بازار برای فروش محصولات ریوتیتو است اما با توجه به تقاضای هندی‌ها، فروش محصول به هند در دستور کار این شرکت قرار گرفته است.

✓ سرمایه‌گذاری ۳۵ میلیون یورویی کوروس در فرانسه

پس از قرارداد ۳۵۰ میلیون یورویی کوروس با شرکت اس-ان-اف-سی فرانسه، سرمایه‌گذاری ۳۵ میلیون یورویی کوروس در شمال شرقی فرانسه نیز انجام شد. در این طرح قرار است ریل‌های طویل راه آهن با طول ۱۰۸ متر تولید شوند. انتظار می‌رود که نزدیک به ۴۰۰ پیمانکار در این پروژه همکاری داشته باشند. هم‌اکنون واحد نورد کوروس در فرانسه قادر است ریل‌هایی تا طول ۸۰ متر را تولید کند. طبق قرارداد قبلی کوروس با اپراتور راه آهن فرانسه، تامین ریل‌های راه آهن تا شش سال به عهده کوروس خواهد بود.

✓ کارکنان یو-اس استیل به سر کار خود باز خواهند گشت

شرکت یو-اس استیل آمریکا در سال ۲۰۰۹، مجبور شد تا به دلیل بحران اقتصادی، ۴۰۰ کارمند خود را اخراج کند. اما، با توجه به شروع مجدد طرح گندله‌سازی در مینسوتا، این شرکت تمامی کارکنان خود را برای فعالیت در این طرح فراخوانده است.

✓ قرارداد کوب استیل با اتریش

قرار است کوب استیل فولادهای الکتروگالوانیزه مقاوم به اثر انگشت مورد درخواست شرکت وستالفیت استال اتریش را تامین کند. این نوع فولاد علاوه بر داشتن مقاومت به خوردگی، در وسایل الکتریکی نیز کاربرد دارد. انجام عملیات سطحی خاص باعث می‌شود که این فولاد در برابر اثر انگشت مقاوم باشد. هم‌اکنون ۲۵٪ صادرات فولاد الکتروگالوانیزه در ژاپن مربوط به کوب استیل است.

✓ شروع تولید محصولات طویل فولادی در سال ۲۰۱۳ توسط سورستال

بنا به گزارش شرکت سورستال روسیه، واحدی با ظرفیت تولید ۱ میلیون تن در سال در منطقه ساراتو روسیه راه‌اندازی خواهد شد. مبلغ قرارداد بیش از ۶۰۰ میلیون دلار است. عمده محصولات این واحد در بازار داخلی روسیه مصرف خواهند شد.

✓ طرح‌ریزی تکنولوژی نایر توس وان استیل

شرکت وان استیل؛ دومین تولیدکننده فولاد در استرالیا، به منظور فروش تکنولوژی تولید فولاد با استفاده از سوزاندن



سنگ آهن در پیلبارا واقع در غرب استرالیا هستند. قرارداد فوق می‌تواند باعث افزایش قدرت این دو شرکت در بازار آسیا شود. این قرارداد سبب اعتراض شرکت‌های تولیدکننده فولاد در آسیا - که بزرگترین خریدار سنگ آهن هستند - شده است.

✓ **چین، روسیه و آمریکا را به دامپینگ متهم کرد**
در چین، واردکنندگان محصولات فولادی از آمریکا ملزم به پرداخت مابه‌التفاوت ۱۰ تا ۲۵ درصدی و واردکنندگان فولاد از روسیه ملزم به پرداخت مابه‌التفاوت ۴ تا ۲۵ درصدی شده‌اند. این عمل در تلافی اقدام آمریکا صورت گرفته است. به گفته وزیر بازرگانی چین، وضع تعرفه‌های سنگین در مورد لوله‌های فولادی صادره به آمریکا به اقتصاد چین صدمه زده است.

تایر در حال مذاکره با چند شرکت آمریکایی است. استفاده از این تکنولوژی باعث کاهش ۳ درصدی مصرف انرژی و کاهش ۱۰ درصدی مصرف ذغال سنگ در وان استیل شده است. در این تکنولوژی، ابتدا تایر به صورت تفاله در می‌آید و سپس با کک مخلوط شده و در کوره بلند استفاد می‌شود. هم‌اکنون دو سوم تولید فولاد این شرکت، از این طریق صورت می‌گیرد. شرکت‌های نوکور و یو-اس استیل آمریکا به منظور کاهش هزینه‌های مواد اولیه در صدد خرید این تکنولوژی هستند.

✓ **سرمایه‌گذاری مشترک غول‌های معدن در استرالیا**
شرکت‌های بی-اچ-پی بیلیتون و ریوتینتو آماده سرمایه‌گذاری مشترک ۱۱۶ میلیارد دلاری در راستای تولید

ایجاد هر شغل مستقیم در صنعت فولاد برابر است با ایجاد ۱۷ شغل غیر مستقیم.



www.iraninstitute.com/1380/800524/html/report.htm

آیا می‌دانید که فولادهای ماراچینگ در مقایسه با فولادهای معمولی نه تنها از استحکام بالاتری برخوردارند بلکه چقرمگی آنها نیز بیشتر است.



http://en.wikipedia.org/wiki/Maraging_steel

تازه‌های تکنولوژی*

ترجمه و تنظیم: مهندس محمد مهدی وردیان

کاهش میزان نشر اکسیدهای نیتروژن به کمک احتراق نوسانی

اکسیدهای نیتروژن از مهم‌ترین آلاینده‌های صنعتی هستند. اخیراً سیستمی توسعه یافته است که به کمک آن نشر این ترکیبات را می‌توان به میزان ۵۰ تا ۹۰٪ کاهش داد. در این تکنولوژی از یک والو پالسی استفاده می‌شود. این تکنولوژی اخیراً در کوره‌های آئیل استفاده شده است و توانسته است میزان انتقال حرارت را ۱۰٪ افزایش دهد.



غلنک‌های انتقال با عمر طولانی

اخیراً در برتر هاربر آمریکا، غلنک‌های دوازده‌تایی از جنس آلومیناید نیکل برای انتقال فولاد در کوره‌های آئیل توسعه یافته است. این غلنک‌ها قبلاً از فولادهای زنگ‌نزن ریختگی ساخته می‌شد که سایش این غلنک‌ها افت کیفیت سطحی تختال را به دنبال داشت. در برخی موارد نیاز بود تا تختال مجدداً تحت کار مکانیکی قرار گیرد. اما با توسعه غلنک‌های جدید، علاوه بر کاهش مصرف انرژی و افزایش راندمان تولید، میزان خاموشی در سیستم نیز کاهش یافته است.



* این متن برگرفته از سایت www.memagazine.org می‌باشد.

عمر مفید یک واحد صنعتی به طور متوسط بین ۲۵ تا ۳۰ سال است و پس از آن واحد صنعتی باید به روز و مدرنیزه شود.



www.zacks.com



معرفی برخی مقالات از مجلات آهن و فولاد بین‌المللی

ISIJ International, Vol. 49 (2009), No. 10

A Review of Fluid Flows in Liquid Metal Processing and Casting Operations

Roderick I. L. Guthrie., pp. 1453-1467.

Behavior of Nitrogen During AOD Process

Jaana Riipi, Timo Fabritius, Eetu-Pekka Heikkinen, Pentti Kupari and Aki Kärrä., pp. 1468-1473.

Kinetics of Flux Dissolution in Oxygen Steelmaking

Neslihan Dogan, Geoffrey A. Brooks and Muhammad Akbar Rhamdhani., pp. 1474-1482.

Aluminum Deoxidation Equilibrium of Molten Iron–Aluminum Alloy with Wide Aluminum Composition Range at 1873 K

Youngjo Kang, Mikael Thunman, Du Sichun, Takashi Morohoshi, Kazumi Mizukami and Kazuki Morita., pp. 1483-1489.

Experimental Investigations of Phase Equilibria of MnS Containing Sub-systems in the MnO–SiO₂–Al₂O₃–MnS System

Dae-Hee Woo, Youn-Bac Kang, Henri Gaye and Hae-Geon Lee., pp. 1490-1497.

Production of Carbon Included Sinter and Evaluation of Its Reactivity in a Blast Furnace Environment

Chikashi Kamijo, Masaru Matsumura and Takazo Kawaguchi., pp. 1498-1504.

Improvement of Reactivity of Carbon Iron Ore Composite with Biomass Char for Blast Furnace

Shigeru Ueda, Kentaro Watanabe, Kazunari Yanagiya, Ryo Inoue and Tatsuro Ariyama., pp. 1505-1512.

Carbon/Slag Interactions between Coke/Rubber Blends and EAF Slag at 1550°C

Magdalena Zaharia, Veena Sahajwalla, Rita Khanna and Pramod Koshy., pp. 1513-1521.

Physical Modeling of a Sampler Filling for Molten Steel

Zhi Zhang, Anders Tilliander and Manabu Iguchi., pp. 1522-1529.

Slag Foaming in an Electric Arc Furnace

Hiroyuki Matsuura and Richard J. Fruchan., pp. 1530-1535.

Accuracy and Computational Efficiency of Phase-field Models

Kanae Oguchi and Toshio Suzuki., pp. 1536-1541.

Numerical and Experimental Analysis of Flow Phenomenon in Centrifugal Flow Tundish

Yun Wang, Yunbo Zhong, Baojun Wang, Zuosheng Lei, Weili Ren and Zhongming Ren., pp. 1542-1550.

Structure Optimization of Horizontal Continuous Casting Tundishes Using Mathematical Modeling and Water Modeling

Shufeng Yang, Lifeng Zhang, Jingshe Li and Kent Peaslee., pp. 1551-1560.



“In-situ” Observation of Remelting Phenomenon after Solidification of Fe–B Alloy and B-bearing Commercial Steels

Hlongbin Yin, Kenneth Blazek and Oscar Lanzi., pp. 1561-1567.

Numerical Analysis on Columnar-to-equiaxed Transition of δ -Ferrite Dendrite in Carbon Steel Induced by Titanium Carbonitride Particles

Munekazu Ohno and Kiyotaka Matsuura., pp. 1568-1574.

A Continuum Model of Solidification and Inclusion Collision-growth in the Slab Continuous Casting Caster

Hlong Lei, Dian-Qiao Geng and Ji-Cheng He., pp. 1575-1582.

Artificial Neural Network Modeling the Tensile Strength of Hot Strip Mill Products

Mohsen Botlani Esfahani, Mohammad Reza Toroghinejad and Shahram Abbasi.
pp. 1583-1587.

Microstructure and Mechanical Properties of Stainless Steel Component Manufactured by Shaped Metal Deposition

Tomas Skiba, Bernd Baufeld and Omer van der Biest., pp. 1588-1591.

Mechanical Behavior and Microstructure of High Carbon Si–Mn–Cr Steel with Trip Effect

Dagoberto Brandão Santos, Ronaldo Barbosa, Priscila Paulina de Oliveira and Elena V. Pereloma., pp. 1592-1600.

Evaluation of the Crystallographic Orientation Relationships between FCC and BCC Phases in TRIP Steels

Kim Verbeken, Liesbeth Barbé and Dierk Raabe., pp. 1601-1609.

Ordering Process and Variant Selection under Magnetic Field in $L1_0$ -type Co–50Pt and Fe–55Pd Alloys

Sahar Farjami, Takashi Fukuda and Tomoyuki Kakeshita., pp. 1610-1614.

Role of Vanadium Microalloying in Austenite Conditioning and Pearlite Microstructure in Thermomechanically Processed Eutectoid Steels

D. Jorge-Badiola, A. Iza-Mendia, B. López and J. M. Rodríguez-Ibabe.
pp. 1615-1623.

Subsurface Fatigue Crack Generation and Strain Incompatibility Near Grain Boundaries for a Nitrogen-strengthened Austenitic Steel at Cryogenic Temperatures

Osamu Umezawa., pp. 1624-1629.

Magneto-mechanical and Pseudoelastic Damping of Fe–Al Based Single Crystals

Hiroyuki Y. Yasuda, Kouki Fukushima, Yuichiro Koizumi, Yoritoshi Minamino and Yukichi Umakoshi., pp. 1630-1635.

Electromagnetic Field Transmission Characteristics in High Frequency by Particle Effect

Keisuke Fujisaki., pp. 1636-1643.

Synthesis of Zeolite-X from Waste Metals

Takchito Hiraki, Atsushi Nosaka, Noriyuki Okinaka and Tomohiro Akiyama.
pp. 1644-1648.



ترجمه دو چکیده مقاله از مجله:

ISIJ International, Vol. 49 (2009), No. 10

تولید کلوخه حاوی کربن و ارزیابی واکنش پذیری آن در کوره بلند

Production of Carbon Included Sinter and Evaluation of Its Reactivity in a Blast Furnace Environment

اخیراً، موضوع کاهش میزان نشر دی اکسید کربن به مسئله مهمی تبدیل شده است. در این راستا، افزایش واکنش پذیری سنگ آهن در کوربلند به منظور کاهش نشر دی اکسید کربن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. کامپوزیت‌های سنگ آهن کربن بدین منظور توسعه یافته‌اند. در این تحقیق، نوع جدیدی از کلوخه (کلوخه حاوی کربن) و میزان نشر دی اکسید و مونو اکسید کربن مربوطه مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج آن با نتایج آزمون کلوخه معمولی مقایسه شد. همچنین آزمون‌های ارزیابی نرم شدن و ذوب لایه زینتر و همچنین لایه شامل ۵۰٪ کلوخه حاوی کربن انجام شد که نتایج آن به شرح زیر است:

۱. یک کلوخه جدید که در آن یک پوسته (مشابه کلوخه معمولی) آنتراسیت را فراگرفته، تولید شد.
۲. حین احیای کلوخه حاوی کربن در دمای ۱۲۷۳ کلوین به کمک دی اکسید کربن مونو اکسید کربن، درجه احیای ۸۰٪ به دست آمد درحالی که در مورد کلوخه معمولی این مقدار کمتر بود.
۳. حین آزمون‌های ارزیابی نرم شدن و ذوب لایه زینتر، بستر زینتر کلوخه حاوی ۲۵۰ گرم ماده کامپوزیتی و ۲۵۰ گرم کلوخه معمولی به یک سوم افت فشار بستر زینتر کلوخه حاوی ۵۰۰ گرم کلوخه معمولی رسید.

بهینه سازی ساختاری تاندیش‌های افقی ریخته‌گری مداوم با استفاده از مدل‌سازی ریاضی و آبی

Structure Optimization of Horizontal Continuous Casting Tundishes Using Mathematical Modeling and Water Modeling

پیکربندی یک تاندیش ریخته‌گری مداوم با دو مجرای خروجی با استفاده از مدل سازی آبی، مدل سازی ریاضی و آزمون‌های صنعتی طراحی و بهینه‌سازی شد. پنج طرح بررسی شد: تاندیش بدون دستگاه کنترل جریان، تاندیش با مهار تلاطم از کف، تاندیش با مجرای عمیق و آب‌بند در انتهای آن، تاندیش با دو آب‌بند سوراخ‌دار و تاندیش با مجرای کم عمق و آب‌بند قرار گرفته در محفظه میانی. مدل سازی آب برای اندازه‌گیری زمان اقامت و بررسی میزان منطقه مرده و الگوهای جریان سیال مورد استفاده قرار گرفت. در مدل سازی ریاضی، جریان سیال، انتقال حرارت و حرکت و انتقال آخال‌ها محاسبه شد. در آزمایش‌های صنعتی، کل اکسیژن و میزان جذب نیتروژن و آخال‌ها در فولادهای نمونه‌گیری شده از تاندیش و بیلت‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تاندیش با مجرا و آب‌بند (چه در کف و چه در محفظه اصلی) از بهترین طرح‌ها هستند.

معرفی کتاب

عنوان کتاب:

راهنمای انتخاب و کاربرد فولاد ابزار

عنوان انگلیسی:

Handbook of Selection and Application of Tool Steel

گردآوری و ترجمه: مهندس محمدحسین نشاطی

ناشر: انتشارات آهن و فولاد

قیمت: ۵۰/۰۰۰ ریال

سال نشر: اسفند ماه ۱۳۸۸

تعداد صفحات: ۲۰۰ صفحه

عنوان کتاب:

خستگی مواد و سازه‌ها

عنوان انگلیسی:

Fatigue of Materials and Structures

ویرایشگران:

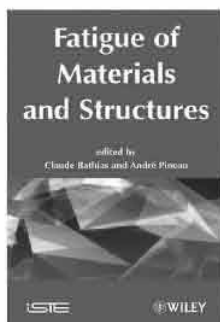
Claude Bathias and André Pineau

ناشر: Wiley-ISTE

قیمت: ۲۱۱/۱۹ دلار

سال نشر: ۲۰۰۹

تعداد صفحات: ۵۱۲ صفحه



معرفی

فولادهای ابزار از مهمترین انواع فولاد از نظر مشخصات کیفی و کاربرد می‌باشند. تقریباً در تمام صنایع تولیدی در ساخت انواع تجهیزات، قالبها و ابزار با شکلهای ابعاد و مشخصات متنوع مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این کتاب به معرفی انواع فولادهای ابزار سردکار و گرم‌کار و فولادهای قالب پلاستیک همراه با درج ویژگی‌ها، مزیت‌ها و کاربردهای خاص متداولترین فولادهای ابزار پرداخته شده است.

معرفی

خستگی و شکست سالانه میلیاردها دلار خسارت برجا می‌گذارد. در این کتاب علل خستگی و تاثیر عوامل محیطی و متالورژیکی بررسی شده است. این کتاب یک مرجع ارزشمند برای تمام مهندسانی است که با مشکل خستگی مواد مهندسی درگیر هستند.



عنوان کتاب:

فولادهای ماراجینگ: مدل سازی ریزساختار، خواص و کاربردها

عنوان انگلیسی:

Maraging Steels: Modelling of Microstructure, Properties and Applications

نویسندگان:

W. Sha and Z. Guo

ناشر:

Woodhead Publishing Ltd

قیمت: ۱۸۲/۸ دلار

سال نشر: ۲۰۰۹

تعداد صفحات: ۲۱۶ صفحه



معرفی

این کتاب شامل مباحث زیر است: مقدمه‌ای بر فولادهای ماراجینگ، ریزساختار فولادهای ماراجینگ، خواص مکانیکی فولادهای ماراجینگ و کاربردهای روش‌های شبیه سازی در مدل سازی خواص و ریزساختار این نوع از فولادها. این کتاب یک مرجع استاندارد برای محققین و صنعتگران است.

عنوان کتاب:

خوردگی در دمای بالا و کاربردهای مواد

عنوان انگلیسی:

High Temperature Corrosion and Materials Applications

نویسندگان:

George Y. Lai

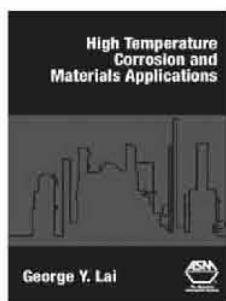
ناشر:

ASM International

قیمت: ۱۹۳/۸۳ دلار

سال نشر: ۲۰۰۷

تعداد صفحات: ۴۵۰ صفحه



معرفی

متخصصین خوردگی، مهندسین طراح، مسئولان نگهداری و تعمیرات تجهیزات در معرض دمای بالا مانند توربین‌ها، بویلرها و کلیه صنعتگران و محققانی که در حوزه خوردگی در دمای بالا فعالیت می کنند می توانند از این کتاب استفاده کنند. در این کتاب انواع خوردگی در دمای بالا و جنبه‌های کاربردی آن‌ها در صنایع نیز مورد بحث قرار گرفته است.

معرفی نرم افزار

نرم افزار ABAQUS

آباکوس یک نرم افزار قدرتمند شبیه سازی است که با استفاده از روش عددی المان محدود، قادر به تحلیل بسیاری از شبیه سازی های خطی ساده تا شبیه سازی های غیر خطی پیچیده می باشد. آباکوس هر هندسه پیچیده ای را مدل کند. این نرم افزار دارای مدل های زیادی برای تحلیل مواد مختلف مهندسی از جمله مواد فلزی، پلیمری، کامپوزیتی و ... است.

آباکوس علاوه بر بررسی مسائل سازه ای (تنش-کرنش)، قادر به شبیه سازی محیط های مختلفی مثل محیط های انتقال حرارت، انتقال جرم، مسائل حرارتی اجزاء الکتریکی (تحلیل های کوپل حرارتی-الکتریکی) و ... نیز می باشد.

آباکوس از لحاظ کاربری، نرم افزاری ساده می باشد و به کاربر امکان استفاده از قابلیت های فراوانی را می دهد. یک تحلیل کامل آباکوس معمولاً شامل مراحل زیر است:

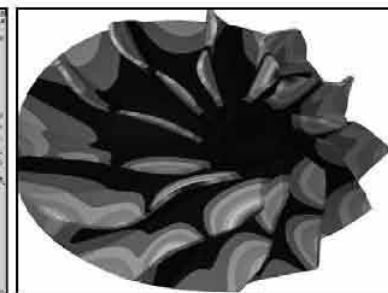
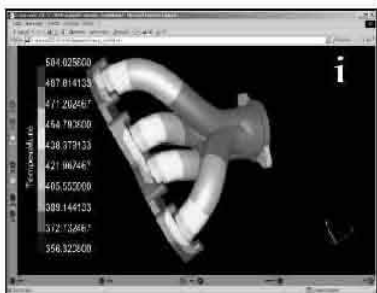
۱- پیش پردازش (Preprocessing): مثل هر نرم افزار المان محدود دیگری شما باید شرایط فیزیکی مساله را برای نرم افزار تعریف کنید. این کار می تواند با ساختن فایل های Input یا ورودی با پسوند .inp (با استفاده از نرم افزارهای text editor مثل Notepad) و یا در محیط اصلی نرم افزار و با استفاده از ابزارهای گرافیکی انجام گردد.

۲- شبیه سازی (Simulation): در این مرحله، نرم افزار حل عددی را انجام می دهد و نتایجی مثل تنش ها و تغییر مکان ها در فایل هایی با پسوند های مختلف ذخیره می شوند. بسته به میزان پیچیدگی ساختار مساله، حل مساله ممکن است در حد دقیقه و یا روزهای زیادی زمان ببرد.

۳- پس پردازش (Post processing): در این قسمت، نتایج حل مساله تحلیل می شوند و به صورت های مختلفی اعم از گرافیکی، کانتوری و یا به صورت گراف و یا حتی به صورت فایل های داده ای نتایج ارائه می شوند.

برخی از کاربردهای مهم این نرم افزار عبارتند از:

- شبیه سازی عملکرد ابزاری چون دریل ها، سمپاده زنها و دریل های بادی تحت ضربه و یا بار شدید
- پیش بینی طول عمر مکانیزم های مختلف از قبیل انتقال نیروی محرکه، ترمز و کلاچ
- شبیه سازی ترمومکانیکی در عملیات فرآوری مواد از قبیل نورد، قالب گیری و غیره
- شبیه سازی ساخت مواد پلیمری
- شبیه سازی جوشکاری
- شبیه سازی سایش مواد مهندسی



معرفی سمینارهای بین‌المللی در زمینه مواد و متالورژی

No	Title	Location	Date	Organization
1	2011 TMS Annual Meeting	San Diego, California, USA	27 February - 3 March, 2011	TMS
2	AISTech 2011 - Iron & Steel Technology Conference and Exposition	USA, Indianapolis	May 2-5, 2011	AIST
3	7th European Stainless Steel Science and Market Congress	Italy	June, 2011	AIM
4	International Conference in Advanced Solidification Processes (ICASP)	Salzburg or Linz, Austria	June, 2011	AIM
5	Steels for Cars and Trucks	Austria, Salzburg	June 8-10, 2011	SCI
6	Liquid Metal Processing	Austria, Leoben	September, 2011	ASMET
7	MS&T 2011 – The Material Science & Technology Conference and Exposition	USA, Columbus	October 17-20, 2011	Acers
8	10th European Electric Steelmaking Congress	France, Paris	2011	AIS/ UNESID
9	3rd International Conference in advanced Solidification Processes (ICASP)	Italy	2011	AIM
10	MEETEC 2001: Accompanying conferences and Congresses. 7th European Continuous Casting Conference. 5th International Conference in Simulation and Modelling of Metallurgical Processes in Steelmaking	Dusseldorf, Germany	2011	VDEH



11	AISTech 2012 - Iron & Steel Technology Conference and Exposition	USA, Atlanta	May 7-10, 2012	AIST
12	SCANMET IV – 4th International Conference on Process Development in Iron and Steelmaking	Sweden, Lulea	June 10-13, 2012	MEFOS
13	6th International Conference on Science and Technology of Ironmaking (ICSTI)	Brazil or Thailand	2012	TMS
14	5th International Congress on Science and Technology of Steelmaking (ICS)	Germany, Dresden	2012	TMS
15	4th International Conference on Thermomechanical Processing of Steels	UK/Sweden	2012	AIM
16	1st International Conference on Ingot Casting and Forging	Germany	2012	ESIC
17	International Conference on New Developments in Metallurgical Process	POLAND, Krakow, Warsaw	2012	AIM
18	6th European Rolling Conference (ERC)	Italy	2012	AIM



معرفی سمینارهای داخلی

ردیف	عنوان	مکان	زمان	برگزارکنندگان	پایگاه اینترنتی
۱	پنجمین همایش ملی مدیریت پسماند	مشهد مقدس	۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۸۹	-	www.pasmand.ir
۲	دومین همایش ملی نانو و نانو تکنولوژی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد	۱۵ و ۱۶ اردیبهشت ۱۳۸۹	-	www.nano.iaun.ac.ir
۳	همایش بین‌المللی عملیات حرارتی	دانشگاه آزاد اسلامی شهر مجلسی	۲۴ اردیبهشت ۱۳۸۹	دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر مجلسی	nazemi@majlesiconference.ir
۴	یازدهمین سمینار ملی مهندسی سطح	-	اردیبهشت ۱۳۸۹	-	-
۵	دومین کنفرانس بین‌المللی گرمایش؛ سرمایش و تهویه مطبوع	تهران- هتل بین‌المللی المپیک	۱۱ الی ۱۳ خرداد ۱۳۸۹	-	www.hvac-conference.ir
۶	هفتمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع	دانشگاه صنعتی اصفهان	۱۴ و ۱۵ مهرماه ۱۳۸۹	انجمن مهندسی صنایع ایران	www.iicc2010.com
۷	کنگره و نمایشگاه بین‌المللی معدن	تهران	۲۷ الی ۳۰ مهر ۱۳۸۹	خانه معدن ایران- وزارت صنایع و معادن	www.imc2009.org

سایت‌های اطلاع‌رسانی آهن و فولاد در شبکه اینترنت (مدیریت)



Free Management Library

این سایت یکی از مراجع مفید در رابطه با مسائل مدیریتی می‌تواند باشد. کلیه مباحث مدیریتی در این سایت قابل ردیابی است.

www.managementhelp.org

International Quality Management Solutions

مسائل مربوط به حوزه مدیریت کیفیت، استاندارد های مربوطه و وسایل آموزشی این حوزه در این سایت آورده شده است.

www.iqmsindia.com



International Organization of Standards

این سایت متعلق به سازمان جهانی استاندارد می‌باشد. مسائل مربوط به کلیه استانداردهای تولید از جمله استانداردهای مدیریت کیفیت در این سایت قابل دسترسی است.

www.iso.org



British Standard Organization

این سایت متعلق به سازمان استاندارد انگلیسی است. مباحث مربوط به مدیریت و آزمونگری، استاندارد سازی و ... آورده شده است.

www.bsigroup.com



Quality Management LTD

این شرکت یکی از بزرگترین شرکت‌هایی است که از سال ۱۹۸۳ تاکنون در زمینه مدیریت کیفیت فعالیت کرده است.

www.qualitymanagement.net

Quality Management

در این سایت ابعاد اقتصادی و فنی مدیریت کیفیت آورده شده است. در ضمن، آنالیز بازار نیز از جمله آیت‌هایی است که در این سایت قابل دسترسی است.

www.qmtrust.com



International Management System Marketing

مسائل مربوط به حوزه‌های مدیریتی از جمله مدیریت کیفیت، مدیریت مسائل زیست محیطی و مدیریت مسائل ایمنی در این سایت بررسی شده است.

www.imsm.co.uk



معرفی پروژه‌های کارشناسی ارشد مربوط به صنعت فولاد

عنوان پروژه:

بررسی جوش پذیری فولادهای سگدست خودرو

ارائه‌دهنده: مجتبی صالحی

استاد راهنما: دکتر مصطفی کتابچی

دانشکده مهندسی معدن و متالورژی - دانشگاه صنعتی امیرکبیر - ۱۳۸۸

چکیده

سگدست خودرو یکی از اجزای سیستم تعلیق خودرو می‌باشد که با روش‌های مختلفی به پوسته کمک فتر اتصال داده می‌شود. در نوعی از خودروها جهت انجام این اتصال از روش لحیم کاری سخت استفاده می‌گردد و با توجه به هزینه‌های بالای این روش، تحقیقاتی جهت جایگزین کردن لحیم کتری سخت با روش جوش کاری در حال انجام است. اولین مرحله جهت دستیابی به هدف فوق، بررسی جوش پذیری فولادهایی است که جهت ساخت سگدست استفاده می‌شوند. هدف از انجام این تحقیق بررسی جوش پذیری این فولادهاست. در این تحقیق نمونه‌هایی با هندسه ساده‌ای که شرایط واقعی سگدست را شبیه‌سازی می‌کرد، ساخته شد و سپس بر روی آنها عملیات حرارتی خاصی که روی سگدست انجام می‌شد، صورت گرفت. فرایند جوشکاری با استفاده از روش جوشکاری قوسی با گاز محافظ CO_2 و بدون انجام عملیات پس‌گرم و پیش‌گرم انجام شد، نتایج تحقیقات نشان داد فولاد 30MnSV_6 به علت عدم ترک خوردگی پس از انجام جوشکاری نسبت به فولادهای 41Cr_4 و 34CrS_4 دارای جوش پذیری بهتری است اما این فولاد نیز به علت ایجاد شدن مارتنزیت تمیز نشده با سختی بالا در منطقه متأثر از حرارت جوش مستعد ترک خوردگی است. بهینه کردن شرایط جوشکاری این فولادها جهت ادامه تحقیق مناسب به نظر می‌رسد.



عنوان پروژه:

لایه نشانی فولاد زنگ نزن مارتنزیتی ۴۱۰ با سوپرآلیاژهای پایه نیکل و کبالت توسط روش GTAW و بررسی مقاومت به خوردگی آن

ارائه‌دهنده: مریم صادقی لاریجانی

استاد راهنما: احمدعلی آماد

دانشکده مهندسی متالورژی و مواد - دانشگاه تهران - ۱۳۸۸

چکیده

فولادهای زنگ نزن مارتنزیتی دارای ترکیبی از خواص مکانیکی و خوردگی بوده و به همین دلیل در صنایع مختلف مانند شیرهای بخار، کمپرسورها، پمپ‌ها و ساخت پره‌های توربین بخار از این دسته فولادها استفاده می‌شود. پره‌های توربین بخار به دلیل شرایط کاری موجود، شامل تنش‌های مکانیکی و محیط خورنده و دمای بالا، تحت تأثیر عوامل تخریبی مختلف نظیر سایش، خستگی حرارتی و مکانیکی و خوردگی می‌باشند که هر یک از این عوامل روی عمر مفید کاری و همچنین شکست قطعات تأثیر زیادی دارند. لایه نشانی فولادهای زنگ نزن مارتنزیتی با سوپرآلیاژهای پایه کبالت یک روش مناسب جهت افزایش مقاومت به خوردگی و سایش لایه سطحی قطعات ساخته شده از این نوع فولاد می‌باشد. لذا در این تحقیق سطح فولاد زنگ نزن مارتنزیتی نوع AISI ۴۱۰ با آلیاژهای استلایت ۶، استلایت ۲۱ و اینکونل ۶۲۵ به روش جوشکاری GTAW در ضخامت‌های مختلف لایه نشانی شد. بررسی ریزساختار و سختی سطح و همچنین پروفیل تغییرات سختی از فصل مشترک به سطح توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی و متالوگرافی نوری و ریز سختی سنجی انجام شد. از آزمایش‌های خوردگی پلاریزاسیون، اندازه‌گیری امپدانس الکتروشیمیایی و غوطه‌وری در محلول ۳٪ NaCl جهت بررسی رفتار خوردگی پوشش‌ها استفاده شد. همچنین بعد از آزمایش غوطه‌وری سطح نمونه‌ها توسط میکروسکوپ نوری و الکترونی بررسی شده و از آنالیز پراش پرتو ایکس جهت تشخیص محصولات خوردگی استفاده شد. نتایج حاصل از آزمایش‌های خوردگی نشان می‌دهد که مقاومت به خوردگی آلیاژ اینکونل ۶۲۵ بیشتر از آلیاژهای استلایت ۶ و استلایت ۲۱ است و همچنین آلیاژ استلایت ۲۱ نیز به خاطر درصد کربن پایین‌تر و حضور مقدار بیشتری عناصری نظیر کرم و مولیبدن به صورت محلول جامد مقاومت به خوردگی بهتری نسبت به آلیاژ استلایت ۶ دارد. همچنین مقاومت به خوردگی پوشش‌ها در هر کدام از این آلیاژها با افزایش ضخامت، به دلیل درصد دقت حجمی کمتر و در نتیجه مقدار کرم بالاتر و درصد آهن کمتر بهبود یافته است.

عنوان پروژه:

تشکیل و مشخصه‌یابی پوشش نفوذی سیلیسیم روی فولاد زنگ نزن 304L و فولاد کربنی CK10 به روش پودری فشرده

ارائه‌دهنده: پیام فرح خواه

استاد راهنما: دکتر فخرالدین اشرفی زاده

دانشکده مهندسی مواد- دانشگاه صنعتی اصفهان- ۱۳۸۸

چکیده

در این پژوهش پوشش نفوذی سیلیسیم به روش پودری جمعی روی زیر لایه فولاد زنگ‌نزن آستینی 304L AISI و فولاد کربنی CK10 اعمال گشت. برای این منظور از طراحی آزمایش‌ها کمک گرفته شود و با استفاده از روش ناگوجی آزمایش‌ها طراحی و تحلیل شدند. پوششها توسط متالوگرافی نوری، میکروسکوپ الکترونی رومی (SEM)، آنالیز شیمیایی نیمه کمی (EDS)، پراش پرتو ایکس (XRD) و ریزسختی سنجی مورد ارزیابی قرار گرفتند. همچنین مقاومت این لایه‌ها در برابر اسید نیتریک غلیظ توسط آزمون غوطه‌وری سنجیده شد. پوشش‌ها و مقاومت بسیار خوبی در مقابل اسید نیتریک از خود نشان دادند و نرخ خوردگی آنها در اسید، کمتر از ۲۰mpy بود.

نتایج بررسی‌ها نشان داد که پوشش سیلیکون‌نازینگ سختی و تردی بالایی داشته و متخلخل است. ضخامت پوشش‌ها برای شرایط مختلف متغیر بوده و تا حدود میلیمتر هم می‌رسد. مطالعات انجام شده توسط XRD مشخص کرد که پوشش‌ها از ترکیبات بین فلزی آهن و سیلیسیم مشتمل بر فازهای Fe_3Si و FeSi تشکیل یافته‌اند و در فولاد زنگ نزن علاوه بر سیلیساید های آهن، فازهای حاوی نیکل و کروم نظیر Cr_3Si و $(\text{Ni}, \text{Fe})_{22}\text{Si}_7$ و Ni_2Si نیز مشاهده شدند. تخلخل و ضخامت موجود در این لایه‌ها به کمک پردازش تصویری به صورت کمی اندازه‌گیری شد و تاثیر هر یک از عوامل بر میزان تخلخل و ضخامت، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که به ترتیب زمان و دما بیشترین تاثیر را بر ضخامت نهایی پوشش و تخلخل دارند و درصد فعال ساز و سیلیسیم موجود در مخلوط پودر اولیه، مهمترین نقش را در میزان نفوذ سیلیسیم بر عهده دارند.



معرفی انتشارات انجمن آهن و فولاد ایران

ردیف	عنوان	گردآورنده	تاریخ انتشار	مبلغ (ریال)
۱	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۷۵	دانشکده مهندسی مواد دانشگاه صنعتی اصفهان	مهر ۱۳۷۵	۴۰/۰۰۰
۲	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۷۸	انجمن آهن و فولاد ایران	اردیبهشت ۱۳۷۸	۵۰/۰۰۰
۳	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۷۹	انجمن آهن و فولاد ایران	بهمن ۱۳۷۹	۵۰/۰۰۰
۴	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۰	انجمن آهن و فولاد ایران	بهمن ۱۳۸۰	۵۰/۰۰۰
۵	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۱	انجمن آهن و فولاد ایران	بهمن ۱۳۸۱	۶۰/۰۰۰
۶	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۲	انجمن آهن و فولاد ایران	بهمن ۱۳۸۲	۷۰/۰۰۰
۷	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۳	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ۱۳۸۳	۸۰/۰۰۰
۸	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۴	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ۱۳۸۴	۸۵/۰۰۰
۹	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۵	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ۱۳۸۵	۹۵/۰۰۰
۱۰	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۶	انجمن آهن و فولاد ایران	بهمن ۱۳۸۶	۱۰۵/۰۰۰
۱۱	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۷	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ۱۳۸۷	۱۲۰/۰۰۰
۱۲	جزوه بهبود مستمر در صنعت با استفاده از نگرش کایزن	مهندس عبدالله اعزازی	آذر ۱۳۸۰	۶/۰۰۰
۱۳	جزوه شناخت، ارزیابی و کنترل آخالها در فولاد همراه با ضمیمه	دکتر احمد کرمانپور	مرداد ۱۳۸۱	۴۶/۰۰۰

۱۰/۰۰۰	تیرماه ۱۳۸۲	مهندس عبدالوهاب ادب آوازه	کتاب جوشکاری فولادهای صنعتی	۱۴
۱۰/۰۰۰	زمستان ۸۲	Glyn Meyrick- Robert H. wagoner- wei Gan	Physical Metallurgy of Steel (2001)	۱۵
۱۰/۰۰۰	زمستان ۸۲	The Southern African Institute of Steel Construction	Introduction to the Economics of Structural Steel Work (2001)	۱۶
۴۵/۰۰۰	شهریور ۸۷	H. K. D. H. Bhadeshia and Sir Robert Honeycombe	Steels "Microstructure and Properties", Third Edition	۱۷
۱۵/۰۰۰	شهریور ۸۷	International Iron & Steel Institute	Advanced High Strength Steel (AHSS) Application Guidelines, Version 3	۱۸
۴۸/۰۰۰	شهریورماه ۸۴	مهندس محمدحسین نشاطی	کتاب فولادسازی ثانویه	۱۹
۱۸۰/۰۰۰	شهریورماه ۸۸	مهندس پرویز فرهنگ	کتاب فرهنگ جامع مواد	۲۰
۱۰/۰۰۰	از پائیز ۷۹ لغایت تابستان ۸۸	انجمن آهن و فولاد ایران	فصلنامه علمی - خبری پیام فولاد از شماره ۱ لغایت شماره ۳۵	۲۱
افراد حقیقی ۳۰/۰۰۰ مؤسسات حقوقی ۵۰/۰۰۰	از زمستان ۸۳ لغایت زمستان ۸۷	انجمن آهن و فولاد ایران	مجله علمی - پژوهشی بین المللی انجمن آهن و فولاد ایران (International Journal of Iron & Steel Society of Iran)	۲۲
۵۰/۰۰۰	اسفندماه ۸۸	مهندس محمدحسین نشاطی	راهنمای انتخاب و کاربرد فولاد ابزار	۲۳

در ضمن هزینه پست سفارشی به مبالغ فوق اضافه خواهد شد. جهت کسب اطلاعات بیشتر با شماره تلفن ۲۸-۳۹۱۲۷۲۷ (۰۳۱۱) دفتر مرکزی انجمن آهن و فولاد ایران تماس حاصل نمائید.





انجمن آهن و فولاد ایران

فراخوان مقاله برای مجله بین‌المللی انجمن آهن و فولاد ایران

در راستای تخصصی‌تر شدن مجلات علمی و تحقیقاتی در کشور و به منظور اطلاع‌رسانی و تقویت هرچه بیشتر پیوندهای متخصصین، اندیشمندان، دانشگاهیان و پژوهشگران ملی و بین‌المللی در زمینه صنعت آهن و فولاد، انجمن آهن و فولاد ایران مجوز انتشار یک مجله علمی-پژوهشی بین‌المللی را با عنوان:

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

از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری کسب نموده است.

بدینوسیله از کلیه صاحب‌منظران، اعضاء هیأت علمی دانشگاهها و مراکز پژوهشی و دانشجویان تحصیلات تکمیلی دانشگاهها و مؤسسات پژوهشی دعوت می‌گردد جهت هرچه پر بار 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 شیمیایی 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- نوسزهای مصرفی در صنایع فولاد

آدرس دبیرخانه مجله:

اصفهان- دانشگاه صنعتی اصفهان- کدپستی: ۸۳۱۱۱-۸۴۱۵۶- انجمن آهن و فولاد ایران- دبیرخانه مجله بین‌المللی
دبیرخانه مجله بین‌المللی انجمن آهن و فولاد ایران



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
Isfahan University of Technology
Isfahan 84154, Iran
(Telephone): + 98-311-391-2727
(Telefax): + 98-311-391-2728

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 **floppy disk or 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. See attached **List**. 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 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 یا فرم تکمیل شده اشتراک به نشانی:
اصفهان- دانشگاه صنعتی اصفهان- کدپستی: ۸۳۱۱۱-۸۴۱۵۶ انجمن آهن و فولاد ایران ارسال فرمائید.
 - 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 ۶۶/۰۰۰ ریال می‌باشد.
 - ۵- در صورت نیاز به اطلاعات بیشتر با تلفن‌های ۳۹۱۲۷۲۸-۳۹۱۲۷۲۷ (۰۳۱۱) تماس حاصل فرمائید.

فرم اشتراک فصلنامه پیام فولاد

پیوست 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 بوده ام 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.





ISSI

فرم درخواست عضویت حقیقی و حقوقی در انجمن آهن و فولاد ایران

توجه: لطفاً در قسمتهای هاشور زده، چیزی ننویسید و نام و نام خانوادگی خود را به لاتین در محل مربوطه بنویسید.

<input type="text"/>		<input type="text"/>	<input type="text"/>
نوع عضویت		کد عضویت	نام خانوادگی
Name	<input type="text"/>	<input type="text"/>	نام
Family	<input type="text"/>	<input type="text"/>	نام خانوادگی
Company	<input type="text"/>	<input type="text"/>	نام محل کار
<input type="text"/>	تاریخ تولد	<input type="text"/>	سمت سازمانی
<input type="text"/>	محل تولد	<input type="text"/>	شماره شناسنامه
<input type="text"/>		آدرس محل کار	
<input type="text"/>	صندوق پستی	<input type="text"/>	کد پستی محل کار
<input type="text"/>	دورنویس	<input type="text"/>	تلفن محل کار
<input type="text"/>		آدرس مکاتبه	
<input type="text"/>	صندوق پستی	<input type="text"/>	کد پستی
<input type="text"/>	تلفن همراه	<input type="text"/>	تلفن
E-mail	<input type="text"/>		
<input type="text"/>	سال دریافت مدرک	<input type="text"/>	آخرین مدرک تحصیلی
<input type="text"/>	کشور/شهر دریافت مدرک	<input type="text"/>	رشته تحصیلی
		<input type="text"/>	دانشگاه اخذ آخرین مدرک
<input type="text"/>	تاریخ انعام عضویت	<input type="text"/>	تاریخ شروع عضویت
<input type="text"/>	تسویه حسابات	<input type="text"/>	تعداد سال عضویت

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).
- ۳- دو قطعه عکس ۳×۴.
- ۴- قیش بانکی به مبلغ (برای مؤسسات حقوقی وابسته ۵,۰۰۰,۰۰۰ ریال، برای اعضاء حقیقی ۲۰۰,۰۰۰ ریال، برای دانشجویان ۱۰۰,۰۰۰ ریال) به حساب جاری ۱۲۰۳ بانک ملی ایران، شعبه دانشگاه صنعتی اصفهان (کد شعبه ۳۱۸۷) به نام انجمن آهن و فولاد ایران.



دستور العمل تهیه مقاله برای فصلنامه پیام فولاد

۵- جداول و نمودارها با سطر بندی و ستون بندی مناسب ترسیم شده و در مورد جداول شماره و شرح آن در بالا و در مورد اشکال در زیر آن درج گردد. واحدهای سیستم بین المللی (SI) برای واحدها 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 شماره گذاری 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 شماره گذاری 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 نرم افزار Microsoft Word (نسخه ۲۰۰۰ یا XP) انجام شود.
- از تایپ شماره صفحه خودداری شود.
- مطالب تنها بر یک روی کاغذ A4 (۲۹۷×۲۱۰ میلی متر) چاپ شود.
- چاپ مقاله توسط چاپگر لیزری انجام شود.
- فصلنامه پیام فولاد در حکم 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.

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 بایستی 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 A4 و طبق دستور العمل زیر تهیه و به همراه دیسکت یا سی دی 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، نتیجه گیری و مراجع

* مقالات موردی می‌تواند شامل چکیده، نتایج و بحث و جمع بندی و در صورت نیاز مراجع می‌باشد. رعایت سایر موارد ذکر شده در بالا در مورد مقالات مروری الزامی است.

