




انجمن آهن و فولاد ایران

پیام فولاد

۱۳۹۵

فصلنامه علمی - خبری انجمن آهن و فولاد ایران
پاییز - شماره ۶۴

پیام فولاد مطالب علمی - خبری در زمینه آهن و فولاد یا زمینه‌های مرتبط را منتشر می‌کند. چاپ مطالب به منزله تأیید دیدگاه پدیدآورندگان آن نیست، نقل و اقتباس از مطالب پیام فولاد با ذکر مأخذ آن بلامانع است. 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. 



صاحب امتیاز: انجمن آهن و فولاد ایران

مدیرمسئول و سردبیر: دکتر حسین ادريس

هیأت تحریریه:

دکتر عباس نجفی‌زاده (استاد دانشگاه صنعتی اصفهان)

دکتر حسین ادريس (استاد دانشگاه صنعتی اصفهان)

دکتر علی شفیعی (استاد دانشگاه صنعتی اصفهان)

دکتر مرتضی شمعیان (استاد دانشگاه صنعتی اصفهان)

دکتر کیوان رئیسی (استاد دانشگاه صنعتی اصفهان)

دکتر احمد ساعتچی (استاد دانشگاه صنعتی اصفهان)

دکتر بهروز ارباب‌شیرانی (دانشیار دانشگاه صنعتی اصفهان)

مهندس محمدحسن جولازاده (شرکت آژینه گستر اسپادانا)

مدیر اجرایی: مهندس مرتضی صالحی

مدیر روابط عمومی: فریدون واعظزاده

طراحی جلد و صفحه‌آرایی: شهرزاد ابراهیم‌زاده

ناشر: انجمن آهن و فولاد ایران

چاپ: مجتمع چاپ ایرانیان

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

بهاء: ۷۰۰۰۰ ریال

نشانی: اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، شهرک علمی

تحقیقاتی اصفهان، انجمن آهن و فولاد ایران،

کدپستی: ۸۳۱۱۱-۸۴۱۵۶

تلفن: ۰۲۶-۳۳۹۳۲۱۲۱-۰۳۱، تلفکس: ۰۳۱-۳۳۹۳۲۱۲۴

E-mail: info@issiran.com

www.issiran.com



● اثر سیلیسیم بر گرم شکنندگی فولاد ترجمه : محمدحسین نشاطی (شرکت فولاد آلیاژی ایران)	۴
● ارزیابی صنایع فولاد کشور آلمان در سال ۲۰۱۵ تهیه و تنظیم: مهندس محمدحسن جولازاده (مشاور عالی شرکت فولاد ناب تبریز)	۱۳
● بهینه کاوی عملکردی تولیدکنندگان مطرح فولاد دنیا در امتداد بررسی چالش‌ها و افزایش رقابت پذیرد صنعت فولاد کشور تولید فولاد به روش کوره بلند - کنورتور اکسیژنی عباسعلی سبکتکین، افشین طاهری، محمدحسن جولازاده (مشاور عالی شرکت فولاد ناب تبریز)	۲۰
● اخبار انجمن آهن و فولاد ایران	۲۶
● اخبار اعضای حقوقی انجمن آهن و فولاد ایران	۲۹
● اخبار بین المللی	۳۰
● منتخبی از عناوین مقالات مندرج در مجلات بین المللی آهن و فولاد (در این شماره) مجله: ISIJ International, Vol. 56(2016) No. 10	۳۲
● معرفی کتاب	۳۳
● سمینارهای بین المللی	۳۴
● سمینارهای داخلی	۳۵
● آلیاژسازی و فعالسازی مکانیکی، فناوری تهیه نانو مواد منتشر شده توسط ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، نویسنده: ساعد صیاد رضایی نژاد	۳۶
● برگزاری دوره های آموزشی انجمن آهن و فولاد ایران	۴۲
● انتشارات آهن و فولاد	۴۵
● فرم درخواست عضویت حقیقی و حقوقی در انجمن آهن و فولاد ایران	۴۷
● فراخوان مقاله برای مجله بین المللی انجمن آهن و فولاد ایران	۴۸
● دستورالعمل تهیه مقالات به زبان انگلیسی جهت مجله بین المللی علمی - پژوهشی انجمن آهن و فولاد ایران	۴۹
● راهنمای اشتراک فصلنامه پیام فولاد	۵۲
● تعرفه آگهی در فصلنامه پیام فولاد	۵۳
● دستورالعمل تهیه مقاله برای فصلنامه پیام فولاد	۵۴

سخن سردیس

سر مقاله

شماره حاضر مجله پیام فولاد که شصت و چهارمین شماره از این مجله علمی-خبری می‌باشد حاوی سه مقاله علمی و هم چنین یک مقاله در زمینه ارزیابی صنایع فولاد کشور آلمان است، که این مطالب در قسمت مقالات و دانستنی‌ها آورده شده است. در کنار این مطالب موضوعات مختلفی در دیگر بخش‌های این نشریه در رابطه با صنایع فولاد گردآوری شده است. امیدوارم حداقل بخشی از مطالب این شماره که توسط همکاران دانشگاهی و صنعتی و همچنین همکاران در انجمن آهن و فولاد ایران تدارک دیده شده است، مورد استفاده شما همکار گرامی در دانشگاه و صنعت قرار گیرد.

دکتر حسین ادريس
مدیرمسئول و سردبیر فصلنامه پیام فولاد

اثر سیلیسیم بر گرم شکنندگی فولاد^۱

ترجمه: محمدحسین نشاطی

شرکت فولاد آلیاژی ایران

چکیده

گرم شکنندگی یک پدیده ترک خوردگی سطح به دلیل مقدار زیاد Cu در فولادهای تولید شده با استفاده از قراضه در کوره قوس الکتریکی می‌باشد. تمرکز این مطالعه بر تعیین نسبت Si و Ni مورد نیاز برای مقابله با اثرات منفی Sn و Cu و بر تعیین مکانیزمی که بوسیله آن Si به کاهش اکسیداسیون و بهبود گرم شکنندگی کمک می‌کند، می‌باشد.

۱- مقدمه

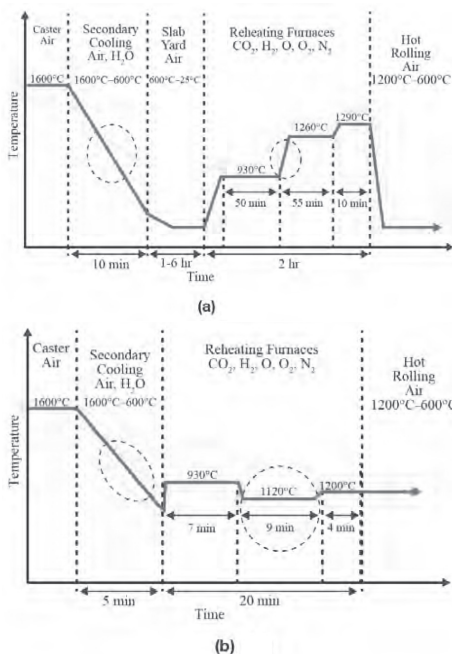
فولاد به طور معمول با استفاده از دو روش تولید می‌شود. روش اول استفاده از فرآیند کوره بلند/کوره بازی اکسیژنی (BF/BOF) می‌باشد، که در آن در ابتدا از کوره بلند برای احیای سنگ آهن با کک برای تولید چدن خام استفاده می‌شود. سپس چدن خام در کوره بازی اکسیژنی فرآوری می‌شود. روش دوم از طریق بازیافت آهن قراضه در کوره قوس الکتریکی (EAF) است. طبق اعلام اداره بررسی‌های زمین شناسی آمریکا، در سال ۲۰۱۰ بازیافت قراضه در EAF ها حدود ۶۱٪ از تولید فولاد آمریکا را در مقایسه با ۴۶٪ در سال ۱۹۹۱ تشکیل داده است. فولادسازی با EAF تولید را با توجه به چند مزیت نسبت به فرآیند BF/BOF افزایش داده است. از آنجا که EAF از آهن قراضه به عنوان منبع اصلی خود به جای سنگ آهن احیا شده و زغال سنگ استفاده می‌کند، این فرآیند هزینه‌ها، انرژی، مواد خام و انتشار آلاینده‌ها از قبیل SO_x ، CO_2 و NO_x را در مقایسه با فولادسازی با فرآیند BF/BOF کاهش می‌دهد. یک کارخانه تولید فولاد با EAF همچنین به هزینه سرمایه‌گذاری کمتری نسبت به یک مجتمع یکپارچه BF/BOF نیاز دارد. فولاد بازیافتی از سه نوع قراضه تشکیل شده است: ۵۸٪ قراضه حاصل از مصرف کنندگان یا قراضه کهنه (عمدتاً بازیافت خودروها)، ۱۸٪ قراضه ناشی از سرفیچی‌های صنایع مصرف کننده فولاد که بنام قراضه فوری شناخته می‌شود، و ۲۴٪ قراضه داخلی از کارخانه‌های تولید

فولاد است. چالش عمده در استفاده از قراضه بازیافتی نوسان در قابلیت دسترسی به قراضه و همچنین امکان نامشخص بودن ترکیب شیمیایی، بسته به منبع قراضه است. قراضه کهنه حاوی مقادیر مختلفی از عناصر باقیمانده، مانند Cu، Sn، Ni و Si می‌باشد. بالا بودن میزان Cu در هنگامی که فولاد در دمای بالاتر از $1100^\circ C$ اکسید می‌شود می‌تواند منجر به یک عیب سطحی بنام گرم شکنندگی سطحی شود. سطح تماس اکسید/فلز از Cu غنی می‌شود تا زمانی که بیش از حلالیت Cu در آستنیت شود، که در آن نقطه فاز مایع Cu تشکیل می‌گردد و در مرز دانه‌ها نفوذ می‌کند. این موضوع باعث ترد شدن مرز دانه‌ها خواهد شد و منجر به ترک خوردگی در طی نورد می‌شود. عناصر باقیمانده به طور کلی عناصری هستند که در قراضه یافت می‌شوند و همراه با Fe اکسید نمی‌شوند، عناصری مانند Cu، Ni، Sn، Sb، As، S، P هر بار که فولاد بازیافت می‌شود، درصد عناصر باقیمانده در قراضه به علت تلفات اکسیداسیون آهن افزایش می‌یابد. علاوه بر این، مذاب حاوی سایر ناخالصی‌ها و عناصری که عمداً اضافه شده‌اند از قبیل Al، Si و Mn، که آسان‌تر از آهن اکسید می‌شوند نیز خواهد بود. Sn گرم شکنندگی را تشدید می‌کند، در حالی که Ni و Si نشان داده‌اند که گرم شکنندگی را بهبود می‌دهند. در حالی که Ni برای کاهش گرم شکنندگی مؤثر است، اضافه کردن مقدار زیادی برای مقابله با اثرات زیانبار Sn و Cu می‌تواند بسیار گران باشد.

کنترل گرم شکنندگی به منظور کاهش هزینه‌ها و بهبود بازدهی در فولادسازی با EAF مهم است. چاره فعلی برای جلوگیری از گرم شکنندگی در صنعت رقیق کردن قراضه با مواد آهن‌دار خالص‌تر است به طوری که مقدار Cu در حد حلالیت در فولاد جامد باقی بماند. اما، این راه حل مطلوبی

۱. این متن ترجمه کاملی از مقاله زیر است:

Effect of Silicon on Hot Shortness, Iron & Steel Technology, January 2013.



شکل ۱. فرآیند گرم کردن مجدد برای: (a) فرآیند معمولی و (b) شارژ گرم مستقیم.

خطر بروز گرم شکنندگی سطحی در طی خنک کنندگی ثانویه در ماشین ریخته گری پیوسته و گرم کردن برای مراحل نورد گرم بالاترین است. در فرآیند متعارف، اول فولاد تا دمای اتاق سرد شده و سپس برای نورد گرم حرارت داده می شود. فرآیند دیگر برای نورد گرم، شارژ گرم مستقیم است، که در آن فولاد به صورت ریخته گری شده به طور مستقیم بدون نیاز به سرد شدن وارد کوره می شود. شکل ۱ دو فرآیند مختلف نورد گرم را نشان می دهد. هر دو فرآیند باعث اکسید شدن فولاد به دلیل آتمسفر اکسیدی در کوره و دمای بین ۱۱۰۰ و ۱۲۰۰°C می شوند. در دمای بالاتر از ۱۲۰۰°C، نفوذ وارونه Cu به فولاد برای جلوگیری از تشکیل مایع غنی از Cu به اندازه کافی سریع است. مناطق دایره دار در شکل ۱ مناطق با حداکثر گرم شکنندگی را نشان می دهند.

از آنجا که Fe در فولاد اکسید می شود، چند فرآیند وجود دارد که به طور همزمان رخ می دهند، که منجر به گرم شکنندگی می شوند، همانگونه که در شکل ۲ نشان داده شده است.

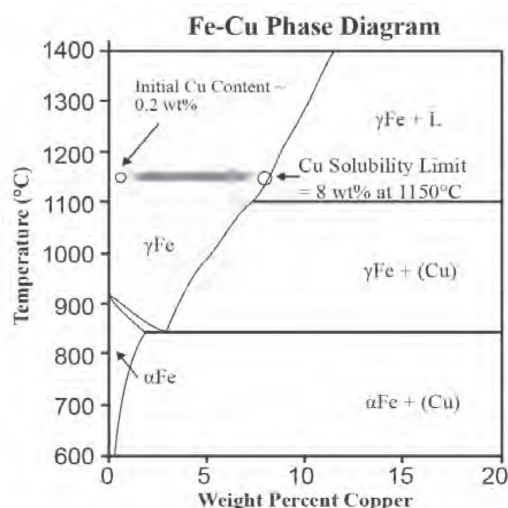
کینتیک مربوط به گرم شکنندگی همانطور که در شکل ۲ نشان داده شده است به صورت زیر است:

نیست، زیرا مزایای مواد خام، کاهش انرژی و CO₂ را که اساس مسیر EAF است را کم می کند. سایر راه حل های بررسی شده ممکن عبارتند از: تقطیر در خلاء Cu با استفاده از فشار بخار کمتر Cu در مقایسه با Fe برای تبخیر Cu، رسوب دادن Cu به صورت کلرید یا سولفید با استفاده از مخلوط گاز کلر یا سرباره حاوی گوگرد و حمام های فلزات غیر آهنی برای استخراج Cu از Fe به علت حلالیت بالای Cu در حمام Pb یا Al. اما، این روش ها برای استفاده در مقیاس بزرگ از نظر تجاری عملی نیستند و یا از نظر زیست محیطی بی خطر نمی باشند. در عمل، آسان ترین راه می تواند تنظیم شرایط فرآوری برای کاهش یا حتی حذف خطر ابتلا به گرم شکنندگی باشد. این کار را می توان با تعیین مناسب مخلوط قراضه برای تنظیم ترکیب شیمیایی و یا کنترل شرایط کوره (دما و آتمسفر) انجام داد. از این رو تمایل به تعیین امکان افزودن عناصر دیگر، همراه با مقدار کمی Ni، برای تغییر مورفولوژی سطح تماس و جبران اثرات منفی Sn و Cu وجود دارد. با توجه به هزینه های مربوط به آن، استفاده از صرفاً Ni برای جلوگیری از گرم شکنندگی ناشی از Cu عملی نیست. عناصر بالقوه برای اینکار می بایستی کم هزینه باشند و باعث هیچگونه اثرات مضر دیگر در آن مقداری که اضافه می شوند نگردند. مقدار کمی عناصر اکسیدشونده از قبیل Al، Si، Cr، Mn، بر خلاف Cu، Ni، As، Sb، همراه با Fe اکسید می شوند و این می تواند سرعت اکسیداسیون و در نتیجه مقدار Cu جدا شده را تغییر دهد. بطور مشابه، شرایط آتمسفر در طی گرم کردن مجدد نیز بر سرعت اکسیداسیون و در نتیجه، مقدار Cu جدا شده اثر می گذارد.

اهداف کلی این تحقیق ارزیابی شرایط فرآوری است که می تواند درجه اکسیداسیون را بدون ایجاد مسائل پوسته زدایی کاهش دهد:

- تعیین میزان Si مورد نیاز برای مقدار معینی از Ni، Sn و Cu برای از بین بردن نفوذ Cu در مرز دانه.
- تعیین مکانیزمی که توسط آن Si کم باعث کاهش نفوذ مرز دانه ای در سیستم های FeCuNiSn شود.
- تغییر آتمسفر اکسیدکننده در کوره برای کاهش اکسیداسیون و نفوذ در مرز دانه.
- تعیین محدوده دمایی که در آن نفوذ در مرز دانه به دلیل نفوذ وارونه یا اکسیداسیون کند رخ ندهد.

کاهش اکسیداسیون می‌شوند. سیلیکا و وستیت نیز می‌توانند برای تشکیل فایالیت با هم ترکیب شوند، که تحت واکنش یونکتیک با وستیت در 1177°C قرار می‌گیرند، یک فاز مایع را تشکیل می‌دهند. نفوذکنندگی Fe در فاز فایالیت مایع بیشتر است، و منجر به افزایش سرعت اکسیداسیون می‌شود. کوبلند^۱ و کیلی^۲ ابراز داشتند که فایالیت مذاب می‌تواند مقدار مایع غنی از Cu را در سطح تماس به دلیل افزایش حلالیت Cu و Fe در فایالیت مایع کاهش دهد، Cu را از طریق نفوذ فایالیت مایع به مرز دانه‌های وستیت به پوسته اکسیدی منتقل کند. این فایالیت مذاب می‌تواند در مشکلات پوسته زدائی در فولاد حاوی Si نیز سهم داشته باشد. مایع یونکتیک وستیت / فایالیت می‌تواند به مرز دانه‌های فولاد و همچنین به مرز دانه‌های پوسته اکسیدی نفوذ کند؛ این نفوذ می‌تواند باعث چسبیدگی پوسته اکسیدی به فولاد و دشوار شدن پوسته زدائی آلیاژ شود.



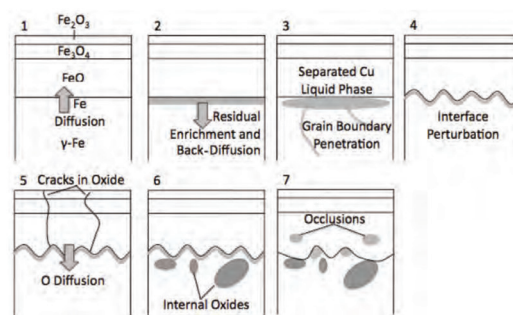
شکل ۳. نمودار فازی نشان‌دهنده حد حلالیت Cu در آستیت در 1150°C .

مکانیزم‌های دیگری که توسط Si می‌توان مقدار مایع غنی از Cu را کاهش داد انسداد مایع غنی از Cu در پوسته اکسیدی به علت اکسیداسیون داخلی قابل توجه و سطح تماس آشفته است. اکسیدهای داخلی از قبیل SiO_2 ، Fe_2SiO_4 ، و FeO، می‌توانند به دلیل انتقال اکسیژن از طریق پوسته اکسیدی و فلز در فلز

¹ Copeland

² Kelley

- اکسیداسیون آهن و سایر عناصر باقیمانده که به راحتی اکسید می‌شوند که توسط آتمسفر کوره تعیین می‌گردند.
- غنی شدن از عناصر باقیمانده غیر اکسید شونده در سطح تماس فلز / اکسید، و همچنین نفوذ وارونه عناصر باقیمانده به درون بدنه.
- تشکیل فاز مایع جدا شده، منجر به نفوذ مایع به مرز دانه های آستیت.
- آشفته‌گی سطوح تماس.
- نفوذ اکسیژن به فلز از طریق ترک ها در لایه اکسید.
- تشکیل اکسیدهای داخلی.
- انسداد فازهای [عناصر] باقیمانده در پوسته اکسیدی.



شکل ۲. طرح شماتیک از کینتیک گرم شکنندگی.

چنانچه فولاد تا دمای بالاتر از 1100°C در آتمسفر اکسیدی (شامل O_2 ، H_2O ، یا CO_2) گرم شود، آهن به صورت مرجح برای تشکیل لایه اکسیدی، اکسید می‌شود. آهن برای تشکیل وستیت (FeO) از سطح تماس، و سپس از طریق لایه وستیت برای تشکیل مگنتیت (Fe_3O_4) و هماتیت (Fe_2O_3) نفوذ می‌کند. اکسیداسیون توسط آتمسفر کوره، انتقال اکسیژن از طریق فاز هماتیت و انتقال Fe از طریق فازهای وستیت و مگنتیت کنترل می‌شود. نفوذکنندگی سریع کاتیون‌های Fe از طریق لایه وستیت در مقایسه با لایه‌های مگنتیت و هماتیت نسبت ضخامت $\text{FeO-Fe}_3\text{O}_4\text{-Fe}_2\text{O}_3$ برابر با ۹۵:۴:۱ را در 1000°C ارائه می‌دهد. افزودن Si می‌تواند رفتار اکسید شدن Fe را از طریق تشکیل اکسیدهای Si - از قبیل فایالیت (Fe_2SiO_4) و یا سیلیکا (SiO_2) در پوسته اکسیدی نزدیک سطح تماس فلز / اکسید تغییر دهد. اکسیدهای Si - مانع انتقال Fe از طریق پوسته اکسیدی به دلیل نفوذ کندتر Fe و اکسیژن از طریق این اکسیدها، در نتیجه سبب

حدود $1100-1150^{\circ}\text{C}$ به دلیل کاهش حلالیت Cu در آستنیت و تشکیل مایع غنی از Cu با رسیدن به نقطه ذوب Fe-Cu در حداکثر می‌باشد. این دما همچنین نقطه‌ای است که در آن زاویه بین دو به یک حداقل می‌رسد. این مربوط به افزایش ترشوندگی دانه‌های آستنیت است که نفوذ عمیق‌تر مایع غنی از Cu به مرز دانه‌ها را تقویت می‌کند. در دمای بالاتر از 1200°C ، نفوذ وارونه Cu غنی شده به درون حجم فولاد (مرحله ۲ در شکل ۲) به اندازه کافی سریع است تا بتواند از تشکیل فاز مایع جلوگیری کند. افزودن سایر عناصر باقیمانده نیز رفتار گرم شکنندگی فولادهای تولیدی از قراضه بازیافتی را تغییر می‌دهند. نشان داده شده است که اضافه کردن Ni گرم شکنندگی را بهبود می‌دهد توسط:

• افزایش حلالیت Cu در آستنیت.

• افزایش دمای ذوب فاز غنی از .

• تقویت تشکیل سطح تماس ناهموار و اکسیداسیون داخلی، منجر به انسداد ناشی از غنی شدن Ni در Fe- γ در سطح تماس. انسداد فرآیندی است که در آن اکسیدهای داخلی با پوسته اکسیدی برای جا دادن فاز غنی از Cu در پوسته اکسیدی و به دور از سطح تماس پل می‌زنند.

• کاهش سرعت اکسیداسیون توسط کاهش انتقال کاتیون‌های Fe از طریق لایه وستیت، در نتیجه کاهش مقدار مایع غنی از Cu جدا شده.

از سوی دیگر، Sn اثر گرم شکنندگی را بدتر می‌کند. Sn در فاز مایع غنی از Cu زیاد می‌شود، منتج به کاهش سرعت پارابولیک (سه‌موی) اکسیداسیون با کاهش اکتیویته Fe و همچنین کاهش دمای ذوب و انحلال Cu برای تشکیل فاز مایع جدا شده می‌گردد. Sn نفوذ مایع جدا شده و ترد شدن مرز دانه‌ها را، به احتمال زیاد به دلیل عدم انطباق و پهن شدن مرز دانه‌ها بیشتر می‌کند. بنابراین، با توجه به این اثرات مضر، اهمیت کنترل مقدار Sn بیشتر از کنترل مقدار Ni است. ترک در نمونه‌های حاوی آرسنیک (As) وجود نداشت، به احتمال زیاد به دلیل این واقعیت که نفوذکنندگی As در Fe- γ بسیار سریع است، منتج به As کمتر در فاز غنی از Cu می‌شود.

در این مطالعه، باور بر این است که یک دامنه بحرانی Si، برای مقدار محتوی مشخص Ni، Cu، و Sn وجود دارد، که گرم شکنندگی را از طریق مکانیزم تشکیل اکسید-Si در پوسته، از این رو کاهش اکسیداسیون Fe در آلیاژ بدون ایجاد مسائل

تشکیل شوند. اکسیدهای داخلی ناهمواری سطح تماس را زیاد می‌کنند و می‌توانند در زیر سطح با لایه غنی از Cu برای جدا کردن Cu از سطح تماس ترکیب شوند. هرچه مقدار Si محتوی بیشتر باشد، اکسیدهای داخلی بیشتری می‌توانند مسئله پوسته زدائی را به علت اکسیدهای قلاب شکل پل زده با اکسیدهای بیرونی و محکم کردن پوسته اکسیدی به فولاد افزایش دهند. بنابراین، بررسی رفتار فولادهای با Si کمتر مطلوب است. اغلب تحقیقات در مورد اکسیداسیون Fe-Si، برای Si بالا انجام شده است. پیشنهاد شده است که آلیاژهای حاوی Ni و Cu نیاز به Si کمتری نسبت به آلیاژهای Fe-Si برای تشکیل اکسیدهای Si دارند؛ دلیل آن است که غنی شدن اکسیژن در سطح تماس، به سیلیکا و فایالت امکان تشکیل اکسیدهای داخلی در سطح تماس یا لایه‌ای بر روی سطح تماس را می‌دهد. کولپند مشخص کرد که Si ۱۸٪ برای جلوگیری از تشکیل مایع Cu در آلیاژهای Mn-C-Cu-Fe حاوی حدود ۶٪ Cu مورد نیاز است. از این رو فرض اینکه Si محتوی کم می‌تواند از تشکیل مایع غنی از Cu در آلیاژهای حاوی Cu و Sn کمتر جلوگیری کند معقول است. در حالی که Fe و Si از سطح برای تشکیل لایه اکسید نفوذ می‌کنند، Cu و سایر عناصر باقیمانده غیر اکسید شونده بر جای گذاشته می‌شوند. در نتیجه، عناصر باقیمانده در سطح تماس فلز/اکسید غنی می‌شوند. Cu به غنی شدن خود در سطح تماس ادامه خواهد داد تا زمانی که به حلالیت Cu در آستنیت برسد (شکل ۳)، حدود ۹٪ Cu، که در آن نقطه یک مایع غنی از Cu تشکیل خواهد شد (نقطه ذوب فاز غنی از Cu حدود 1100°C می‌باشد). در همین زمان، به منظور کاهش ایجاد گرادیان در سطح تماس، عناصر باقیمانده از طریق نفوذ در زمینه و مرز دانه، نفوذ وارونه به درون فولاد انجام می‌دهند. گرم شکنندگی هنگامی رخ می‌دهد که غنی شدن Cu بیش از نفوذ وارونه باشد، که به Cu امکان رسیدن به حد حلالیت و تشکیل فاز مایع غنی از Cu را بدهد؛ سپس این مایع غنی از Cu می‌تواند به مرز دانه‌ها نفوذ کند. این موضوع باعث ترد شدن مرز دانه‌ها می‌شود، که می‌تواند منجر به ترک خوردن بین دانه‌ای در طی نورد گرم شود. کاهش سرعت اکسیداسیون منتج به جدا شدن کمتر مایع غنی از Cu و در نتیجه کاهش گرم شکنندگی می‌گردد.

همانطور که در شکل ۳ دیده می‌شود گرم شکنندگی در

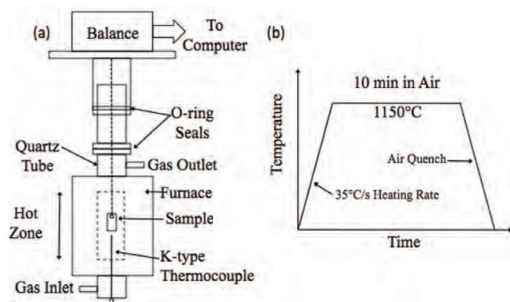
پوسته زدائی ناشی از نفوذ اکسیدهای-Si در آلیاژ و یا افزایش اکسیداسیون و گرم شکنندگی ناشی از تشکیل فایلیت مایع در پوسته اکسیدی کاهش می‌دهد. این مکانیزم در تمام انسداد مایع غنی از Cu در پوسته اکسیدی به علت اکسیداسیون داخلی و آشفتنگی سطح تماس پشتیبانی می‌شود.

روش تجربی

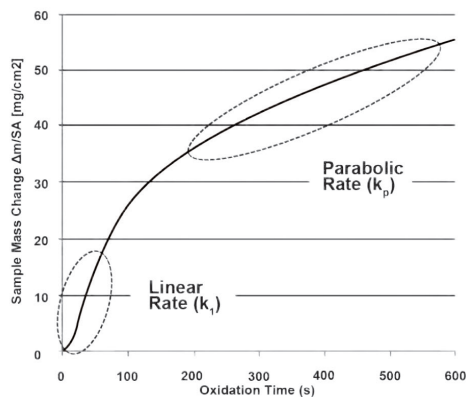
یک ترکیب شیمیایی پایه برای ورق فولادی انتخاب شد؛ آلیاژ B یک ورق فولاد حاوی $0.05\% \text{ Cu}$ ، $0.2\% \text{ Fe}$ ، $0.1\% \text{ Ni}$ و $0.2\% \text{ Sn}$ (آلیاژ B) با $X\% \text{ Si}$ است. در ابتدا، $0.2\% \text{ Si}$ و $0.1\% \text{ Si}$ برای تحقیقات انتخاب شد. نمونه‌ها توسط مرکز تولید مواد در آزمایشگاه ملی ایمز (Ames) بوسیله ذوب قوس الکتریکی تحت خلاء، نورد سرد، و عملیات حرارتی چرخه‌ای بین 850°C و 950°C در خلاء به مدت ۱ ساعت برای تولید ریزساختار یکنواخت تهیه شدند. برای این مطالعه اولیه، تنها آلیاژ B مورد بررسی قرار گرفت.

آنالیز ترموگراویمتری (TG) به منظور شبیه سازی فرآیند گرم کردن مجدد و تعیین رفتار اکسیداسیون آلیاژ در مدت زمان‌های کوتاه انجام شد. نمونه‌ها به ابعاد $1/9 \times 1/2 \times 0.5 \text{ cm}$ با سوراخی با قطر $1/16$ اینچ در نزدیک قسمت بالا برای آویزان کردن نمونه بریده شدند، و سپس با کاغذ سنباده ۳۲۰ از جنس SiC برای رفع نقایص سطحی ناشی از تراشکاری پولیش شدند. طرح آزمایش TG در شکل ۴a نشان داده شده است. نمونه از یک ترازو در بالای کوره با استفاده از یک سیم پلاتین در منطقه گرم لوله کوارتزی آویزان شد. ابعاد منطقه گرم $14 \times 1 \text{ cm}$ با محدوده دمای ثابت $1^\circ\text{C} \pm$ بود. یک ترموکوپل نوع K برای پایش دمای نمونه در حدود 1 cm پایین تر از نمونه قرار داده شد. یک کوره مادون قرمز تصویر طلا با لامپ‌های هالوژن با چگالی انرژی بالا، برای سریع گرم کردن نمونه تا 1150°C با سرعت از $35^\circ\text{C}/\text{sec}$ مورد استفاده قرار گرفت. پس از رسیدن به 1150°C ، نمونه به صورت ایزوترمال به مدت ۱۰ دقیقه نگه داشته شد، و سپس توسط هوا تا دمای اتاق کوئنچ شد. آتمسفر هوا با سرعت جریان $3,789$ سانتیمتر مکعب استاندارد بر دقیقه، سرعت خطی $15.25 \text{ cm}/\text{sec}$ را در 1150°C با رطوبت نسبی $1.4 \times 10^{-4} \text{ atm}$ در 23°C تأمین کرد. سرعت جریان باید به اندازه کافی بالا باشد تا اکسیژن کافی را برای سطح نمونه

تأمین کند تا پس از مدت زمان کوتاهی از اینکه تحت کنترل انتقال جرم فاز گاز باشد جلوگیری نماید، اما به حدی نباشد که نمونه را سرد کند. هندسه نمونه می‌تواند به اثرات لبه نسبت داده شود، که به تاول زدن پوسته اکسیدی و سرعت اکسیداسیون سهموی غیریکنواخت بر روی سطح نمونه منجر می‌شود. این اندازه نمونه‌ها به تاول زدن منجر نمی‌شوند که نشان می‌دهند اثرات لبه قابل اغماض هستند. چرخه گرم کردن را می‌توان در شکل ۴b دید. آنالیز TG سه بار برای هر آلیاژ برای به دست آوردن میانگین منحنی اکسیداسیون و ثوابت سرعت انجام شد. هنگامی که نمونه‌ها تا دمای اتاق سرد شدند، تحت خلاء در اپوکسی به صورت سرد مانت گردیده و سپس با ااره الماس برش داده شدند. پس از آن مورفولوژی سطح تماس با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی کوانتا ۶۰۰ تحت حالت پراکنش معکوس الکترونی (BSE-SEM) با 25 kV و فاصله کاری 10 mm مورد بررسی قرار گرفت. از طیف سنج اشعه ایکس پراکنش انرژی (EDS) برای تعیین ترکیب در مکان‌های مورد نظر استفاده شد.

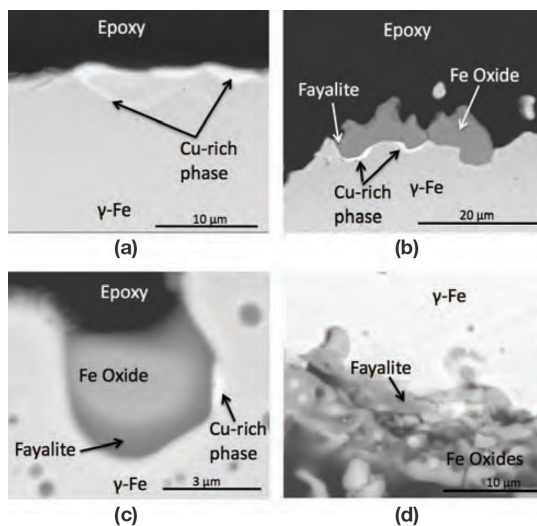


شکل ۴. طرح شماتیک آزمایش TG (a) و نمودار چرخه گرم کردن (b).



شکل ۵. نمودار مثال از تغییر وزن اندازه گیری شده TG نسبت به زمان.

قبلاً بیان شد، نفوذ و اکسیژن از طریق اکسیدهای Si بسیار کمتر از طریق وستیت می باشد. بنابراین، آنالیز TG نشان می دهد که اکسیدهای Si در نمونه های حاوی سیلیسیم تشکیل می شوند، در نتیجه اکسیداسیون Fe را کاهش می دهند. این مطلب با جدا شدن کمتر فاز مایع غنی از Cu تشکیل شده در سطح تماس، که به کاهش ریسک گرم شکنندگی منتج می شود مطابق است. مورفولوژی سطح تماس بعد از اکسیداسیون با استفاده از BSE-SEM برای هر یک از آلیاژها مورد بررسی قرار گرفت که در شکل ۶ قابل مشاهده می باشند. فاز اکسید جدا شده از فلز در حین سرد شدن و به دلیل جدا شدن، در برخی از عکس ها قابل مشاهده نیست. مایع غنی از Cu با استفاده از حالت پراکنش معکوس (backscatter) شناسایی شد؛ چون عنصر سنگین تر از Fe است، روشن تر ظاهر می شود، و با استفاده از EDS نیز مورد تأیید قرار گرفت. اگر محتوای Cu بالاتر از حدود ۹٪ بود، آنگاه می توانستیم در نظر بگیریم که این فاز در ۱۱۵۰°C مایع بود. آلیاژ B حاوی مقدار قابل توجهی فاز مایع تشکیل شده در سطح تماس بود و همچنین نفوذ مایع به مرز دانه ها وجود داشت. آلیاژ Si + B ۰/۰۲٪ نیز دارای فاز Cu مایع در سطح تماس اما در مقادیر کمی کوچکتر بود. نمونه آلیاژ Si + B ۰/۰۱٪ دارای مقادیر کمی از مایع غنی از Cu تشکیل شده در سطح تماس بود، اما هیچ نفوذ واضحی در مرز دانه ها یافت نشد.



شکل ۶. تصاویر SEM-BSE سطح تماس اکسید/فلز: (a) آلیاژ B، (b) آلیاژ Si+B ۰/۰۲٪، (c) آلیاژ Si+B ۰/۰۱٪، و (d) آلیاژ Si+B ۰/۰۲٪.

پراش اشعه ایکس (XRD) برای آنالیز فازهای موجود انجام شد. اکسید بر روی نمونه های سیلیسیم دار به راحتی پوسته پوسته شدند، و اکسید برای آنالیز XRD با آسیاب کردن به پودر تبدیل شد. همچنین نمونه فولاد برای تعیین هر فازی که به سطح تماس فلز چسبیده آنالیز شد. مراحل ۰.۰۵° بین ۸۰-۱۰° 2θ اتخاذ شد.

نتایج و بحث

مثالی از منحنی TG که نشانگر افزایش جرم سطح ($\Delta m/SA$) برحسب زمان است در شکل ۵ ارائه شده است، که مناطقی را که در آن سرعت محاسبه شده است نشان می دهد. منحنی ها برای ۶۰ ثانیه اول تقریباً خطی است. ثوابت سرعت را می توان با انطباق خطی ($\Delta m/SA$) بر حسب زمان که در آن شیب خط ثابت سرعت خطی (K_p) خواهد بود تعیین کرد. منطقه خطی منحنی مربوط به انتقال جرم فاز اکسیژن گازی از اکسیژن به سطح نمونه است، و بنابراین سرعت خطی نسبتاً مستقل از ترکیب شیمیایی نمونه است، همانطور که در جدول ۱ دیده می شود. پس از گذشت حدود ۲۵۰ ثانیه، منحنی ها از روند پارابولیک مربوط به انتقال کاتیون های Fe از طریق لایه وستیت تبعیت می کنند. ثوابت سرعت سهموی (k_p) توسط انطباق پارابولیک $(\Delta m/SA)^2$ بر حسب زمان به دست می آیند. همانطور که در جدول ۱ قابل مشاهده است، افزودن سیلیسیم به میزان قابل توجهی ثوابت پارابولیک سرعت اکسیداسیون آلیاژ را نسبت به Fe خالص و آلیاژ پایه B کاهش می دهد.

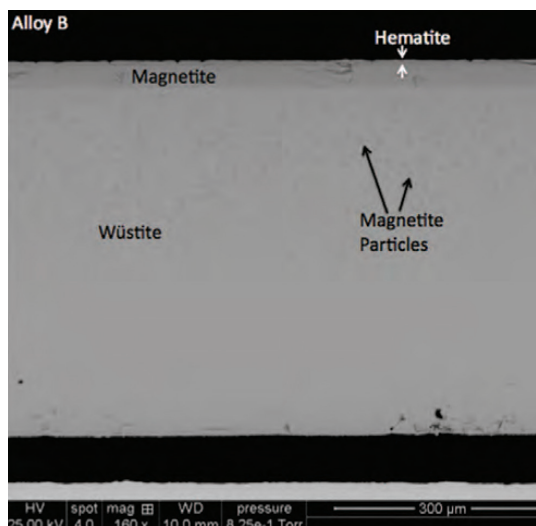
جدول ۱. سرعت های اکسیداسیون خطی (K_p) و پارابولیک (KP) برای مدت ۱۰ دقیقه اکسیداسیون در هوا.

Linear (k_l) and Parabolic (k_p) Oxidation Rates for 10-Minute Oxidation in Air

Sample	k_l	k_p
Fe	0.3177	3.5445
Alloy B	0.3048	3.0498
Alloy B + 0.02% Si	0.3226	0.7407
Alloy B + 0.1% Si	0.3289	0.6120
Alloy B + 0.2% Si	0.2873	0.3690

داده های TG نشان می دهند که افزودن سیلیسیم سرعت پارابولیک اکسیداسیون را کاهش داده است. این موضوع نشان می دهد که نفوذ کاتیون های Fe از طریق وستیت کند شده و در نتیجه اکسیداسیون کلی Fe کاهش یافته است. همانطور که

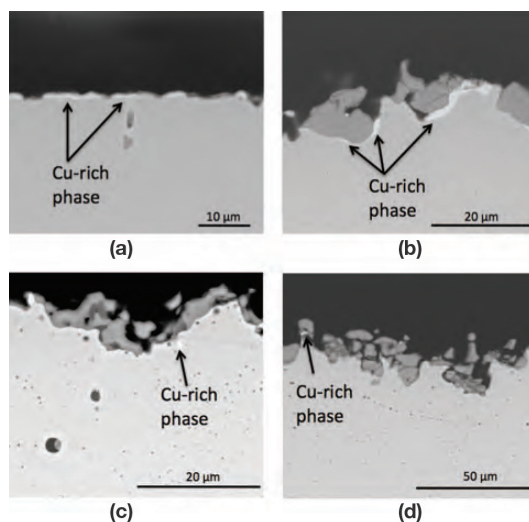
است. از سطح تماس به بیرون، لایه‌های تشکیل شده عبارتند از: وستیت (FeO)، مگنتیت (Fe_3O_4) و هماتیت (Fe_2O_3). در نزدیکی مرز وستیت / مگنتیت، وستیت حاوی ذرات مگنتیت ناشی از تجزیه وستیت در حین سرد شدن است.



شکل ۸. تصویر SEM-BSE لایه اکسید آلیاژ B.

شکل ۹ لایه‌های اکسیدی تشکیل شده با افزودن Si به آلیاژ را نشان می‌دهد. با افزودن Si به آلیاژ حال Fe و Si هر دو اکسید می‌شوند، در نتیجه ساختار لایه اکسیدی را تغییر می‌دهند. سه لایه اکسید (FeO ، Fe_3O_4 و Fe_2O_3) هنوز هم تشکیل می‌شوند، اما، نسبت ضخامت به دلیل تشکیل بیشتر اکسیدهای Si متفاوت است، که نفوذ کاتیون Fe را کندتر می‌کند. فاز اکسید Si در پوسته اکسیدی نمونه آلیاژ Si+B ۰/۲٪ در اطراف مرز دانه‌های وستیت، به صورتی که در شکل ۸e آمده قابل مشاهده بود.

همانطور که در شکل ۹ و جدول ۲ دیده می‌شود، کسر وستیت در پوسته اکسیدی با افزایش Si کم می‌شود. در Fe خالص، اکسیدها به دلیل نفوذ سریع یون‌های Fe از وستیت تمایل به کسر وستیت حدود ۰/۹۵ دارند. کاهش کسر وستیت در آلیاژهای حاوی Si می‌تواند نشان دهنده کاهش نفوذ کنندگی یون‌های Fe از طریق لایه وستیت به دلیل تشکیل اکسیدهای Si در پوسته اکسیدی باشد. شکل ۶ و جدول ۲ نشان می‌دهد که افزایش Si محتوی مقدار و پیوستگی لایه فایلیت را در سطح تماس فلز افزایش داده است؛ این موضوع با کاهش مقدار مایع و اکسیداسیون منطبق است، که نشان دهنده آن است که این لایه



شکل ۷. تصاویر SEM-BSE نشان دهنده مقدار مایع غنی از Cu برای: (a) آلیاژ B، (b) آلیاژ Si+B ۰/۲٪، (c) آلیاژ Si+B ۰/۱٪ و (d) آلیاژ Si+B ۰/۲٪.

شکل ۷ مقدار مایع غنی از Cu شناسایی شده در هر نمونه را نشان می‌دهد. نمونه Si ۰/۲٪ هیچ تشکیل واضحی از مایع را نداشت، اما تشکیل قابل توجهی از اکسیدهای داخلی، به صورتی که در شکل ۶d دیده می‌شود وجود داشت. با افزایش مقدار Si ناهمواری سطح تماس هم بیشتر شد.

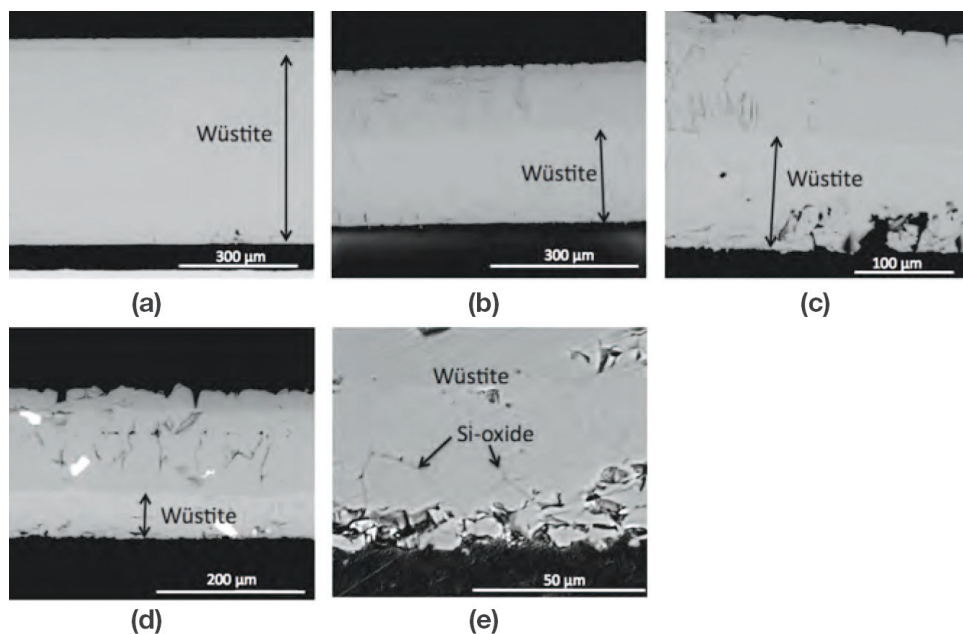
فاز اکسید Si در اکسیدهای در امتداد سطح تماس فلز شناسایی شد. EDS مشخص کرد که فاز حاوی O، Fe، Si می‌باشد، که اشاره به تشکیل فایلیت دارد. با زیاد شدن Si محتوی کمیت و پیوستگی این فاز اکسید Si افزایش یافت. این موضوع متناظر با کاهش سرعت اکسیداسیون است، که نشان دهنده آن می‌باشد که این فاز اکسید مانع از نفوذ کاتیون‌های Fe شده است.

افزایش ناهمواری سطح تماس و اکسیداسیون داخلی می‌تواند منجر به انسداد فاز غنی از Cu در پوسته اکسیدی شود، در نتیجه مقدار مایع غنی از Cu را در سطح تماس کاهش دهد. اما، انسداد قابل توجهی در پوسته اکسیدی هیچیک از آلیاژهای حاوی Si شناسایی نشد، که نشان می‌دهد که این مقدار Si به اندازه کافی اکسید داخلی برای ایجاد انسداد قابل توجه تولید نمی‌کند.

لایه‌های اکسید تشکیل شده در آلیاژ B در شکل ۸ نمایش داده شده اند و شبیه به لایه‌های اکسید تشکیل شده در نمونه Fe خالص می‌باشند، چون Fe جزء اصلی اکسیدشونده در این آلیاژ

عنوان فایالیت شناسائی شدند، که با نمادهائی در شکل ۱۱ نشان داده شده‌اند. نمونه آلیاژ $0.02\% \text{ Si} + \text{B}$ دارای چند قله اندک و بسیار کوچک فایالیت بود که با کاهش مقدار فایالیت در این نمونه در مقایسه با نمونه های با Si بالاتر منطبق است. حضور فاز Cu مایع در نمونه حاوی $0.02\% \text{ Si}$ نشان می دهد که این مقدار Si ، با وجود کاهش دادن سرعت اکسیداسیون برای جلوگیری از گرم شکنندگی خیلی کم است. نمونه حاوی $0.01\% \text{ Si}$ دارای مقداری فاز مایع، اما کمتر از نمونه حاوی $0.02\% \text{ Si}$ بود. از سوی دیگر، در حالی که نمونه حاوی $0.02\% \text{ Si}$ عملاً هیچ مایعی را به طور آشکار ایجاد نکرد، افزایش اکسیداسیون داخلی نشان می دهد که این مقدار Si می تواند منجر به افزایش مشکل در طی فرآیند پوسته زدائی به دلیل چسبندگی پوسته اکسیدی به سطح فلز ناشی از پل زدن بین اکسیدهای داخلی و خارجی شود.

فایالیت در کاهش گرم شکنندگی برای این ترکیب شیمیائی نقش ایفا می کند. فازهای موجود در اکسید توسط XRD شناسایی شدند، همانگونه که در شکل ۱۰ به صورت وستیت، مگنتیت و هماتیت دیده می شوند. برخی از نمونه ها قله های اضافی برای آلومینیوم نشان دادند که می توان آن ها را به نگهدارنده نمونه نسبت داد. هیچ قله ای برای فایالیت و سیلیکای کریستالی در پوسته اکسیدی آزاد و رها شده شناسایی نشد. این موضوع احتمالاً به دلیل این واقعیت است که همانطور که در تصاویر SEM مشاهده می شود، فاز اکسید Si به سطح تماس فلز چسبیده است. XRD نیز بر اسکن روی فلز برای شناسایی هر فاز چسبیده به سطح فلز، به صورتی که در شکل ۱۱ دیده می شود انجام گرفت. سه فاز اکسید Fe (مگنتیت، هماتیت و وستیت) و همچنین زمینه Fe شناسایی شدند. همچنین قله های کوچکی به



شکل ۹. تصاویر SEM-BSE لایه اکسید برای: (a) آلیاژ B، (b) آلیاژ $0.02\% \text{ Si} + \text{B}$ ، (c) آلیاژ $0.01\% \text{ Si} + \text{B}$ ، (d) آلیاژ $0.02\% \text{ Si} + \text{B}$ و (e) تشکیل اکسید-Si در مرز دانه های وستیت نمونه آلیاژ $0.02\% \text{ Si} + \text{B}$.

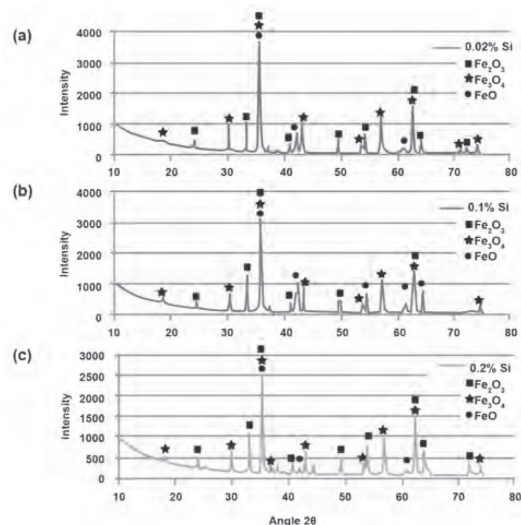
جدول ۲. خلاصه نتایج.

Results Summary						
Sample	Wüstite fraction	Liquid quantity	Continuous fayalite layer	Internal fayalite oxidation	k_p % reduction from Fe	k_p % reduction from alloy B
Fe	0.95	None	—	—	—	—
Alloy B	0.92	High	—	—	13.96	—
Alloy B + 0.02% Si	0.58	High	No	Low	79.10	75.71
Alloy B + 0.1% Si	0.49	Medium	No	Low	82.73	79.93
Alloy B + 0.2% Si	0.42	Low	Yes	Medium	89.59	87.90

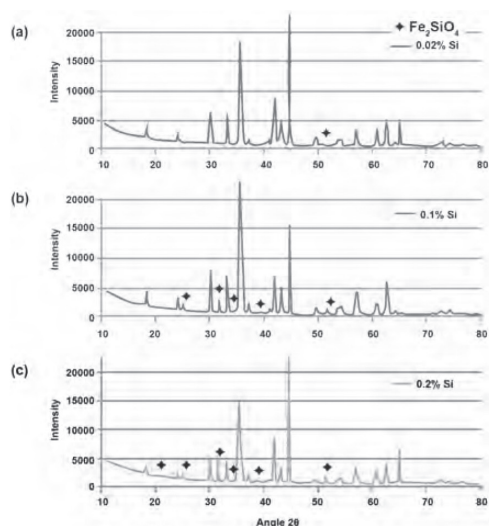
و پوسته زدائی را افزایش دهد. بنابراین، داشتن مقدار به اندازه کافی زیاد Si برای جلوگیری از تشکیل Cu مایع، اما به اندازه کافی کم برای جلوگیری از مشکلات بالقوه مربوط به پوسته زدائی، اکسیداسیون داخلی و تشکیل فایالیت مایع مفید است. نتایج حاضر نشان می دهد که Si محتوی بین ۰/۱٪ و ۰/۲٪ یک افزودن کافی صنعتی برای کاهش گرم شکنندگی خواهد بود، اما تحقیق بیشتری به منظور تعیین محدوده دقیقی که در آن نفوذ Cu و رسوخ به درون اکسید-Si قابل اجتناب باشد مورد نیاز است.

خلاصه

- افزودن سیلیسیم باعث کاهش سرعت اکسیداسیون پارابولیک، مقدار جدا شده مایع غنی از Cu و نفوذ مرز دانه‌ای می شود.
- افزایش سیلیسیم، سبب افزایش ناهمواری سطح تماس و اکسیداسیون داخلی می شود اما باعث انسداد قابل توجه Cu در پوسته اکسیدی نشد.
- افزایش سیلیسیم کسر وستیت را کاهش می دهد، که نشان دهنده کاهش نفوذکنندگی کاتیون Fe در فاز وستیت است.
- به دلیل کاهش سرعت‌های اکسیداسیون پارابولیک و تشکیل فایالیت در سطح تماس اکسید-فلز اما عدم وجود انسداد قابل توجه، مکانیزم نهفته در کاهش فاز غنی از Cu برای این مقادیر کم Si تشکیل اکسیدهای Si- در پوسته اکسیدی است، که مانع از انتقال کاتیون‌های Fe می شود و در نتیجه اکسیداسیون فولاد و غنی سازی Cu در سطح تماس را کاهش می دهد.
- تشکیل اکسید-Si در پوسته اکسیدی در اطراف دانه وستیت و در امتداد سطح تماس در نمونه های حاوی Si با استفاده از SEM-EDS و XRD شناسائی شد، که با کاهش نفوذ یون، بنابراین با کاهش اکسیداسیون و گرم شکنندگی مربوط به آن منطبق است.



شکل ۱۰. نتایج XRD برای: (a) آلیاژ Si+B ۰/۰۲٪، (b) آلیاژ Si+B ۰/۰۱٪، (c) آلیاژ Si+B ۰/۰۲٪



شکل ۱۱. نتایج XRD نشان دهنده فاز فایالیت برای: (a) آلیاژ Si+B ۰/۰۲٪، (b) آلیاژ Si+B ۰/۰۱٪، (c) آلیاژ Si+B ۰/۰۲٪

همچنین این امکان وجود دارد که در صورتی که دمای فرآوری بیش از دمای یوتکتیک باشد فاز فایالیت مایعی را تشکیل دهد، که به طور بالقوه می تواند مسائل اکسیداسیون، گرم شکنندگی

ارزیابی صنایع فولاد کشور آلمان در سال ۲۰۱۵

تهیه و تنظیم: مهندس محمدحسن جولازاده

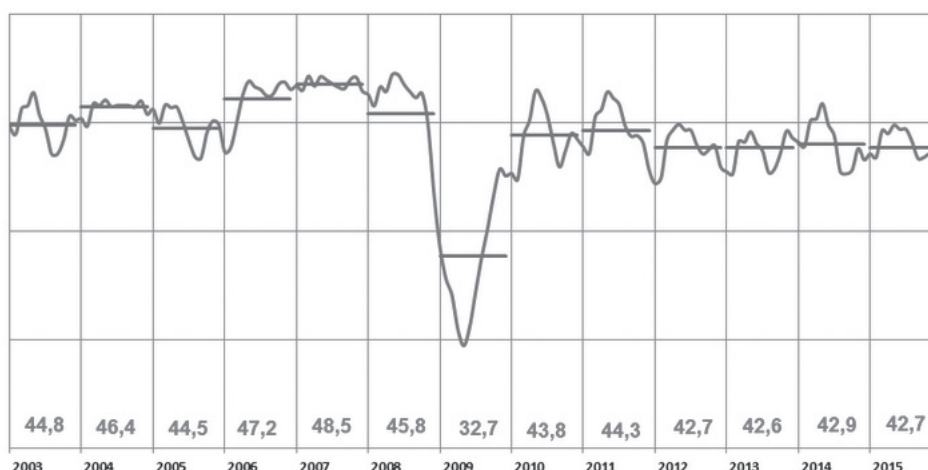
مشاور عالی شرکت فولاد ناب تبریز

یابد. همانطوریکه در شکل مشاهده می شود، به دلیل بحران اقتصادی سال ۲۰۰۸ در دنیا، میزان تولید فولاد خام در سال ۲۰۰۹ کاهش یافته و در سال ۲۰۱۵ با بهبود شرایط مجدداً به سطح ۴۲،۷ میلیون تن افزایش پیدا کرده است. در سال ۲۰۱۵ میزان تولید فولاد خام کشور آلمان با ۰،۴۷٪ کاهش نسبت به سال ۲۰۱۴، به ۴۲،۷ میلیون تن رسیده است. نسبت استفاده از ظرفیت های نصب شده تأسیسات فولاد آلمان در سال گذشته ۸۶٪ بوده است. در سال گذشته سهم این کشور در تولید فولاد جهان ۲،۶۳٪ محاسبه شده است. نسبت استفاده از ظرفیت های نصب شده صنعت فولاد در کشور آلمان در سال گذشته بطور متوسط ۸۶٪ بوده است. ۹۷٪ از فولاد خام آلمان به روش ریخته گری مداوم بدست می آید، در سال ۱۹۷۰ سهم ریخته گری مداوم در تولید فولاد خام این کشور فقط ۸٪ بوده است در حالیکه این نرخ در صنایع فولاد جهان در دوره مشابه فقط ۴٪ ثبت شده است. در سال قبل در کشور آلمان ۴۱،۴ میلیون تن فولاد به

کشور آلمان یکی از قطب های اصلی تولید فولاد جهان به شمار می آید. نقش و سهم آلمان در ابداع و گسترش فرایندهای فولاد سازی توماس، زیمنس مارتین، کوره قوس الکتریکی، کنورتر اکسیژنی، متالورژی ثانویه و ریخته گری مداوم قابل توجه بوده است. استفاده از سیستم بارگیری بدون زنگ، خنک کننده های مسی بدنه و دستگاه های مدرن مته و مسدود کننده هیدرولیکی مجرای تخلیه مذاب و گرانوله کردن خشک سرباره کوره بلند اولین بار در کشور آلمان مورد بهره برداری قرار گرفته است. میزان تولید تجمعی فولاد خام این کشور از سال ۱۸۷۱ تا اوایل ۲۰۱۶ بالغ بر ۳۲۰۳،۱ میلیون تن بوده است. در شکل ۱ محل استقرار شرکت های فولادسازی آلمان و فرایندهای تولید فولاد آن ها در سال ۲۰۱۵ دیده می شود. در شکل ۲ روند تولید فولاد خام کشور آلمان در ۱۳ سال اخیر (۲۰۰۳-۲۰۱۵) به نمایش درآمده است. پیش بینی می شود در سال ۲۰۱۵ میزان تولید فولاد خام کشور آلمان با ۰،۴۷٪ کاهش به ۴۲،۷ میلیون تن افزایش



شکل ۱. محل استقرار شرکت های فولادسازی آلمان و فرایندهای تولید فولاد آن ها در سال ۲۰۱۵.



شکل ۲. روند تولید فولاد خام آلمان در ۱۳ سال اخیر (میلیون تن).

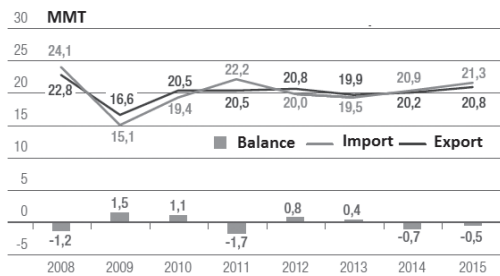
پیش‌بینی می‌شود میزان تولید محصولات فولادی کشور آلمان در سال ۲۰۱۶ به ۴۱ میلیون تن برسد. میزان فروش محصولات فولادی کشور آلمان در سال قبل ۴۰,۴ میلیون تن گزارش شده است که سهم محصولات تخت و طویل در این تولید به ترتیب ۲۳,۸ و ۱۲,۷ میلیون تن برآورد شده است. کشور آلمان با تولید ۴۲,۷ میلیون فولاد خام در رده هفتم جهان و در بین کشورهای اتحادیه اروپا (۲۸) در رده اول قرار دارد. در سال ۲۰۱۵ سهم فرایندهای فولادسازی کنورتراکسیژنی و کوره قوس الکتریکی در صنایع فولاد آلمان به ترتیب ۷۰,۴ و ۲۹,۶ درصد بوده است. بعبارت دیگر میزان تولید فولاد در کنورتراکسیژنی و کوره قوس الکتریکی به ترتیب ۳۰,۰۵۴ و ۱۲,۶۲۲ میلیون تن به ثبت رسیده است. بزرگترین کنورتراکسیژنی جهان به ظرفیت ۳۸۰ تن در شرکت تیسن گروپ این کشور مستقر است. در سال ۲۰۱۵، بیش از ۷,۵ میلیون تن فولاد خام تولیدی این کشور را فولادهای آلیاژی تشکیل داده است (۱۷,۶٪ کل تولید فولاد خام). میزان تولید فولاد ضد زنگ نیز ۴۵۹ هزار تن به ثبت رسیده است. میزان تولید لوله فولادی کشور آلمان در سال ۲۰۱۵ بالغ بر ۲,۴ میلیون تن بوده است. در شکل ۳ روند تولید انواع لوله در آلمان به نمایش گذاشته شده است. شایان ذکر است کل فولاد خام کشور آلمان توسط بخش خصوصی تولید می‌شود (۵۸ شرکت).

روش ریخته‌گری مداوم حاصل شده است. میزان تولید محصولات نوردی این کشور ۳۶,۶ میلیون تن بوده است که سهم محصولات تخت و طویل به ترتیب ۲۳,۸ و ۱۲,۸ میلیون تن گزارش شده است. در جدول ۱ روند تولید محصولات فولادی کشور آلمان در ۱۰ سال اخیر از نظر می‌گذرد.

جدول ۱. روند تولید محصولات فولادی کشور آلمان در ۱۰ سال اخیر.

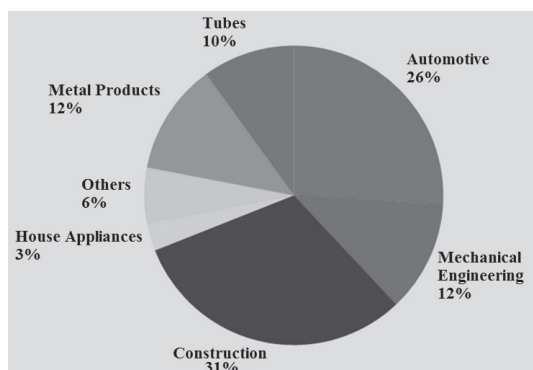
Year	Production MTT
2006	40.3
2007	43.4
2008	43.2
2009	29
2010	37.2
2011	41.2
2012	38.1
2013	38.2
2014	39
2015	36.6

میزان صادرات و واردات محصولات فولادی کشور آلمان در سال گذشته به ترتیب ۲۰،۸ و ۲۱،۳ میلیون تن به ثبت رسیده است. در شکل ۶ روند صادرات، واردات و واردات خالص محصولات فولادی آلمان به نمایش در آمده است.



شکل ۶. روند صادرات، واردات و واردات خالص محصولات فولادی آلمان.

میزان مصرف ظاهری محصولات فولادی این کشور در سال ۲۰۱۵، ۳۹ میلیون تن گزارش شده است. سهم صنایع خودروسازی در این مصرف ۲۶٪ بوده است. در شکل ۷ رشته‌های مصرف کننده فولاد کشور آلمان در سال ۲۰۱۵ از نظر می‌گذرد. سهم مصرف فولاد کشور آلمان در سطح جهان و اتحادیه اروپا (۲۸) به ترتیب ۲ و ۲۵٪ است. میزان مصرف سرانه محصولات فولادی این کشور در سال قبل ۴۸۳،۸ کیلوگرم به ثبت رسیده است.



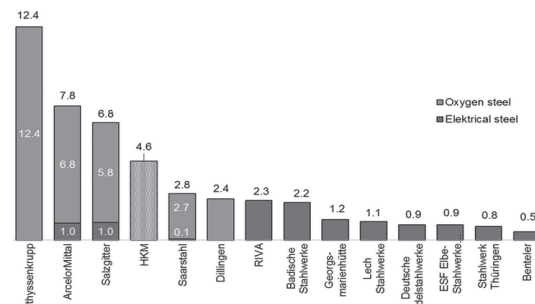
شکل ۷. رشته‌های مصرف کننده فولاد کشور آلمان در سال ۲۰۱۵.

در شکل ۸ روند تولید فولاد خام و محصول نهایی کشور آلمان در چهار دهه گذشته از نظر می‌گذرد. در سال ۲۰۱۵ از ۴۲،۷ میلیون تن فولاد خام تولیدی، ۷،۵ میلیون تن آن فولاد آلیاژی بوده است. در شرایط کنونی

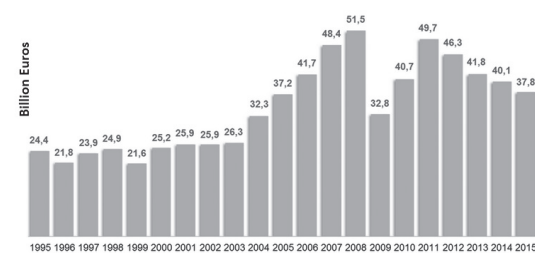


شکل ۳. روند تولید لوله های فولادی آلمان.

در شکل ۴ رده‌بندی شرکت‌های تولید کننده فولاد خام آلمان بر اساس میزان تولید مشاهده می‌گردد. شرکت تیسن گروپ با ۱۲،۴ میلیون تن تولید فولاد خام در رده نخست قرار دارد. سهم فرایند فولادسازی کنورتراکسیونی در این شرکت ۱۲،۴ میلیون تن (۱۰۰٪) قید شده است. میزان فروش خالص محصولات فولادی کشور آلمان در سال ۱۹۹۵ بیش از ۲۲،۴ میلیارد یورو بوده و در سال قبل فروش خالص محصولات فولادی کشور مذکور بالغ بر ۳۷،۸ میلیارد یورو برآورد شده است (شکل ۵).

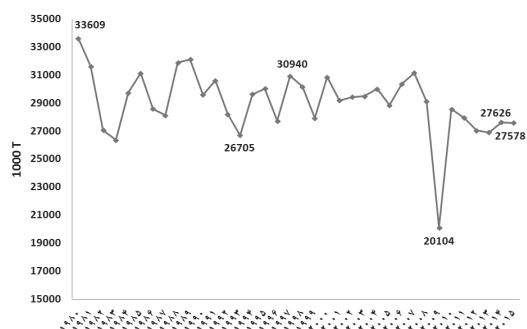


شکل ۴. شرکت‌های تولید کننده فولاد آلمان در سال ۲۰۱۵ (میلیون تن).



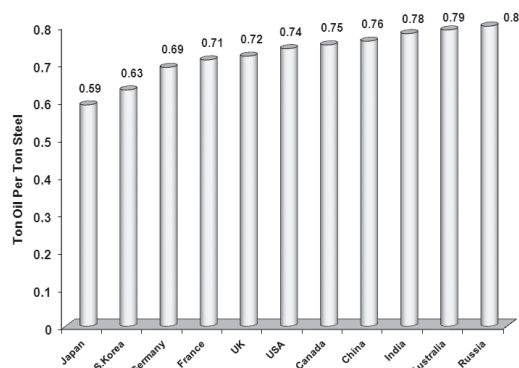
شکل ۵. میزان فروش خالص محصولات فولادی کشور (میلیارد یورو).

کاری باطری سازی این کشور بالغ بر ۲۵ سال برآورد شده است.



شکل ۹. روند تولید چدن مذاب کشور آلمان در سالهای ۱۹۸۰-۲۰۱۵ (میلیون تن).

در شکل ۱۰ میزان مصرف انرژی در واحدهای فولاد سازی کوره بلند - کنورتر اکسیژنی کشورهای مختلف از جمله آلمان برحسب معادل تن نفت بازای هر تن فولاد به نمایش در آمده است. میزان مصرف انرژی در واحدهای فولاد سازی کوره بلند - کنورتر اکسیژنی کشور آلمان ۰,۶۹ تن معادل نفت برتن فولاد است. میزان تولید سرباره در کوره بلندهای آلمان در سال ۱۹۴۵ در حدود ۹۷۰ کیلوگرم بر تن چدن مذاب بوده است. در سال ۲۰۱۵ این نرخ به زیر ۲۶۵ کیلوگرم بر تن چدن مذاب کاهش پیدا کرده است.



شکل ۱۰. میزان مصرف انرژی در واحدهای فولاد سازی کوره بلند - کنورتر اکسیژنی کشورهای مختلف.

در شکل ۱۱ روند کاهش سرباره ویژه کوره بلندهای کشور آلمان از نظر می گذرد. استفاده از سنگ آهن و کک مرغوب بر کاهش تولید سرباره کوره بلند تأثیر

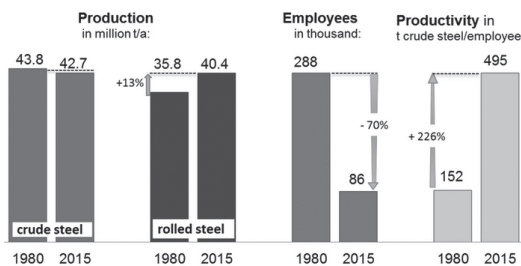
در آلمان ۱۴ کوره بلند مدرن (فعال) و بازسازی شده در حال بهره برداری می باشد. میزان تولید چدن مذاب این کشور در سال گذشته ۲۷,۵۷۸ میلیون تن گزارش شده است. نسبت چدن مذاب به فولاد خام تولیدی در کشور آلمان در سال قبل ۰,۶۴۵ محاسبه شده است. از نظر رده بندی تولید چدن کشور آلمان در رده هفتم جهان قرار دارد.



شکل ۸. روند تولید فولاد خام و محصول نهایی کشور آلمان در ۳۶ سال گذشته.

در شکل ۹ روند تولید چدن مذاب این کشور دیده می شود. کشور آلمان برای توازن مواد شارژی فولادسازیها ۵۰۰ هزار تن شمش چدن وارد و ۱۰۰ هزار تن شمش چدن صادر کرده است. کل چدن مصرف شده در این کشور ۲۸,۲ میلیون تن اعلام شده است. میزان تولید آهن اسفنجی (به روش میدرکس) آلمان در سال ۲۰۱۵ در حدود ۶۰۰ هزار تن گزارش شده است. میزان مصرف کک در کوره بلندهای این کشور در سال ۱۹۵۰، ۱۱۰۰ کیلوگرم بر تن چدن مذاب بوده است. با استفاده از سنگ آهن های غنی، آگلومرات، کک مرغوب، سیستم بارگیری بدون زنگ، فرایند کنترل فشار دهانه و کنترل جریان گاز و توزیع بار در دهانه، غنی سازی هوا با اکسیژن، پیش گرم کردن هوای دم و سیستم های تزریق سوخت های کمکی، این نرخ به زیر ۵۰۰ کیلوگرم بر تن چدن مذاب کاهش یافته است. هم اکنون سهم کک، پودر ذغال، مازوت و دیگر سوخت ها در کوره های بلند آلمان به ترتیب ۳۲,۹، ۱۶۴,۱ و ۵ کیلوگرم بر تن چدن مذاب است. میزان مصرف کک ریزه در تولید زیتتر ۴۳,۹ کیلوگرم بر تن چدن مذاب بوده است. ضمناً میانگین عمر

که ۵,۰۹۱ میلیون تن آن در کنورترهای اکسیژنی و ۱۳,۴ میلیون تن بقیه در کوره‌های قوس الکتریکی مورد استفاده قرار گرفته است. برای این منظور ۴,۲ میلیون تن قراضه فولادی وارد و ۷,۵ میلیون تن (خارج از اتحادیه اروپا) قراضه فولادی صادر شده است. ضمناً میزان صادرات قراضه آلمان به کشورهای اتحادیه اروپا- ۲۸, ۷,۱۱۱ میلیون تن بوده است. بیشترین صادرات قراضه آلمان به میزان ۱,۶۵۹ میلیون تن به کشور هلند بوده است. نسبت مصرف قراضه فولاد در تولید فولاد خام کشور آلمان در سال ۲۰۱۵ در حدود ۴۳,۳٪ بوده است. در جدول ۲ روند مصرف قراضه فولادی در تولید فولاد خام کشور آلمان مشاهده می‌گردد.



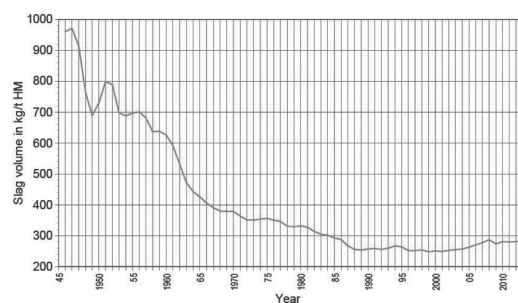
شکل ۱۲. مقایسه تعداد شاغلین و بهره‌وری نیروی انسانی صنایع فولاد آلمان در سال ۱۹۸۰ و ۲۰۱۵.

جدول ۲. روند مصرف قراضه فولادی در تولید فولاد خام کشور آلمان.

Year	Scrap (MMT)	Production (MMT)
2010	18.811	43.83
2011	19.794	44.284
2012	19.152	42.661
2013	18.846	42.646
2014	19.115	42.943
2015	18.491	42.676

در شکل ۱۳ روند صادرات و واردات قراضه فولادی کشور آلمان رویت می‌شود. در سال گذشته صادرات خالص قراضه فولاد در کشور آلمان ۳,۴۴ میلیون تن بوده است. ضمناً در شکل ۱۴ نیز جریان تجارت قراضه فولاد در کشور آلمان بر حسب میلیون تن به نمایش درآمده است. در شکل ۱۵ میزان مصرف قراضه در فرایندهای

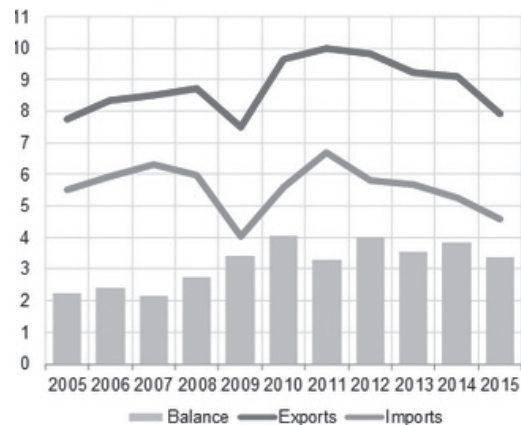
بسیاری داشته است. میزان مصرف انرژی ویژه برای تولید فولاد خام و محصولات نوردی به ۱۷,۸۶ و ۱۹,۸۳ گیگا ژول بر تن برآورد شده است. در سال ۲۰۰۹ میزان انتشار گاز CO₂ برای فولاد خام ۱۴۱۴ کیلوگرم بر تن به ثبت رسیده است. میزان انتشار گاز CO₂ در صنایع فولاد آلمان در شرایط کنونی ۱۳۵۰ کیلوگرم بر تن فولاد خام می‌باشد. میزان انتشار گاز CO₂ برای محصولات نهایی نیز ۱۵۰۰ کیلوگرم بر تن بوده است. بهره‌وری نیروی انسانی در صنایع فولاد این کشور در سال ۲۰۱۵ نسبت به سال قبل افزایش یافته است. آموزش، دوره‌های بازآموزی و تخصصی و بالابردن سطح اتوماسیون در افزایش بهره‌وری نیروی انسانی مؤثر بوده است. بهره‌وری نیروی انسانی صنایع فولاد آلمان در سال ۱۹۸۰، ۱۵۲ تن فولاد بر نفر در سال ثبت شده است. به دلیل حفظ تعداد نیروی انسانی و بحران اقتصادی (کاهش تولید فولاد) این نرخ در سال ۲۰۱۰ به ۳۵۵ تن بر نفر ثبت شده است و در سال ۲۰۱۵ مجدداً با افزایش تولید، بهره‌وری نیروی انسانی به ۴۹۵ تن فولاد بازاری هر نفر شاغل افزایش پیدا کرده است. در سال ۱۹۸۰ تعداد شاغلین صنایع فولاد آلمان ۲۸۸ هزار نفر بوده است در حالیکه تعداد نیروی انسانی صنایع فولاد آلمان امروز (۲۰۱۵) ۸۶۲۴۹ نفر بیش نیست. بعبارت دیگر در طول ۳۵ سال تعداد نیروی انسانی صنایع فولاد آلمان ۲۰۲ هزار نفر کاهش پیدا کرده است.



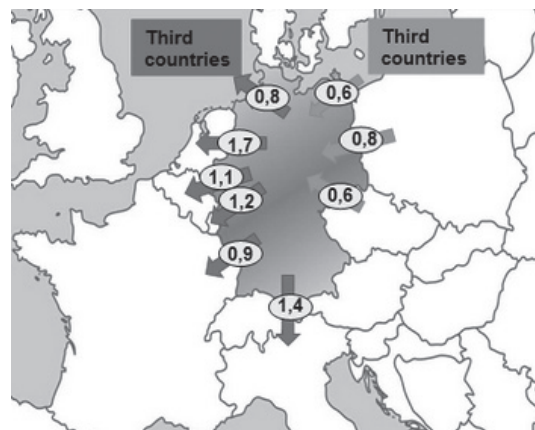
شکل ۱۱. روند کاهش سرباره ویژه کوره بلندهای کشور آلمان.

در شکل ۱۲ مقایسه تعداد شاغلین و بهره‌وری نیروی انسانی صنایع فولاد آلمان در سال‌های ۱۹۸۰ و ۲۰۱۵ از نظر می‌گذرد. کل مصرف قراضه در تولید فولاد خام آلمان نزدیک به ۱۸,۴۹۱ میلیون تن گزارش شده است

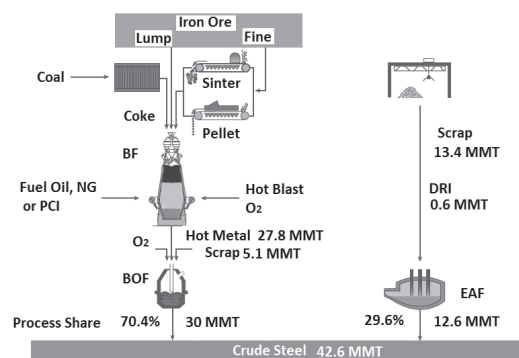
تولید فولاد خام کشور آلمان دیده می‌شود.



شکل ۱۳. روند واردات و صادرات قراضه فولاد در کشور آلمان (میلیون تن).



شکل ۱۴. جریان تجارت قراضه فولاد در کشور آلمان (میلیون تن).



شکل ۱۵. میزان مصرف قراضه در فرایندهای تولید فولاد آلمان در سال ۲۰۱۵.

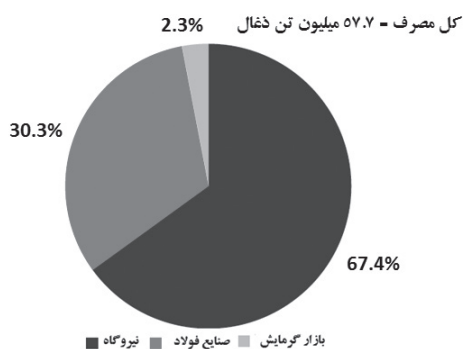
میزان مصرف مواد اولیه برای تولید یک تن فولاد در سال ۱۹۸۰ نزدیک به ۲۰۷۵ کیلوگرم بوده است، امروزه

این نرخ به زیر ۱۹۷۸ کیلوگرم کاهش یافته است. در سال ۲۰۱۵ کشور آلمان ۴۱,۴ میلیون تن سنگ آهن وارد و مصرف کرده است. میزان تولید و واردات ذغال کشور آلمان به ترتیب ۶,۲ و ۵۷,۵ میلیون تن ثبت شده است. در جدول ۳ روند تولید و واردات ذغال کشور آلمان از نظر می‌گذرد.

جدول ۳. روند تولید و واردات ذغال کشور آلمان.

Year	Production	Import
2011	12.1	48.4
2012	10.8	47.9
2013	7.6	52.9
2014	7.6	56.2
2015	6.2	57.5

میزان صادرات ذغال کشورهای آمریکا و کلمبیا به کشور آلمان به ترتیب ۱۰,۹۱۳ و ۹,۹۴۸ میلیون تن گزارش شده است. کشورهای مشترک المنافع و آفریقای جنوبی نیز به ترتیب ۱۶,۷۴۲ و ۳,۴ میلیون تن ذغال به کشور آلمان صادر کردند. کل مصرف ذغال در سال ۲۰۱۵ در کشور آلمان ۵۶,۱ میلیون تن معادل ذغال استاندارد بوده است. سهم صنایع فولاد در این مصرف ۳۰ درصد گزارش شده است. در شکل ۱۶ در سال ۲۰۱۵ رشته‌های مصرف کننده ذغال کشور آلمان دیده می‌شود.



شکل ۱۶. رشته‌های مصرف کننده ذغال کشور آلمان در سال ۲۰۱۵.

شده است. ضمناً میزان واردات ذغال حرارتی (از جمله آنتراسیت) آلمان در سال قبل بالغ بر ۴۳,۱۹۵ میلیون تن گزارش شده است. بیشترین واردات ذغال حرارتی آلمان از کشورهای مشترک المنافع به میزان ۱۴,۸۸۵ میلیون تن بوده است. کشورهای کلمبیا و امریکا نیز به ترتیب ۹,۸۵ و ۷,۷۳۴ میلیون تن ذغال حرارتی به آلمان صادر کرده اند. میزان مصرف ذغال حرارتی برای نیروگاه ها ۳۸,۹ میلیون تن بوده است. میزان واردات و مصرف سنگ آهن آلمان در سال گذشته هر دو مورد ۴۳,۲ میلیون تن به ثبت رسیده است. میزان تولید سنگ آهک آلمان در سال گذشته ۶,۹ میلیون تن به ثبت رسیده است.

میزان واردات ذغال کک شوی آلمان در سال گذشته ۱۲,۳۵ میلیون تن بوده است. ۵,۶۲ میلیون تن این ذغال کک شو از کشور استرالیا تأمین شده است. سهم کشورهای امریکا و کانادا در این واردات ذغال کک شو به ترتیب ۳,۱۷۹ و ۱,۳۱۶ میلیون تن بوده است. سهم کشورهای مشترک المنافع در واردات ذغال کک شوی کشور آلمان ۱,۶۴۳ میلیون تن ثبت شده است. در سال قبل میزان تولید کک کشور آلمان ۸,۸ میلیون تن گزارش شده است. میزان واردات کک کشور آلمان در سال ۲۰۱۵، ۲ میلیون تن به ثبت رسیده است که ۰,۹۹۷ میلیون تن این کک از کشور لهستان تأمین شده است. کک وارد شده از کشور جمهوری چک ۲۶۶ هزار تن ثبت

میزان تولید فولاد خام اتحادیه اروپا (۲۸)، ۱۶۹,۲ میلیون تن بوده است.

(کتاب مرجع فولاد ۹۴)

آیا می دانید ؟

کشور ایران با تولید بیش از ۱۶,۳۳۱ میلیون تن فولاد خام، رده اول در بین کشورهای خلیج فارس و منا (MENA) و رده چهاردهم جهان را دارا می باشد.

(کتاب مرجع فولاد ۹۴)

آیا می دانید ؟

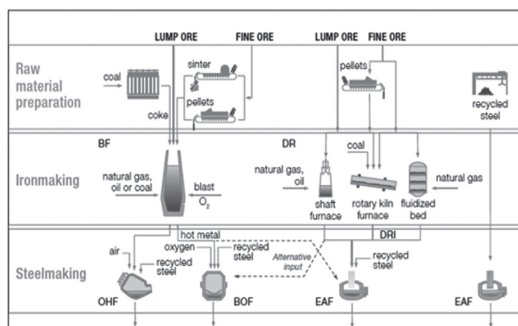
بهینه کاوی عملکردی تولیدکنندگان مطرح فولاد دنیا در امتداد بررسی چالش‌ها و افزایش رقابت پذیری صنعت فولاد کشور تولید فولاد به روش کوره بلند- کنورتور اکسیژنی

عباسعلی سبکتکین^۱، افشین طاهری، محمدحسن جولازاده

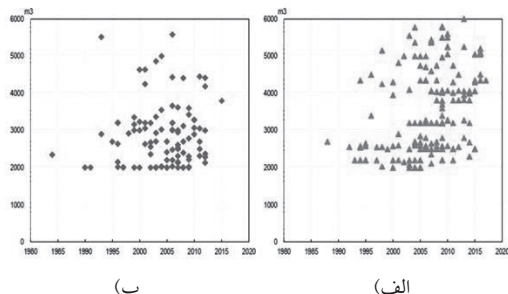
چکیده

در حال حاضر شرکت‌های تولیدکننده فولاد در مقطع زمانی بسر می‌برند که با بی‌ثباتی قیمت مواد اولیه و افزایش رقابت تولیدکنندگان همراه است. عدم ثبات قیمت مواد اولیه شامل سنگ آهن، زغال سنگ و قیمت پایین فولاد فشار قابل توجهی بر صنعت جهانی فولاد اعمال نموده است. لذا اکثر فولاد سازان تلاش زیادی را در کاهش میزان تولید و افزایش تولید فولادهای کیفی و با مقاومت بالا معطوف نموده‌اند. مدیران شرکت‌های فولادی سعی بر آن دارند که به سوالاتی نظیر چگونه هزینه‌های تولید را کاهش داده، چگونه قابلیت رقابت پذیری را افزایش داد و چگونه در بازارهای جهانی امکان فعالیت و زنده بودن را حفظ کرد پاسخ دهند. در این راستا، توجه به استفاده از روش‌های مدرن همچون انجام تحقیقات بازار و مقایسه با شرکت‌های پیشرو می‌تواند مفید واقع گردد. هدف از این مقاله انجام مقایسه و بهینه کاوی چندین شرکت تولیدکننده فولاد و یافتن مسیرهای جدید برای توسعه و امکان افزایش بهره‌وری تولید در فولاد کشور می‌باشد. علاوه بر این تحولات اخیر مربوط به شرکت‌های فولادسازی و سیاست بکارگرفته از سوی آنها می‌تواند یاری دهنده مدیران شرکت‌های فولادی کشور برای اتخاذ استراتژی‌های کارآمد باشد. کلمات کلیدی: بهینه کاوی، بهره‌وری، کوره بلند، کنورتور اکسیژنی، رقابت پذیری.

شکل شماره ۱ فولادسازی به روش کوره بلند- کنورتور اکسیژنی- نشان داده شده است. شکل ۲ و ۳ پراکنندگی استفاده از سیستم کوره بلند و میزان تولید به این روش را در دیگر کشورهای دنیا و منطقه آسیا نشان می‌دهد. بطور کلی مواد اولیه مورد استفاده در سیستم کوره بلند عبارت است از سنگ آهن، زغال سنگ، سنگ آهک و آهن قراضه. به طور میانگین در این روش بالغ بر ۱۴۰۰ کیلوگرم سنگ آهن، ۸۰۰ کیلوگرم زغال سنگ، ۳۰۰ کیلوگرم سنگ آهک و ۱۲۰ کیلوگرم آهن قراضه برای تولید یک تن فولاد خام مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱].



شکل ۱. روشهای فولاد سازی مرسوم در دنیا و مواد مورد نیاز [۱].



شکل ۲. پراکنندگی روش ساخت فولاد به روش کوره بلند (الف) آسیا (ب) کل دنیا [۱].

مقدمه

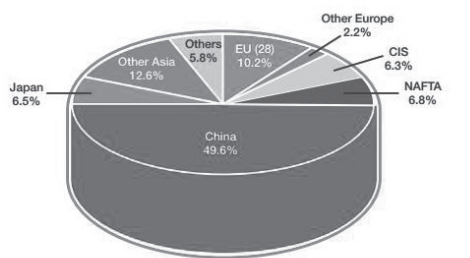
شرکت‌های تولیدکننده فولاد یکی از مهمترین و تأثیرگذارترین شرکت‌ها در صنایع کشور بوده و در رشد و توسعه صنعتی ایران نقش بسزایی داشته و دارند. در

۱. نویسنده مسئول: abbasalian@gmail.com

تلفن تماس: ۰۹۱۳۴۳۴۸۷۲۸

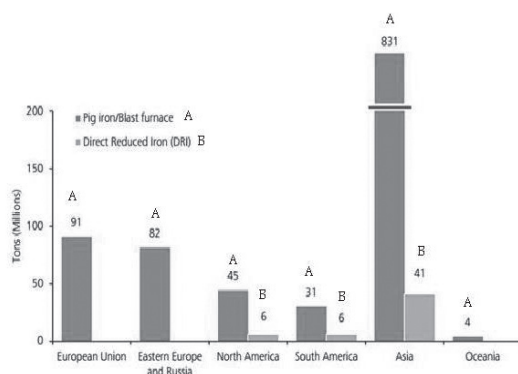
Crude steel production

World total: 1,621 million tonnes



Others comprise:

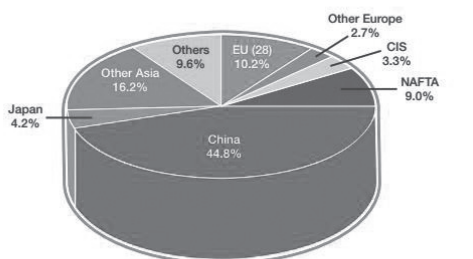
Africa	0.8%	Central and South America	2.8%
Middle East	1.8%	Australia and New Zealand	0.4%



شکل ۳. میزان تولید به روش کوره بلند در دنیا به تفکیک منطقه [۱].

Apparent steel use (finished steel products)

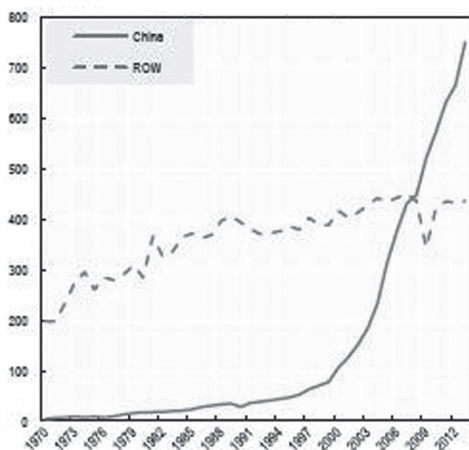
World total: 1,500 million tonnes



Others comprise:

Africa	2.6%	Central and South America	3.0%
Middle East	3.5%	Australia and New Zealand	0.5%

شکل ۴. توزیع جغرافیایی تولید فولاد دنیا [۱].



شکل ۵. میزان تولید فولاد مبتنی بر فرایند کوره بلند- کنورتور اکسیژنی

در کشور چین و بقیه جهان [۱].

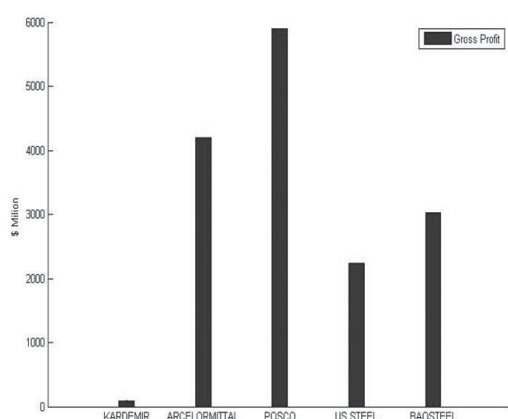
پاسخ به این پرسش‌ها باعث توسعه شرکت‌های فولادی و همچنین جامعه فولادی ایران شده و مسیرافزایش بهره‌وری تولید فولاد و کاهش هزینه‌ها را هموار می‌نماید. لذا در این

بر اساس آمار جهانی نشان داده شده در شکل ۴، چین به تنهایی نیمی از فولاد جهان را تولید می‌کند. کشور چین بعنوان یکی از بزرگترین صادرکنندگان فولاد نقش اساسی در بازار فولاد جهان دارا می‌باشد. لذا واضح است که چین تأثیر بسیار زیادی بر بازار فولاد ایران خواهد داشت. شکل ۵ میزان و نرخ تولید فولاد به روش کوره بلند در کشور چین در مقایسه با میزان تولید جهانی را نشان می‌دهد. از طرفی کشورهای شمالی ایران شامل روسیه، اوکراین و همچنین ترکیه جزو چندین کشور برتر در صادرات فولاد در طی سال‌های اخیر می‌باشند و لذا بخش عمده‌ای از نیاز بازار به فولاد در کشور ایران نیز از طریق این کشورها تأمین می‌گردد. بنابراین برای افزایش تولید و صادرات می‌بایست در نظر داشت که کشورهای چین، روسیه، اوکراین و ترکیه تهدیدی برای تولید داخلی و صادرات محصولات فولادی به شمار می‌آیند و بایستی مطالعات بسیار دقیقی بر این شرکت‌های تولیدی صورت گیرد.

روش تحقیق

بهینه کاوی یکی از ابزارهای مؤثر برای بهبود شرکت‌های فولادی کشور به منظور افزایش اثربخشی می‌باشد. این روش می‌تواند منجر به تغییر یا تجدید نظر شرکت‌ها نسبت به کسب دانش جدید در جهت افزایش بهره‌وری و افزایش رقابت پذیری آن گردد. هدف از این مقایسه این است که بدانیم: اکنون کجا هستیم؟ به کجا می‌خواهیم برسیم؟ و چگونه به آنجا برسیم؟ [۲-۵]

بر اساس صورت‌های مالی شرکت‌ها شامل تراز نامه، صورت حساب سود و زیان، و گردش جریان وجوه نقد و بر مبنای گزارش‌های ارائه شده آن‌ها به بازارهای بورس انجام شده است. همان طور که در شکل ۷ نشان داده شده است سود ناخالص کاردمیر ترکیه نسبت به بقیه شرکت فولادی فوق‌الذکر در جایگاه پاینتری می‌باشد بطوریکه این شرکت پایین‌ترین سود ناخالص و پوسکو بیشترین حاشیه سود را دارد. البته بایستی مد نظر داشت که تغییرات این سودها در چندین سال متمادی بایستی بررسی گردد چون این نسبت به شدت تحت تاثیر حجم فروش و سیاست قیمت‌گذاری و ساختار هزینه‌ها می‌باشد. البته باید توجه داشت شرکت کاردمیر ترکیه با ظرفیت تولید ۱,۵ میلیون تن (امسال ۲,۸) قابلیت رقابت با ایران را داشته و لذا تهدیدی برای ایران در منطقه محسوب می‌شود.

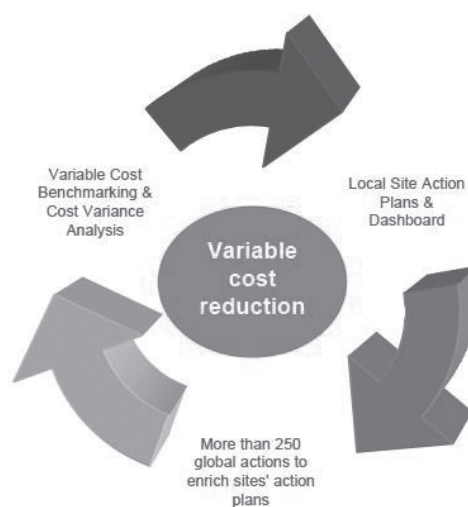


شکل ۷. نمودار نسبت سود ناخالص در شرکت‌های فولادی.

نسبت بازده کل دارایی‌ها به عنوان نسبت میزان سود حاصله حاصل از دارایی شرکت‌ها در شکل ۸ نشان داده شده است. نسبت این بازده در کاردمیر ترکیه بیشتر از پوسکو است و شرکت فولادی ایالات متحده کمترین بازده را نسبت به بقیه شرکت‌ها دارد. شرکت‌های داخلی بایستی از طریق تغییرات ساختاری در ارقام صورت سود و زیان تغییرات جدی در این خصوص اعمال نمایند تا بتوانند با بقیه شرکت‌ها و بالخصوص کاردمیر ترکیه رقابت کنند.

شکل شماره ۹ میزان بهره‌وری نیروی کار در شرکت‌های فولادی را با توجه به نتایج آنالیزها نشان می‌دهد. کاملاً واضح است که شاخص بهره‌وری در کاردمیر ترکیه واقع در خاورمیانه

بررسی و تحقیق عملکرد چندین شرکت بزرگ که از مطرح‌ترین تولیدکنندگان فولاد جهان هستند (نشان داده شده در جدول ۷) مورد مقایسه قرار می‌گیرد. تجزیه و تحلیل نسبت‌های فنی و مالی این شرکت‌ها به عنوان یکی از ابزارهای مناسب برای تعیین جایگاه آن‌ها می‌تواند مورد استفاده قرار گرفته و از طریق آن مشکلات و نقاط ضعف و قوت شرکت‌ها را تعیین نمود [۷-۱۱]. با انجام بهینه‌سازی شاخص‌های عملکردی مشخص می‌گردد که می‌تواند ایده‌هایی خوبی به منظور تعالی شرکت‌های داخلی فولاد ارائه نمود.



شکل ۶. عوامل موثر در کاهش هزینه و اهمیت فعالیت بنچمارکینگ [۶].

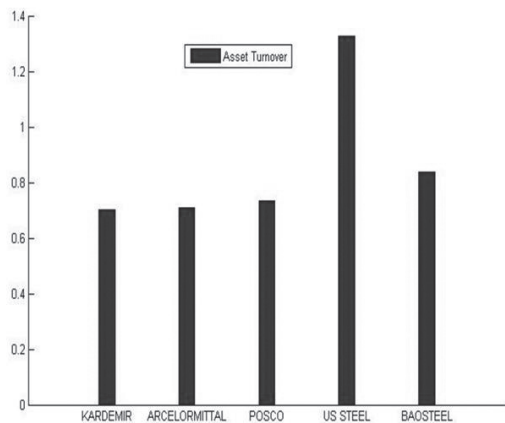
جدول ۱. تولیدکنندگان برتر فولاد دنیا [۱].

ArcelorMittal	Fangda Steel
Nippon Steel and Sumitomo Metal Corporation	Steel Authority of India Ltd. (SAIL)
Hebel Steel Group	Magnitogorsk Iron & Steel Works (MMK)
Baosteel Group	JSW Steel Limited
POSCO	Rizhao Steel
Shagang Group	Metinvest Holding LLC
Ansteel Group	Anyang Steel
Wuhan Steel Group	Taiyuan Steel
JFE Steel Corporation	Baotou Steel
Shougang Group	Jingye Steel
Tata Steel Group	Jiuquan Steel
Shandong Steel Group	Zongheng Steel
Nucor Corporation	Techint Group
HYUNDAI Steel Company	Sanming Steel
United States Steel Corporation	Jinxi Steel
Gerdau S.A.	Zenith Steel
Maanshan Steel	Xinyu Steel
Tianjin Bohai Steel	Eregli Demir ve Çelik Fabrikalari T.A.S (Erdemir Group)
ThyssenKrupp AG	Guofeng Steel
Benxi Steel	SSAB
Novolipetsk Steel (NLMK)	Nanjing Steel
Evrar Group, S.A.	voestalpine Group
China Steel Corporation	Citic Pacific
Valin Group	
Jianlong Group	
Severstal JSC	

نتایج بهینه‌سازی کاوی

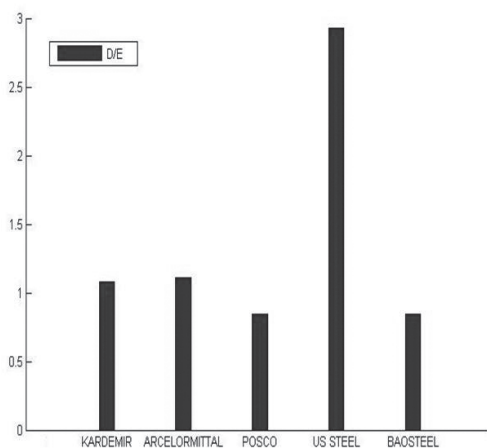
وضعیت مالی پنج شرکت فولادی از جدول ۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و نتایج در ذیل ذکر گردیده است. این آنالیز

فولادی می‌باشد. سپس بائو استیل چین جایگاه بهتری در این خصوص دارا می‌باشد و بیانگر آن است کارایی و مدیریت خوبی بر این دارایی‌های این شرکت حکم فرماست. البته لازم به ذکر است پایین بودن این نسبت می‌تواند مربوط به سرمایه گذاری بیش از حد معمول در دارایی‌ها یا پایین بودن فروش باشد.



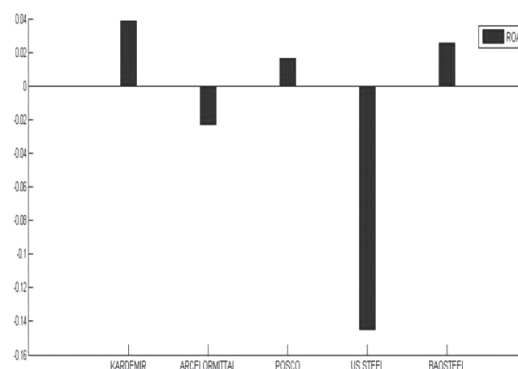
شکل ۱۰. نمودار گردش دارایی شرکت‌های فولادی.

شکل ۱۱ نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام این شرکت‌های فولادی را نشان داده شده است. نتیجه نشان می‌دهد که یواس استیل طلبکاران بیشتری داشته و شرکت بائو استیلو پوسکو کمترین بدهی را به طلبکاران دارد. لازم به ذکر است که بالا بودن این نسبت در شرکت ایالات متحده می‌تواند ریسک بالایی را به شرکت تحمیل نماید و نشان می‌دهد شرکت در وضعیت بحرانی قرار دارد.

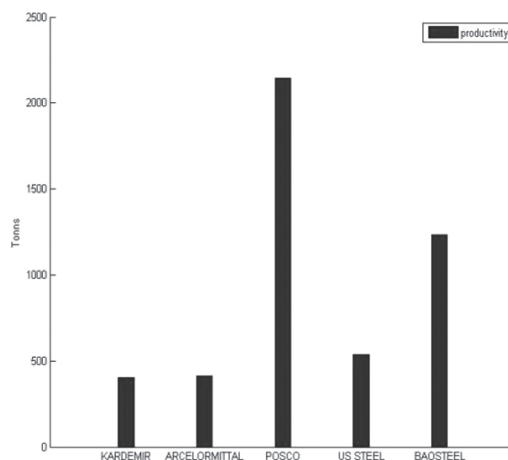


شکل ۱۱. نمودار نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام.

نسبت به دیگر شرکت‌ها کمتر بوده و بایستی استراتژی مناسبی در جهت بهبود آن صورت گیرد. در شرکت‌های فولادی، نیروی انسانی یک عامل مؤثر بر ارتقای عملکرد و رشد و تعالی شرکت محسوب شده و لذا توجه به این عامل در راستای دستیابی به بهره‌وری بیشتر و اثر بخشی از ضرورت‌های اساسی رشد و ارتقای عملکرد شرکت‌های تولید کننده فولاد خواهد بود.



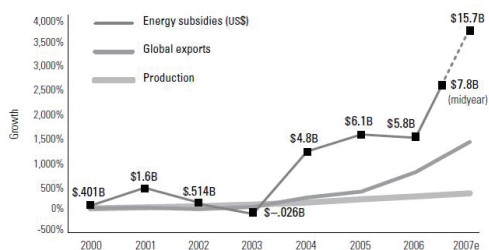
شکل ۸. نمودار بازده دارایی‌ها شرکت‌های فولادی مطرح دنیا.



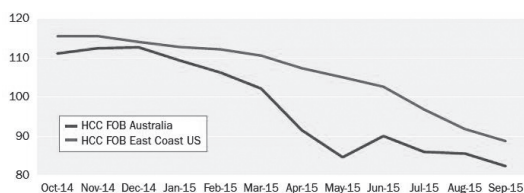
شکل ۹. نمودار بهره‌وری شرکت‌های فولادی شاخص جهان.

شکل ۱۰ نشان می‌دهد که چگونه دارایی‌های یک شرکت فولادی به منظور ایجاد درآمد و فروش بکار گرفته شده است. گردش دارایی کاردمیر، ارسیلورمیتال و پوسکو مشابه یکدیگر بوده در مقایسه با یواس استیل در کمترین میزان می‌باشد. در حالی که شرکت فولادی ایالات متحده در بالاترین حد (علیرغم سودناخالص منفی) در بین این شرکت‌ها بوده است و نشانه وجود مدیریت مناسب در دارایی‌های این شرکت

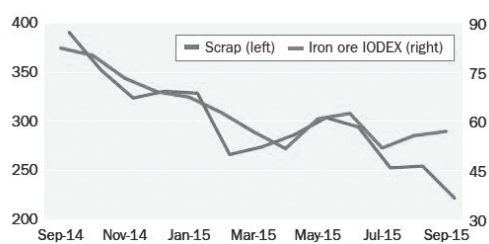
۱۴) میزان تولید فولاد به روش کوره بلند در آمریکای شمالی و اروپا کاهش یافته است و کشورهای ارزان فروشی همچون چین و روسیه و اوکراین از این بحران استفاده کرده و ضمن حمایت از تولید کنندگان داخلی خود در مقابل واردات ارزان قیمت، اقدام به اجرای قوانین آنتی دامپینگ و همچنین افزایش تعرفه واردات نموده‌اند و جالب اینکه صادرات آنها افزایش یافته است.



شکل ۱۳. نمودار میزان سوبسید اختصاص داده به شرکت‌های تولید کننده فولاد چین به منظور افزایش رقابت پذیری و دامپینگ در بازار جهانی.



الف

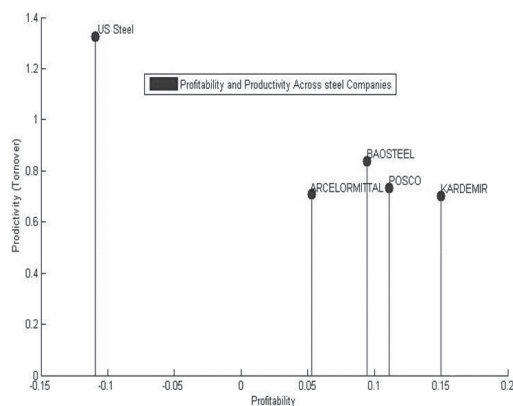


ب

شکل ۱۴. بی ثباتی بازار مواد اولیه و کاهش قیمت مواد الف) زغال کک‌شو ب) سنگ آهن و قراضه [۷].

براساس مطالعات انجام گرفته در برخی از شرکت‌های فولادی کشور، هزینه‌های سنگین تولید بالاخص در حوزه مواد اولیه مربوط به زغال سنگ می‌باشد. این ماده بالاترین سهم از هزینه تولید را به خود اختصاص و قابلیت رقابت شرکت‌ها را در بازارهای داخلی و بین المللی، به شدت کاهش داده است.

در شرکت‌های فولادی بازده دارایی را می توان به دو جزء جداگانه سودآوری و بهره‌وری تقسیم نمود که این سودآوری مربوط به سود فروش می‌باشد. از طرفی بهره‌وری به نام گردش دارایی مشهور بوده که شرکت‌های فولادی سعی در دستیابی به حداکثر میزان بهره‌وری در این زمینه می‌نمایند. همان طور که در نمودار ۱۲ نشان داده شده است، کاردمیر دارای سود پایین ولی گردش دارایی بالایی می‌باشد. لازم به ذکر است که بعضی از شرکت‌های فولادی کشور پتانسیل خوبی نسبت به دیگر شرکت‌ها در پاسخگویی به فرصت‌های سرمایه گذاری دارا می‌باشند.



شکل ۱۲. نمودار سود دهی و بهره‌وری شرکت‌های فولادی.

با توجه به آنالیزهای فوق میتوان اظهار داشت که شرکت بائو استیل چین دارای میزان تولید و سود بالایی بوده است. بسیاری از تحلیلگران اقتصادی بزرگترین مزیت تولید فولاد چین و سود حاصله را وجود نیروی کار ارزان آن می‌دانند. مطالعات و تحقیقات نشان می‌دهد که دولت چین سوبسید فراوانی را به کارخانه‌های فولاد خود بالاخص در حوزه انرژی اختصاص داده و در بازارهای بین المللی امکان رقابت دیگر تولیدکنندگان را با چین به شدت کاهش داده است. همان طور که در شکل ۱۳ نشان داده است چین در سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۷ حدود ۲۷ میلیارد دلار به صنعت فولاد یارانه داده است که سهم اعظم آن مربوط به زغال سنگ بوده (۹۵ درصد این سوبسید را انرژی در بر میگیرد).

نکته حائز اهمیت دیگر این است که بدلیل کاهش قیمت سنگ آهن و بحران مربوطه به آن (نشان داده شده در شکل

نتیجه‌گیری

نسبت‌های فنی و مالی می‌تواند جهت آنالیز و تعیین نقاط ضعف یا قوت شرکت‌های فولادی استفاده گردد ولی ممکن است وجود محدودیت‌های خاصی وضعیت مالی این شرکت‌ها را بهتر از آنچه که هست یا بدتر از آنچه هست جلوه داده باشد. شرکت‌های فولادی خارجی در یک محیط پویا قرار گرفته و در حال فعالیت هستند و قضاوت راجع به نسبت‌ها بدون در نظر گرفتن وضعیت مالی آن‌ها در چرخه عملیاتی و تولید ممکن است باعث گمراهی تحلیلگر شود. همچنین با عنایت به اینکه هدف اصلی از این تحلیل بررسی شرایط شرکت‌های تولید کننده فولاد به روش کوره بلند-کنورتور اکسیژنی و استفاده از پتانسیل‌های موجود می‌باشد لذا درنگاهی دقیقتر به بهینه‌سازی انجام شده می‌توان بیان نمود که کشور چین با دامپینگ قیمت مواد اولیه و انرژی و همچنین میزان بالای تولید فولاد، موازنه تولید و مصرف فولاد در جهان را دچار مشکل کرده است. همچنین برخی از کشورهای خاورمیانه نیز با دامپینگ، بازار فولاد را بالاخص برای ایران به شدت متلاطم نموده اند. اگر شرکت‌های فولاد داخلی کشور نتوانند با مدیریت مناسب با تهدیدها و بحران دامپینگ و همچنین ورود بی‌رویه فولاد کشورهای مجاور و چین مبارزه کنند، احتمالاً به ورشکستگی و مشکلات عدیده‌ای همچون از دست دادن بازارهای بین‌المللی برخورد خواهد نمود و مانند برخی شرکت‌های فولادی از جمله شرکت‌های اروپایی عملاً از چرخه تولید خارج خواهند شد. در این شرایط تنها حمایت‌های دولت در خصوص اعطای سوسیدهای لازم و اجرای قوانین ضد دامپینگ در مقابل کشوری همچون چین و پیاده‌سازی استراتژیهای مدیریتی مناسب، صنعت فولاد کشور را از این بحران نجات خواهد داد.

تقدیر و تشکر

از پژوهشگران حوزه مهندسی خرید ذوب آهن اصفهان بالاخص مهندس علی اصغر کرمی، فرشاد محمدی، محسن باقری و کلیه متخصصینی که در تهیه و انجام این پژوهش یاری نموده‌اند تقدیر و تشکر می‌گردد.

منابع و مراجع:

- [1] www.worldsteel.com
- [2] De Toro, I., 1995. "The Ten Pitfalls of Benchmarking", Quality Progress, January.
- [3] Watson G. H., 1993. "How Process Benchmarking Supports Corporate Strategy", Planning Review, Vol. 21, January/February.
- [4] Weisendanger B., 1993. "Benchmarking Intelligence Fuels Management Moves" Public Relations Journal, Vol. 49, November.
- [5] Shetty, Y. K., 1993. "Aiming High: Competitive Benchmarking for Superior.
- [6] Corporate.arcelormittal.com
- [7] Delmar W. K., 1975 "Long Range Planning and Organizational Performance, Vol. 26, No. 1, February.
- [8] Salgado A., 1998. "Benchmark Other Companies To Uncover Proven Methods", Dallas Business Journal, November.
- [9] Bengt, K. 1995, "Benchmarking Workbook with Examples and Ready Made Forms" Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- [10] Kozak M., 2004. "Destination benchmarking: concepts, practices and operations, Wallingford, UK ; Cambridge, CABI Pub.
- [11] Charnes, A., Cooper, W., & Rhodes, E., 1978, "Measuring The Efficiency Of Decision Making Units" European Journal of Operation Research, Vol. 2 No 6, pp. 429-444.
- [12] www.platts.com

اخبار انجمن آهن و فولاد ایران



در این جلسه در ارتباط با تسریع در ثبت مرکز تحقیقات و فناوری آهن و فولاد ایران تأکید شد. همچنین پیشنهاد شد مبالغ حق عضویت‌های اعضای انجمن تغییر یابد و جهت نهایی شدن در مجمع عمومی ارائه تا مورد بررسی و تصویب قرار گیرد. مقرر شد مجمع عمومی عادی انجمن آهن و فولاد ایران در مورخه ۹۵/۸/۲۶ برگزار گردد.



جلسه هیأت مدیره انجمن آهن و فولاد ایران

جلسه هیأت مدیره در دفتر مدیریت انجمن آهن و فولاد ایران در مورخه ۹۵/۸/۱۲ برگزار گردید.



در این جلسه گزارش جامعی از عملکرد انجمن آهن و فولاد ایران از آبان ماه سال ۹۲ الی آبان ماه سال ۹۵ شامل: رشد کمی انجمن، برگزاری سمپوزیوم‌های فولاد و مشکلات فراروی آن‌ها، برگزاری نمایشگاه‌های بین‌المللی فولاد، فعالیت‌های انتشاراتی، فعالیت کمیته‌های پژوهشی-آموزشی و دوره‌های برگزار شده، حضور و حمایت انجمن از نمایشگاه‌ها و همایش‌های مرتبط با صنایع فولاد، ضرورت تشکیل نظام مهندسی مواد در کشور، برگزاری میزگردهای تخصصی، کسب رتبه اول (A) انجمن آهن و فولاد ایران در بین ۳۵۶ انجمن در محدوده‌ی سه سال اخیر از طرف کمیسیون‌های انجمن‌های علمی کشور، ارائه گردید.

تشکیل مجمع عمومی عادی انجمن آهن و فولاد ایران

بر اساس دعوت قبلی مورخ ۹۵/۸/۱۲ جلسه مجمع عمومی عادی انجمن آهن و فولاد ایران در ساعت ۱۷ روز چهارشنبه مورخ ۹۵/۸/۲۶ در آمفی تئاتر انجمن آهن و فولاد ایران و با حضور جمعی از اعضای هیأت مدیره، اعضای حقوقی و اعضاء پیوسته این انجمن و نماینده‌ای از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری کشور با حضور اکثریت برگزار گردید. در ابتدا پس از تلاوت آیاتی از کلام الله مجید و پخش سرود ملی، برنامه زمان‌بندی اجرای مجمع اعلام گردید و بنابر پیشنهاد حاضرین، آقایان دکتر ابوذر طاهری‌زاده، مهندس احمد احمدی، مهندس فرزاد ارزانی و مهندس محمد ابراهیم قدیریان بعنوان هیأت رئیسه انتخاب شدند. پس از آن آقای پروفسور عباس نجفی‌زاده رئیس هیأت مدیره انجمن آهن و فولاد ایران گزارشی جامع از عملکرد موفق انجمن در فاصله زمانی سال ۹۲ تا ۹۵ (دوره هیأت مدیره) ایراد نمودند.



آهن اصفهان به نمایندگی آقای مهندس احمد صادقی، (۴) شرکت فولاد آلیاژی ایران به نمایندگی آقای مهندس محمدابراهیم قدیریان، (۵) شرکت ملی فولاد ایران به نمایندگی آقای مهندس عبدالمجید شریفی، (۶) شرکت تهیه و تولید مواد معدنی به نمایندگی آقای دکتر محمد رضا سلطانی، (۷) شرکت آمیاز پولاد به نمایندگی آقای مهندس عبدالله اعزازی اردی، (۸) شرکت توسعه راه سبز فولادین به نمایندگی آقای مهندس مصطفی علی اکبریان، (۹) شرکت متالورژی مصمم به نمایندگی آقای مهندس عبدالمهدی اجلالی، (۱۰) شرکت ایساتیس پویای ایرانیان به نمایندگی آقای مهندس علی اصغر خیبری، (۱۱) آقای دکتر عباس نجفی زاده، (۱۲) آقای دکتر علی شفیعی، (۱۳) آقای دکتر حسین یوزباشی زاده، (۱۴) آقای دکتر سید احمد جنابعلی جهرمی، (۱۵) آقای دکتر چنگیز دهقانیان، (۱۶) آقای مهندس سیروس مؤتمن، (۱۷) آقای مهندس محمد حسن جولازاده، به عنوان اعضاء اصلی هیئت مدیره و شرکت فولاد آلیاژی اصفهان به نمایندگی آقای مهندس محمد علی سلطانی و آقای دکتر رضا امینی نجف آبادی به عنوان اعضاء علی البدل هیئت مدیره و آقای مهندس احمد شریفی به عنوان بازرس اصلی و آقای فریدون واعظ زاده بازرس علی البدل برای مدت سه سال انتخاب شدند.

در پایان انتخاب شدگان با امضای صورتجلسه مجمع عمومی قبول مسئولیت نمودند و از زحمات آقای دکتر نجفی زاده بعنوان رئیس هیئت مدیره و سایرین بعلت عملکرد عالی انجمن از طرف شرکت کنندگان تقدیر بعمل آمد.



سپس آقای مهندس محمد حسن جولازاده خزانه دار انجمن، گزارش مالی سال ۹۴ را بیان و در ادامه آقای مهندس احمد شریفی بازرس انجمن، گزارشی از نظارت و بازرسی ارائه نمودند. بعد از آن نماینده مؤسسه حسابرسی تدبیر گران شاخص اندیش، با ارائه گزارشی عملکرد مالی سال ۹۴ را مطلوب (یعنی بهترین شرایطی که حسابرسی ها اعلام می کنند) اعلام نمود. سپس صورت های مالی سال ۹۴ پس از بحث و بررسی به اتفاق آرا مورد تصویب قرار گرفت. براساس دستور جلسه میزان حق عضویت سالانه اعضاء حقوقی از ۵,۵۰۰,۰۰۰ ریال به ۷,۰۰۰,۰۰۰ ریال و برای اعضاء حقیقی از ۵۵۰,۰۰۰ ریال به ۸۰۰,۰۰۰ ریال و حق عضویت دانشجویی بدون افزایش به مبلغ ۳۰۰,۰۰۰ ریال تأیید گردید.



در ادامه رأی گیری برای انتخاب اعضاء هیئت مدیره جدید اتخاذ و پس از شمارش آراء نامزدهای عضویت در هیئت مدیره و بازرس انجمن، نتایج آرا به شرح زیر اعلام گردید:

(۱) شرکت فولاد مبارکه اصفهان به نمایندگی آقای دکتر بهرام سبجانی، (۲) شرکت فولاد خوزستان به نمایندگی آقای مهندس محمد نیکوکار، (۳) شرکت سهامی ذوب

جلسه هیأت مدیره و تعیین مسئولیتهای اعضا

جدید هیأت مدیره انجمن

اولین جلسه هیأت مدیره جدید در روز چهارشنبه مورخ ۱۳۹۵/۹/۳ در ساختمان انجمن آن و فولاد ایران تشکیل شد. در این جلسه آقایان پروفسور عباس نجفی زاده به عنوان رئیس هیأت مدیره، مهندس مصطفی علی اکبریان به عنوان نائب رئیس، مهندس محمد حسن جولازاده به عنوان خزانه دار و دکتر علی شفیع به عنوان دبیر انجمن آهن و فولاد ایران به مدت ۳ سال انتخاب گردیدند.

اقدامات برگزاری سمپوزیوم فولاد ۹۵

سمپوزیوم فولاد ۹۵ امسال با میزبانی شرکت فولاد ناب تبریز در شهر تبریز و در تاریخهای ۱۰ و ۱۱ اسفند در هتل کایا لاله پارک تبریز برگزار می شود. نمایشگاه بین المللی سمپوزیوم فولاد نیز در محل نمایشگاه های دائمی تبریز در تاریخ های مذکور به طور همزمان اجرا خواهد شد. تاکنون چندین جلسه با حضور تعدادی از اعضا هیأت مدیره و رئیس هیأت مدیره انجمن آهن و فولاد ایران و شرکت فولاد ناب تبریز در محل برگزاری تشکیل و مسائل اجرایی و مکان های برگزاری مورد بررسی قرار گرفته و پیشنهادات اصلاحی ارائه گردید. در این خصوص پوستر و بروشور پس از طراحی و چاپ برای کلیه شرکت های ذیربط و دانشگاه ها و مراکز علمی - تحقیقاتی در سراسر کشور توزیع و اطلاع رسانی گردید.

مرکز تحقیقات و فناوری آهن و فولاد ایران

پس از تشکیل مجمع و جلسه هیأت مدیره در بهمن ماه ۹۴ و انتخاب اعضای هیأت مدیره مرکز تحقیقات و فناوری

آهن و فولاد ایران بخشی از سهام سهامداران به حساب این مرکز واریز و مابقی نیز در حال پیگیری است. در حال حاضر، این مرکز در شرف ثبت و تأسیس می باشد. در ادامه فعالیت های هیأت مدیره جهت راه اندازی مرکز تحقیقات، ۳ جلسه در تاریخ های ۹۵/۰۸/۰۲، ۹۵/۰۷/۲۴، ۹۵/۰۸/۰۹ و در خصوص تبادل نظر در مورد نحوه و چگونگی مشارکت دانشگاه صنعتی اصفهان در شرکت تازه تأسیس مرکز تحقیقات و فناوری آهن و فولاد ایران و واگذاری زمین از اراضی دانشگاه صنعتی اصفهان با حضور رئیس دانشگاه، معاون پژوهشی، رئیس دفتر ارتباط با صنعت و تعدادی از مدیران دانشگاه صنعتی و همچنین تعدادی از اعضای هیأت مدیره مرکز تحقیقات در دفتر رئیس دانشگاه صنعتی و همچنین دفتر انجمن آهن و فولاد ایران برگزار شده است. دانشگاه صنعتی اصفهان با همکاری و فعالیت مرکز تحقیقات در دانشگاه موافق بوده و طرفین در حال انجام مراحل کارشناسی و آنالیز موضوع می باشند که پس از ارائه طرح توجیهی و مشخص شدن نحوه همکاری و انجام اقدامات حقوقی و قانونی نسبت به واگذاری زمین به مرکز تحقیقات و تعیین نوع حضور دانشگاه در این مرکز اقدامات آتی به عمل آید.



اخبار اعضای حقوقی انجمن آهن و فولاد ایران



شرکت فولاد مبارکه اصفهان

نخستین کارخانه از هفت طرح فولاد استانی،

به تولید رسید

به گزارش روابط عمومی شرکت فولاد مبارکه اصفهان، شرکت فولاد سفید دشت چهارمحال و بختیاری به عنوان نخستین کارخانه از هفت طرح فولاد استانی، به تولید آهن اسفنجی رسید. ظرفیت تولید واحد احیا مستقیم فولاد سفید دشت چهارمحال و بختیاری سالانه ۸۰۰ هزار تن آهن اسفنجی است که قابلیت تولید تا یک میلیون تن را نیز دارد.

تولید ورق‌های ویژه مخازن حمل گاز مایع در

فولاد مبارکه اصفهان

روابط عمومی شرکت فولاد مبارکه اصفهان از تولید انبوه و مصرف موفقیت آمیز ورق‌های فولادی با گرید P460NJ2 از استاندارد AFNOR فرانسه مربوط به فولادهای میکروآلیاژی استحکام بالا، ویژه صنعت ساخت مخازن حمل گاز مایع خبر داد.

فولاد آلیاژی ایران

رکورد فروش تناژی محصولات آلیاژی در

طی نیم سال اول ۹۵ برای چهارمین بار

شکسته شد

بنابر گزارش روابط عمومی فولاد آلیاژی ایران رکورد فروش تناژی محصولات آلیاژی در طی نیم سال اول ۹۵ برای چهارمین بار شکسته شد و در ادامه ثبت رکوردهای ۱۹۹۷۱ تن در اردیبهشت، ۲۲۱۶۱ تن در تیرماه و ۲۲۲۸۰ تن در مردادماه، میزان فروش محصولات آلیاژی در شهریور ماه ۹۵ نیز با ثبت رکورد جدید به عدد ۲۲۹۱۵ تن رسید.

طراحی و ساخت سیستم اتوماتیک تمیز کاری

دوربین‌های دستگاه بازرسی سطح ورق

بنا به گزارش روابط عمومی شرکت فولاد مبارکه اصفهان در قالب یک پروژه تحقیقاتی سیستم اتوماتیک تمیز کاری دوربین‌های دستگاه سطح ورق ساخته شد. سیستم بازرسی سطح ورق، وظیفه استخراج و پالایش عیوب سطحی محصولات تولیدی نورد گرم از قبیل پوسته، خراش، ناخالصی و... را به عهده دارد. این سیستم بصورت پیوسته از سطح زیر و روی محصول عکس برداری کرده و با استفاده از تکنیک‌های پردازش تصویر و هوش مصنوعی عیوب سطحی محصول را استخراج می‌کند و گزارشی جهت تصمیم‌گیری به کارکنان کنترل کیفی تولید می‌کند.

صرفه‌جویی ۱۰۰ مترمکعب آب بر ساعت در

ناحیه انرژی و سیالات

به گزارش روابط عمومی شرکت فولاد مبارکه اصفهان با اجرای یک پروژه در ناحیه انرژی و سیالات فولاد مبارکه و استفاده از پساب‌های کم کیفیت واحدهای نیروگاه و فولادسازی و بکارگیری آن‌ها درخنکسازی، سرباره‌های مذاب کوره‌های قوس الکتریکی فولادسازی، بیش از ۱۰۰ متر مکعب بر ساعت در مصرف آب صنعتی صرفه‌جویی شد.



اخبار بین الملل^۱

ویژگی کاربرد کامپوزیت‌های مذکور را در نگهداری و حمل مواد هسته‌ای، مواد منفجره، مواد خطرناک و سایر موادی که نسبت به حرارت حساس هستند، از جمله در اکتشافات فضایی افزایش خواهد داد.

اتصال فلزات به دیگر مواد با بهره‌گیری از گیره‌های نانویی

پژوهشگران طی پژوهشی فرایند خوردگی الکتروشیمیایی را ابداع کرده‌اند که آن‌ها را قادر می‌سازد دو فلز ناهمگون را به سادگی به همدیگر متصل کنند. این فرایند نه تنها انواع فلزات را به همدیگر متصل می‌کند بلکه می‌تواند یک فلز را تقریباً به هر سطح دیگری متصل کند. طی این فرایند لایه‌ی بسیار نازکی از سطح فلز در حد یک چهارم قطر تار موی انسان دستخوش تغییر قرار می‌گیرد و ساختارهای زیر این لایه کاملاً پایدار و دست نخورده باقی می‌مانند. در این روش به محض اعمال فرایند، سطح فلز به شکلی قابل مشاهده توسط چشم انسان مات و غیر درخشان می‌شود، البته این سطح در زیر میکروسکوپ نمای بهتری پیدا خواهد کرد چرا که مملو از نانو ساختارهای سه بعدی قلاب شکل است. زمانی که دو سطح فرایند شده به همراه پلیمر اتصال دهنده (همان چسب) به همدیگر فشرده می‌شوند این قلاب‌های نانویی در همدیگر گیر می‌کنند و با سخت شدن چسب اتصال بین دو فلز به طرز شگفت‌انگیزی ناگسستی خواهد شد. طی این فرایند حتی وجود آلودگی‌های سطحی همچون چربی‌های ناشی از دست یا روغن‌های صنعتی نیز اثری بر استحکام نهایی قطعه نخواهند داشت و به عنوان یک مزیت ناخواسته سطح فلز کاملاً آبگریز خواهد شد. علاوه بر این از

کشف تصادفی روشی جدید برای خالص سازی فلزات

محققان دانشگاه ام آی تی در یک فرآیند تصادفی موفق به کشف فرآیندی بهینه‌تر برای خالص سازی فلزات شدند. محققان دانشگاه فناوری ماساچوست آمریکا در جریان یک تحقیق علمی برای پیدا کردن شیوه‌ی ذخیره‌ی انرژی در باتری‌هایی با دمای بالا موفق به کشف روشی جدید برای خالص سازی فلزات شدند. روش جدید ارزان‌تر، ایمن‌تر و حتی دوست‌دار محیط زیست است. این تیم تحقیقاتی به دنبال ترکیب شیمیایی جدید برای تولید باتری‌هایی با ظرفیت بالا بوده و در طی فرآیند شارژ کردن باتری آنتیموان مایع تولید شده است. در حقیقت عنصر اضافه شده به باتری به عنوان رسانای یونی عمل کرده که منجر به جداسازی و در نهایت تولید سولفید آنتیموان شده است. در طی این آزمایش باتری در نقش الکترولیز ظاهر شده و فلز خروجی خلوصی برابر با ۹۹.۹ درصد داشته و نکته‌ی جالب آنکه در این فرآیند هیچ‌گونه گازهای گلخانه‌ای تولید نشده است؛ در روش‌های سنتی علاوه بر خلوص پایین‌تر فلز جدا شده شاهد آزادسازی گازهای گلخانه‌ای هم هستیم. تیم تحقیقاتی با انجام آزمایش‌های بیشتر بر روی آنتیموان به این نتیجه رسیده است که روش کشف شده را می‌توان با فلزهای دیگر مثل نیکل و مس هم انجام داد. بنابراین با استفاده از این روش در خالص سازی فلزات پر کاربرد می‌توان در هزینه‌ها صرفه‌جویی کرد و در جهت کمک به کاهش گرمایش زمین گامی مثبت برداشت.

کامپوزیت‌های فلزی سبک

بر اساس یافته‌های پژوهشگران دانشگاه ایالت کارولینای شمالی، کامپوزیت‌های فلزی سبک (CMFS)، نسبت به فلزات و آلیاژهای معمولی نظیر فولادهای کربنی، فولادهای زنگ نزن و آلیاژهای تیتانیوم در مقابل حرارت بسیار عایق‌تر هستند. این

۱. منابع

www.sciencealert.com
www.phys.org
www.zoomit.ir

برابر فولاد، به ضخامت یک اتم، انعطاف پذیر، سبک و دارای هدایت الکتریکی و گرمایی بیشتر از هر ماده دیگر است. این خصوصیات برای تغییر و تحول اساسی در صنعت، انرژی و پزشکی کافی است اما هزینه بالای تولید آن سبب شده است که این مهم همچنان دست نیافتنی باشد. در حال حاضر رایج ترین روش ساخت گرافین، روش رسوب شیمیایی بخار است که در آن واکنش دهنده گازی بر روی یک زیرلایه گران قیمت نظیر پلاتین، نیکل یا کاربید تیتانیم، به یک فیلم نازک از گرافین تبدیل می شود. اخیراً پژوهشگران دانشگاه گلاسکو در اسکاتلند روشی برای کاهش یکصد برابری هزینه های تولید آن یافته اند که در این روش از فویل های مسی برای ساخت صفحه های گرافینی تک اتمی با کیفیت بالا استفاده شده است.

این فرایند الکتروشیمیایی می توان برای زدودن ذرات ناپایدار شیمیایی از روی سطح فلز نیز بهره برد. برای مثال در ساخت تجهیزات درمانی و ایمپلنت های پزشکی با استفاده از تیتانیوم از آلومینیوم نیز استفاده می شود که می تواند منجر به ایجاد واکنش های شدید زیستی در بدن فرد شود. با بهره گیری از این روش می توان تقریباً تمامی آلومینیوم قرار گرفته بر روی سطح ایمپلنت را زدود و احتمال بروز چنین واکنش های شدیدی را در بدن فرد به صفر رساند.

پژوهشگران هزینه تولید گرافین را صد برابر کاهش دادند

گرافین ماده ای است بسیار مستحکم، با استحکام بیش از صد

بیشترین فولاد به روش زیمنس مارتین در کشور اکراین به میزان ۵,۵۸ میلیون تن تولید می شود.

(کتاب مرجع فولاد ۹۴)

آیا می دانید؟

همراه با فولاد مذاب بیش از ۲۰۸ میلیون تن سرباره فولادسازی به دست می آید که بیشتر آن در صنایع دیگر مورد استفاده قرار می گیرد.

(کتاب مرجع فولاد ۹۴)

آیا می دانید؟

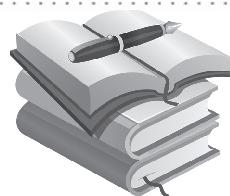
منتخبی از عناوین مقالات مندرج در مجلات بین المللی آهن و فولاد
(در این شماره)

ISI International, Vol. 56(2016) No. 10



- **Evolution of Blast Furnace Process toward Reductant Flexibility and Carbon Dioxide Mitigation in Steel Works**
Tatsuro Ariyama, Michitaka Sato, Taihei Nouchi, Koichi Takahashi, October 15, 2016, p.1681-1696.
- **Control Technique of Coke Rate in Shaft Furnace by Controlling Coke Reactivity**
Yuki Iwai, Natsuo Ishiwata, Ryota Murai, Hidetoshi Matsuno, October 15, 2016, p.1723-1727.
- **Modeling of Inclusion Formation during the Solidification of Steel**
Dali You, Susanne Katharina Michelic, Christian Bernhard, Denise Loder, Gerhard Wieser, October 15, 2016, p.1770-1778.
- **Effect of Hot Deformation and Controlled Cooling Process on Microstructures of Ti-Zr Deoxidized Low Carbon Steel**
Chao Wang, Zhaodong Wang, Guodong Wang, October 15, 2016, p.1800-1807.
- **Thermo-mechanically Coupled Isotropic Analysis of Temperatures and Stresses in Cooling of Coils**
Mats Karlberg, October 15, 2016, p.1808-1814.
- **Strip Warp Behavior and Mechanism in Single Roll Driven Rolling**
Daisuke Kasai, Aimi Komori, Atsushi Ishii, Kenji Yamada, Shigeru Ogawa, October 15, 2016, p.1815-1824.
- **Accelerative Effects of Diffusion Bonding of Recrystallization with Reversion of Deformation-induced Martensite in SUS304**
Naoko Sato, Tomoaki Yoshino, Tomomi Shiratori, Shizuka Nakano, Masahito Katoh, October 15, 2016, p.1825-1830.
- **Texture and Planar Anisotropy in Lean Duplex Stainless Steel Sheet**
Jun-ichi Hamada, Eiichiro Ishimaru, Hirofumi Inoue, October 15, 2016, p.1831-1839.
- **Effects of Dislocation Substructure on Creep Deformation Behavior in 0.2%C-9%Cr Steel**
Masato Mikami, October 15, 2016, p.1840-1846.
- **Proposal of Two-dimensional Local Curvature Multi-vertex Model for Grain Growth Simulation**
Teruyuki Tamaki, Kenichi Murakami, Kohsaku Ushioda, October 15, 2016, p.1847-1856.
- **Internal Stress and Elastic Strain Energy in Pearlite and Their Accommodation by Misfit Dislocations**
Nobuo Nakada, Masaharu Kato, October 15, 2016, p.1866-1873.
- **A Comparison between Ultra-high-strength and Conventional High-strength Fastener Steels: Mechanical Properties at Elevated Temperature and Microstructural Mechanisms**
Carin Emmy Ingrid Christersdotter Ohlund, Mladena Lukovic, Jonathan Weidow, Mattias Thuvander, Sven Erik Offerman, October 15, 2016, p.1874-1883.
- **Effects of Organic Matter on Acceleration of the Iron Elution Rate from Steelmaking Slag**
Mitsuo Yamamoto, Dan Liu, October 15, 2016, p.1884-1888.

معرفی کتاب



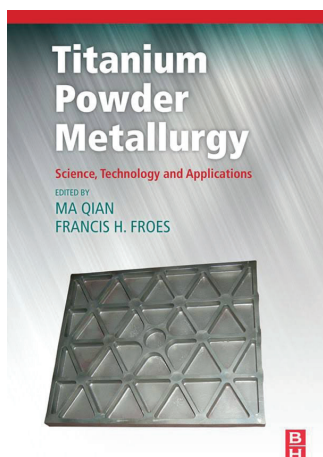
عنوان کتاب: متالورژی پودر تیتانیوم: علم، تکنولوژی و کاربرد

عنوان به انگلیسی: Titanium Powder Metallurgy, 1st Edition Science, Technology and Applications

گرد آوری و ویرایش: Ma Qian , Francis H Froes

سال نشر: ۲۰۱۵

تعداد صفحه: ۶۴۸



معرفی :

کتاب متالورژی پودر تیتانیوم شامل جامع‌ترین و معتبرترین اطلاعات از تمام موضوعات کلیدی متالورژی پودر تیتانیوم (Ti PM) می‌باشد. این کتاب گذشته را به‌طور مختصر بیان می‌کند، حال را بررسی کرده و درباره آینده علم و تکنولوژی Ti PM به بحث می‌پردازد و درحالی‌که جامعه تیتانیوم دنیا را با یک کتاب منحصر به فرد و جامع معرفی می‌کند؛ تمام جنبه‌های مهم متالورژی تیتانیوم شامل تولید پودر، پردازش پودر، تثبیت، ارزیابی ویژگی، کاربردهای صنعتی فعلی و تحولات آینده را پوشش می‌دهد.

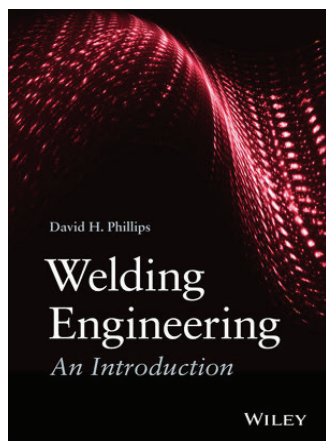
عنوان کتاب: مهندسی جوش

عنوان به انگلیسی: Welding Engineering: An Introduction

نویسنده: David H. Phillips

سال انتشار: ۲۰۱۶

تعداد صفحه: ۲۹۰



معرفی :

کتاب حاضر به معرفی تمام موضوعات مهم مهندسی جوشکاری به زبان بسیار ساده و قابل فهم با مثال‌های متنوع پرداخته است. انواع مختلف روش‌های جوشکاری شامل جوشکاری قوسی، مقاومتی، حالت جامد و چگالی انرژی بالا و ملاحظات طراحی جوش نیز در این کتاب بررسی شده است. همچنین موضوعات دیگری نظیر متالورژی جوش، جوش پذیری مواد و تست‌های غیر مخرب در جوشکاری نیز در این کتاب پوشش داده شده است.

بین‌المللی سینارهای

No	Title	Location	Date	Organization
1	3rd Edition Nanotech Dubai 2016 Conference and Exhibition	Dubai - United Arab Emirates	5-7 December, 2016	Sector Conference& Events
2	Global Advanced Materials & Surfaces Conference 2016	Dubai - UAE	5-7 December, 2016	Sector Conference& Events
3	International Conference on Polymer Science and Technology	Thiruvananthapuram, India	8-11 January, 2017	SPS, India
4	Modern Electric Furnace Steelmaking - A Practical Training Seminar	Texas, USA	6-10 February, 2017	AIST
5	8th International Conference on Advanced Materials and Nanotechnology (AMN8)	Queenstown, New Zealand	12-16 February, 2017	University of Canterbury
6	Scrap Supplements & Alternative Ironmaking 7	Florida, USA	19-21 February, 2017	AIST
7	Rod & Bar Rolling – A Practical Training Seminar	Georgia, USA	20-23 February, 2017	AIST

سهم فرآیند کوره القایی در تولید فولاد هند بیش از ۳۲ درصد است.

(کتاب مرجع فولاد ۹۴)

آیا می‌دانید؟

در شرکت فولاد پسکوی کره جنوبی با تولید و فروش ۲,۹۴ میلیون تن فولاد خودرو با استحکام بالا، از انتشار ۳,۶۴۹ میلیون تن گاز CO₂ جلوگیری شده است.

(کتاب مرجع فولاد ۹۴)

آیا می‌دانید؟

داخلی سمینارهای

ردیف	عنوان	زمان	پایگاه اینترنتی
۱	سومین کنفرانس بین‌المللی علوم و تکنولوژی	۱ آذر ماه ۱۳۹۵	www.scteconf.ir
۲	پنجمین کنفرانس بین‌المللی کامپوزیت	۳۰ آذر-۱ دی ماه ۱۳۹۵	www.CCFA.iust.ac.ir
۳	نخستین همایش بین‌المللی مواد و متالورژی ایران	۲ دی ماه ۱۳۹۵	www.cimm.ir
۴	کنفرانس کاربرد کامپوزیت در صنایع ایران	۶-۷ بهمن ماه ۱۳۹۵	www.irancomp.ut.ac.ir
۵	همایش ملی فناوری‌های نوین در نانو کامپوزیت‌ها	۷ بهمن ماه ۱۳۹۵	www.176.221.69.203
۶	اولین همایش ملی فن آوری در مهندسی کاربردی	۲۱ بهمن ماه ۱۳۹۵	www.nctae2017.wtiau.ac.ir
۷	سومین همایش ملی جریان سیال انتقال حرارت و جرم	۲۱ بهمن ماه ۱۳۹۵	www.ffhmt.ir/main.aspx
۸	هفتمین کنفرانس ملی و دومین کنفرانس بین‌المللی سازه و فولاد	۳-۴ اسفند ۱۳۹۵	www.issconf.ir
۹	اولین کنفرانس بین‌المللی انرژی‌های پاک و سیستم‌های تولید همزمان	۳-۵ اسفند ماه ۱۳۹۵	www.icecogen.org
۱۰	اولین همایش ملی فناوری نانو	۵ اسفند ماه ۱۳۹۵	www.nano.qodsiau.ac.ir
۱۱	سمپوزیوم فولاد ۹۵	۱۰ و ۱۱ اسفند ماه ۱۳۹۵	www.issiran.com

سهام تولید فولاد به روش اینگت‌ریزی در کشور چین به میزان ۱۳/۳ میلیون تن بوده است.

آیا می‌دانید؟

(کتاب مرجع فولاد ۹۴)



آلیاژسازی و فعالسازی مکانیکی، فناوری تهیه نانو مواد

منتشر شده توسط ستاد ویژه توسعه فناوری نانو^۱

نویسنده: ساعد صیاد رضایی نژاد

تاریخچه و مقدمه

شاید بتوان ادعا نمود که منشأ تاریخی استفاده از عملیات مکانیکی به برخی از اثرات بسیار ساده آن در کشف آتش به کمک اصطکاک و همچنین تسهیل انحلال نمک به وسیله ساییدن و آسیاب کاری توسط انسان‌های ماقبل تاریخ برمی گردد. با این حال آلیاژسازی و فعالسازی مکانیکی به طور خاص برای اولین بار در دهه ۷۰ میلادی جهت تولید آلیاژهای مقاوم شده با ذرات پراکنده‌ی اکسیدی با قابلیت کار در دمای بالا مانند صنایع هوافضا مطرح شد. از آن به بعد تحقیقات گسترده‌ای در زمینه تولید مواد پیشرفته مانند آلیاژهای غیربلوری با استفاده از این روش صورت گرفت و زمینه‌ای نوین در مهندسی و علم مواد پدید آمد [۱].

تهیه مواد نانوبلوری با روش آلیاژسازی مکانیکی برای اولین بار به سال ۱۹۸۷ میلادی برمی گردد. به طور معمول مواد با ساختار نانومتری به موادی اطلاق می‌شود که حاوی دانه‌ها و یا بلورهایی با اندازه کمتر از ۱۰۰ نانومتر باشند. لذا در این مواد کسر زیادی از اتم‌ها در مرز دانه‌ها واقع شده و به علت برخورداری از چنین ساختار منحصر به فردی در مقایسه با موادی با اندازه دانه بیش از ۱ میکرون دارای خواص فیزیکی، شیمیایی، مکانیکی و مغناطیسی ویژه‌ای هستند. از جمله این خواص می‌توان به استحکام بیشتر، سختی بالاتر، نفوذپذیری بیشتر و در نتیجه زمان تف‌جوشی کمتر اشاره نمود. در جدول زیر نقاط عطف در پیشرفت و گسترش روش آلیاژسازی و فعالسازی مکانیکی در طول زمان نشان داده شده است [۱].

جدول ۱. نقاط عطف در پیشرفت و گسترش آلیاژسازی مکانیکی [۱].

تاریخچه شاخص	مرحله
۱۹۶۶	گسترش آلیاژهای پایه نیکل ODS
۱۹۸۱	غیربلوری کردن ترکیبات بین فلزی
۱۹۸۲	نامنظم کردن ترکیبات منظم
۱۹۸۳	غیربلوری کردن مخلوط پودری
۱۹۸۷-۱۹۸۸	تهیه مواد نانوبلوری
۱۹۸۹	انجام واکنش‌های جاننشینی در حالت جامد
۱۹۸۹	تهیه فازهای شبه‌بلوری



۱- اساس کار آلیاژسازی و فعالسازی مکانیکی در تولید نانو مواد

برای انجام این فرایند باید پودر فلز یا آلیاژ مورد نظر را درون محفظه‌هایی که با گلوله‌های سخت پر شده‌اند، ریخت. در

شکل ۱. نمونه‌هایی از محفظه و گلوله‌های دستگاه انجام آلیاژسازی مکانیکی [۲].

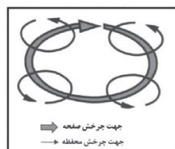
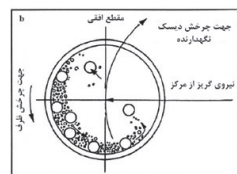
^۱ nano.ir/report
report@nano.ir

۲- انواع روش‌های آلیاژسازی و فعالسازی مکانیکی

در تهیه نانومواد

از آنجاییکه ابزار مورد استفاده برای انجام آلیاژسازی و فعالسازی مکانیکی معمولاً آسیاب‌های مختلف است، به این روش آسیاب‌کاری مکانیکی نیز گفته می‌شود. به طور کلی انواع مختلفی از آسیاب‌ها وجود دارند، که از لحاظ ظرفیت، بازدهی و تجهیزات اضافی جهت گرم و سرد کردن با یکدیگر متفاوتند. بنابراین انتخاب نوع آسیاب و آگاهی از ویژگی‌های مربوط به آن از اولین مراحل فرایند آسیاب‌کاری و آلیاژسازی مکانیکی محسوب می‌گردد. اما علی‌رغم وجود این تفاوت‌ها، اصول کلی عملیات در همه آن‌ها یکسان است و ذرات پودر به طور مداوم در معرض جوش سرد و خردایش قرار می‌گیرند. انواع آسیاب‌های مورد استفاده در صنایع و مراکز تحقیقاتی عبارتند از:

- آسیاب گلوله‌ای- ارتعاشی
- آسیاب ساینده
- آسیاب افقی غلطان
- آسیاب افقی غلطان گلوله‌ای
- آسیاب افقی غلطان میله‌ای
- آسیاب سیاره‌ای



شکل ۳. یک نمونه از آسیاب سیاره‌ای مجهز به چهار محفظه [۱].

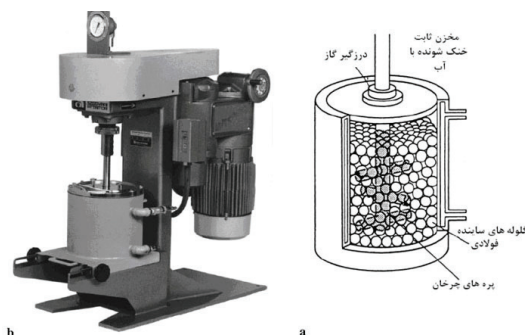
۳- جنبه‌های کاربردی آلیاژسازی و فعالسازی

مکانیکی در فراوری نانو مواد

از جمله قابلیت‌های ویژه این روش امکان فراوری گسترده وسیعی از نانومواد است، به نحوی که تولید نانوپودرهای

اثر برخورد گلوله‌ها و محفظه با ذرات پودر به تدریج اندازه دانه‌های ماده مورد نظر کاهش پیدا می‌کند و در نهایت به اندازه‌های نانومتری می‌رسد. از آنجاییکه در حین انجام فرایند آلیاژسازی و فعالسازی مکانیکی انرژی زیادی روی ذرات پودر اعمال می‌شود و به طور کلی به سبب تغییر شکل پلاستیک شدید ذرات پودر حین آلیاژسازی مکانیکی، بلورها به شدت کرنش‌دار شده و با ادامه آسیاب‌کاری در نهایت ذرات پودر به دانه‌های فرعی^۱ با ابعاد نانومتری تبدیل می‌شوند. در مقایسه با پودرهای نانو بلوری تهیه شده به روش‌های معمولی، هرگاه این ذرات پودر به روش‌های گرم فشرده شوند، ساختار نهایی قطعه حاوی دانه‌های نانومتری تقریباً عاری از نابجایی است. به عبارت دیگر نواحی نانو بلوری در پودرهای تهیه شده به روش آلیاژسازی مکانیکی توسط مرزهایی با چگالی زیاد نابجایی‌ها جدا شده‌اند و خواص نهایی نانوپودرهای تهیه شده با آلیاژسازی مکانیکی نسبت به نانوپودرهای بدست آمده از روش‌های معمول متفاوت است. در این حالت تقریباً ۵۰ درصد اتم‌ها در مرزها قرار دارند که این موضوع باعث تغییرات زیاد در خواص مکانیکی و فیزیکی می‌شود. این فرآیند به طور معمول به منظور جلوگیری از آلودگی‌های محیط اطراف در اتمسفر خنثی انجام شده و برای تهیه پودرهای فلزی و سرامیکی در حالت جامد استفاده می‌شود (شکل ۲).

جوش سرد و شکست دو پدیده عمده در آلیاژسازی مکانیکی هستند. فرآیند آلیاژسازی تنها تا زمانی ادامه می‌یابد که نرخ جوش خوردن با شکست به تعادل برسد.



شکل ۲. آسیاب ساینده به همراه بخش‌های مختلف آن؛ a- شماتیک، b- نمونه واقعی [۱].

^۱ sub-grains



شکل ۴. گسترده‌گی مواد پیشرفته تهیه شده به روش آلیاژسازی مکانیکی [۲].



شکل ۵. استفاده از آسیاب گلوله‌ای برای تولید پودرهای نانو ساختار [۴].

مواد خالص، مواد کامپوزیتی، مواد سرامیکی و دیرگداز، مواد غیربلوری، ترکیبات بین فلزی و مواد مغناطیسی را دربر می‌گیرد. در این راستا مواد نانوبلوری متعددی نظیر عناصر Fe، Cr، Nb، W، Co، Zr، Hf، Ru، Al، Cu، Pd، Ni، Rh و Ir همچنین ترکیباتی با ساختار نانومتری مانند NiTi، CsCl و MoSi₂، CuEr، SiRu، AlRu به روش آلیاژسازی مکانیکی تهیه شده‌اند. علاوه بر این تولید نانو پودر در سیستم‌های دوتایی Al-Fe، Ag-Fe، Ni-Al، Ti-Mg، Al-Ti، W-Fe و بسیاری از سیستم‌های دیگر نیز گزارش شده است.

همچنین به سبب مصرف ترکیبات بین فلزی در کاربردهای دما بالا، تحقیقات زیادی در زمینه‌ی تولید این مواد با روش آلیاژسازی مکانیکی صورت گرفته است. تهیه مواد سخت مانند نیتrideها، کاربیدها، بوریدها و اکسیدها از دیگر زمینه‌های تحقیقاتی فرآیند آلیاژسازی مکانیکی است. مثلاً بوریدهای تیتانیوم (TiB₂ و TiB)، کاربید تیتانیوم و کاربید سیلیسیوم از نمونه‌های مورد بررسی در این زمینه هستند. از جمله نیتrideهای تولیدشده از طریق این روش نیز می‌توان به WN اشاره کرد. در شکل زیر شماتیکی از گسترده‌گی روش آلیاژسازی و فعالسازی مکانیکی نشان داده شده است [۱ و ۲]. محصولات تولید شده به روش آسیاب کاری و فعالسازی مکانیکی کاربردهای مختلفی در صنایع هوایی، صنعت هوافضا، صنعت موتور، صنایع شیمیایی، دیرگدازها، معادن فلزی و غیرفلزی، صنعت ساختمان، صنعت برق و روشنایی دارند [۳]. به ویژه از این روش برای ساخت توربین‌ها و اتصالات الکتریکی استفاده می‌شود.

از جمله دیگر کاربردهای مهم این روش تهیه آلیاژهای جدیدی است که بر اساس دیاگرام تعادلی در یکدیگر انحلال ناپذیر بوده و با سایر روش‌ها مانند انجماد سریع قابل تولید نیستند. همچنین با توجه به انجام کامل فرآیند در حالت جامد، محدودیت‌های موجود در دیاگرام‌های فازی در این روش وجود ندارد. برای مثال تشکیل ترکیبات بین فلزی در سیستم Ni-Al و Ti-Al به طور بسیار گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است. البته با توجه به سیستم مورد استفاده، همه آلیاژها با روش آلیاژسازی مکانیکی قابل تهیه نیستند. به عنوان مثال با آسیاب کاری Fe و Nd هیچ اتفاقی از نظر آلیاژسازی روی نمی‌دهد [۱].

۴- مزایای روش آلیاژسازی و فعالسازی مکانیکی

از مزایای روش آلیاژسازی مکانیکی در تهیه نانومواد می‌توان به قابلیت این روش در تولید مقدار زیاد ماده به حالت جامد، استفاده از تجهیزات ساده و ارزان و به طور کل هزینه پایین عملیاتی نسبت به سایر روش‌های موجود، بکارگیری این روش برای مواد مختلف و تولید ماده در دمای محیط، تهیه نانوپودرهای آلیاژی و ترکیباتی که تولید آن‌ها با روش‌های متداول ذوب و ریخته‌گری مشکل و یا غیرممکن است به همراه خواص مکانیکی ویژه اشاره نمود.

شایان ذکر است که هرچند تولید این مواد همیشه در ابعاد نانومتری انجام نمی‌شود، اما به علت خواص ویژه این مواد در مقیاس نانومتری عمده تلاش‌های صورت گرفته در زمینه دست‌یابی به مواد نانوساختار بوده است. به طوری که امروزه مهمترین کاربرد این روش تولید مواد با ساختار نانومتری می‌باشد. علاوه بر این علی‌رغم آنکه تولید این مواد اغلب در مقیاس آزمایشگاهی صورت می‌گیرد اما در برخی موارد نیز از فرآیند آلیاژسازی مکانیکی در مقیاس صنعتی استفاده می‌شود. به عنوان مثال می‌توان به تولید آلیاژهای ODS اشاره نمود که از بدو معرفی روش در حد تجاری فراوری شده است. این دسته از آلیاژها شامل آلیاژهای پایه تیتانیوم و سوپر آلیاژهای پایه نیکل است [۱].

۵- مشکلات و معایب روش آلیاژسازی و فعالسازی مکانیکی

آلیاژسازی مکانیکی به عنوان یک روش مؤثر در تولید مواد

نانویی، دارای معایب و مشکلاتی نیز می‌باشد. این مشکلات در سه گروه کلی آلودگی پودر، محدودیت‌های علمی و محدودیت‌های کاربردی خلاصه می‌شوند. به دلیل جدید بودن فرآیند، منابع علمی مرتبط با آلیاژسازی و به ویژه روابط و مسائل مرتبط با مکانیزم فعالسازی و انجام فرآیند بسیار ناچیز است. همچنین علی‌رغم کارایی بالای این روش در تهیه انواع پودرها، علت و چگونگی کارکرد روش به وضوح روشن نیست که این مسئله محدودیت علمی برای این روش ایجاد کرده است. پودرهای بدست آمده در طی فرآیند آسیابکاری در مرحله بعدی بدون از دست دادن ساختار نانومتری خود باید فشرده شوند. ولی در عمل، این فشردن باعث آگلومره شدن و همچنین گاهی باعث از دست رفتن ساختار ابتدایی آن‌ها می‌شود. به همین دلیل کاربردهای صنعتی این روش به دلیل وجود این محدودیت‌های کاربردی کاهش می‌یابد. در میان این محدودیت‌ها، مسئله آلودگی پودر ناشی از فرایند به علت تأثیر نامطلوب بر خواص محصول پودری، فرایندهای بعدی و حتی مشخصات محصول نهایی به عنوان جدی‌ترین مشکل مطرح است. در حقیقت مسأله آلودگی پودر در حین آلیاژسازی مکانیکی باعث شده تا تولید برخی از پودرها با این روش ممکن نباشد. در مجموع منابع ورود آلودگی به سیستم عبارتند از:

۱- ناخالصی موجود در ترکیب پودر اولیه

۲- اجزای در معرض سایش آسیاب (جداره داخلی محفظه‌ها و گلوله‌ها)

۳- اتمسفر آسیاب‌کاری

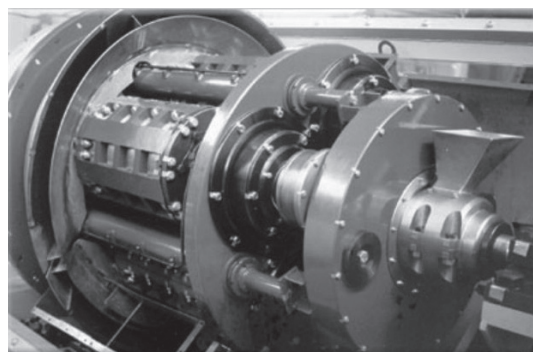
۴- عوامل کنترل‌کننده فرایند [۱].



شکل ۶. انجام آلیاژسازی و فعالسازی مکانیکی در اتمسفر خنثی به منظور جلوگیری از ورود آلودگی‌های محیط اطراف به اتمسفر انجام فرایند [۱].

۶- برخی از فعالیت‌های صنعتی و پژوهشی انجام شده

این روش در سراسر جهان تجاری سازی شده است و به عنوان یک روش مناسب و صنعتی در تولید انواع پودرها به کار برده می‌شود. به عنوان نمونه شرکت روسی به نام Active-Nano برای ساخت مواد پیشرفته از روش‌های مختلف آلیاژسازی و فعالسازی مکانیکی بهره می‌برد. این شرکت به منظور تولید آلیاژهایی بر پایه فلزاتی چون نیکل، آهن، کبالت، مس، آلومینیوم، تیتانیوم، تولید کامپوزیت‌هایی مانند Al/Al_2O_3 و $Al/NiTi$ ، پودرهای آمورف سرامیک‌ها و مواد بین فلزی از آسیاب سیاره‌ای استفاده می‌کند که تصاویر آن در زیر نشان داده شده است.

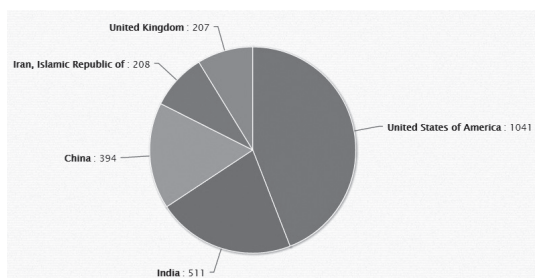


شکل ۷. آسیاب‌های سیاره‌ای مورد استفاده در شرکت Active nano روسیه. آسیاب سیاره‌ای مدل MPP-4 (سمت راست) و آسیاب سیاره‌ای مدل MP-5 (سمت چپ)، به ترتیب توان تولید حداکثر ۳ و ۵ تن پودر با ابعادی کوچکتر از ۱۰ میکرومتر در ساعت [۵].

کامپوزیت‌های تولیدی با این روش دارای چسبندگی عالی ذره به زمینه و توزیع خیلی خوب ذرات در زمینه می‌باشند. همینطور برای سنتزهای شیمیایی مکانیکی از آسیاب سیاره‌ای، گلوله‌ای و لرزشی استفاده می‌شود. از طرفی این شرکت پتنتی در رابطه

با روش اعمال پوشش فلزی بر روی پودرهای تولیدی نیز به ثبت رسانده است [۵]. در سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۷ پروژه ای با نام فعالسازی^۱ با همکاری ۱۲ مؤسسه از ۷ کشور اروپایی (روسیه، انگلیس، آلمان، اسپانیا، یونان، لهستان و ترکیه) انجام شد. در این بین ۴ دانشگاه، ۲ مرکز تحقیقاتی از جمله مؤسسه تحقیقاتی هوافضای آلمان و ۶ شرکت صنعتی مطرح دنیا مشارکت داشتند [۶]. این پروژه در رابطه با آسیاب کاری پرانرژی مواد سخت بود که به منظور گسترش مواد پیشرفته و تکنولوژی‌های جدید انجام پذیرفت. دستاورد این پروژه تولید مواد نانومتری پیشرفته در تولید انبوه باقیمت مناسب بود. همچنین در این شرکت پروژه‌های زیادی از جمله پروژه‌های هوایی مرتبط با آسیاب‌های سیاره‌ای انجام گرفته است. برنامه هفتم توسعه اتحادیه‌ی اروپا^۲ با بودجه‌ی ۵۰ میلیارد یورویی از سال ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۳ انجام گرفت، که در حمایت از تولید نانومواد، نانوکامپوزیت‌ها و روش‌های جدید تولید این مواد بود [۵].

با مثال‌های ذکر شده در بالا به خوبی می‌توان اهمیت روش آلیاژسازی و فعالسازی مکانیکی در تولید نانومواد را در صنایع مختلف و شرکت‌های سراسر جهان پی برد. آمار منتشر شده در برخی پایگاه‌های اینترنتی نشان می‌دهد که پژوهشگران برخی کشورها با سرعت بیشتری در حال تحقیق و توسعه روش آلیاژسازی مکانیکی هستند. به عنوان مثال با آمار منتشر شده از تحقیق در مورد تولید نانوکامپوزیت WC/MgO به روش آلیاژسازی مکانیکی، این نتیجه بدست آمد که کشور ایران در جایگاه چهارم در دنیا قرار دارد (شکل ۸) [۷].



شکل ۸. مقایسه توجه ۵ کشور برتر به پژوهش در زمینه تولید نانوکامپوزیت WC/MgO به روش آلیاژسازی مکانیکی [۷].

¹ Activation

² 7th Framework EU program (FP7)

جدول ۲. تعداد پتنت‌های مرتبط با انواع روش‌های آلیاژسازی مکانیکی و فعالسازی مکانیکی ثبت شده در پایگاه بین‌المللی ثبت پتنت اوربیت [۸].

مجموع	تعداد پتنت‌های ثبت شده			عنوان
	از سال ۲۰۱۰ تاکنون	بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۰۰	قبل از سال ۲۰۰۰	
۱۰۹۲	۲۵۲	۳۶۸	۴۷۲	آلیاژسازی مکانیکی
۴۸۳	۲۰۳	۱۸۷	۹۳	آسیاب سیاره‌ای
۹۷	۱	۱۷	۷۹	آسیاب گلوله‌ای ارتعاشی
۱۰۸	۲۵	۳۸	۴۵	آسیاب ساینده
۱۰۴	۷۳	۲۳	۸	آسیاب گلوله‌ای افقی
۷۵	۳۱	۳۲	۱۲	آسیاب گلوله‌ای عمودی
۴۳	۱۸	۱۴	۱۱	آسیاب گلوله‌ای غلتان
۹۷	۲۲	۲۶	۴۹	آسیاب میله‌ای غلتان

به شدت مورد توجه قرار گرفته است. تعداد پایان‌نامه‌های دانشجویی ثبت شده در پایگاه فناوری نانو در مقاطع تحصیلات تکمیلی ۱۹۰ مورد بوده است که ۱۶۶ مورد از آن‌ها مربوط به پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد و ۲۴ مورد از آن‌ها جزء پایان‌نامه‌های دکتری تخصصی بوده است [۹].

مراجع

[۱] عطایی ابوالقاسم، شیبانی سعید، و همکاران، آلیاژسازی و فعالسازی مکانیکی فناوری تهیه نانومواد، انتشارات جهاد دانشگاهی، ۱۳۸۵.

[2] www.edu.nano.ir

[3] www.studymode.com

[4] www.lmt.uab.es

[5] www.active-nano.com

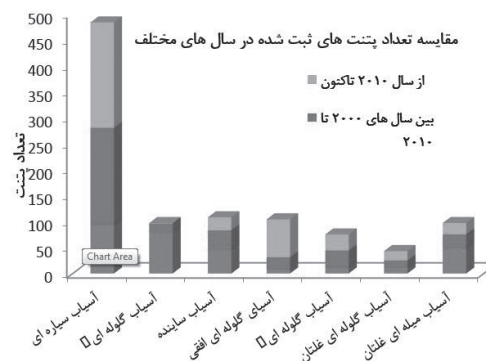
[6] www.mred.tuc.gr

[7] <http://www.intechopen.com/books/statistics/advances-in-nanocomposites-synthesis-characterization-and-industrial-applications/mechanical-alloying-for-formation-of-nanocomposite-wc-mgo-materials>

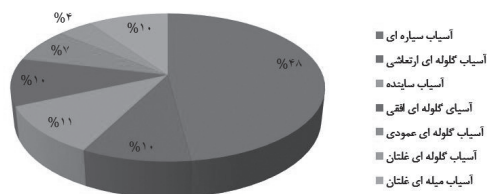
[8] www.orbit.com

[9] www.nano.ir

تعداد پتنت‌های ثبت شده در رابطه با روش‌های آلیاژسازی و فعالسازی مکانیکی در پایگاه بین‌المللی ثبت پتنت به بیش از ۱۰۰۰ مورد می‌رسد که جزئیات بیشتر این آمار در جدول ۲ و نمودارهای زیر نشان داده شده است [۸].



مقایسه آماری پتنت‌های مختلف روش‌های آسیاب کاری



شکل ۹. مقایسه آماری تعداد پتنت‌های ثبت شده در پایگاه بین‌المللی ثبت پتنت اوربیت در مورد روش‌های مختلف آسیاب کاری و فعالسازی مکانیکی [۸].

خوشبختانه در چند سال اخیر فعالیت‌های پژوهشی انجام گرفته در زمینه آلیاژسازی و فعالسازی مکانیکی در داخل کشور

برگزاری دوره‌های آموزشی انجمن آهن و فولاد ایران

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

فرم درخواست برگزاری دوره‌های آموزشی توسط انجمن آهن و فولاد ایران

بدینوسیله اینجانب..... درخواست برگزاری دوره آموزشی یا سمینار.....
در زمینه..... را دارم.
نام و نام خانوادگی:..... سمت:..... نام مؤسسه:.....
آدرس مؤسسه:.....
تلفن:..... شماره:.....
امضاء و تاریخ:.....

بسته‌های آموزشی انجمن آهن و فولاد ایران

ردیف	عنوان دوره	نام استاد	مدت
۱	تکنولوژی تولید فولادهای کیفی	مهندس جولازاده	۲ روزه
۲	فرایند تولید چدن در کوره بلند	مهندس جولازاده	۳ روزه
۳	روش های بالا بردن بهره وری و صرفه جویی انرژی در کوره بلند	مهندس جولازاده	۳ روزه
۴	فرایند تولید کک به روش بازیافت مواد شیمیایی	مهندس جولازاده	۳ روزه
۵	فرایند تولید فولاد به روش کنورتر اکسیژنی	مهندس جولازاده	۳ روزه
۶	شاخص‌های پایداری در صنایع فولاد	مهندس جولازاده	۱ روزه
۷	بهینه‌سازی مصرف انرژی در صنایع فولاد	مهندس جولازاده	۳ روزه
۸	اکولوژی صنعتی و ملاحظات زیست محیطی در صنایع فولاد	دکتر میرغفاری	۱ روزه
۹	متالورژی فرآیند ریخته‌گری مداوم	دکتر علیزاده	۳ روزه
۱۰	فرآیند انجماد در ریخته‌گری مداوم	دکتر علیزاده	۳ روزه
۱۱	ایمنی و بهداشت (بسته به استفاده مواد شیمیایی)	دکتر رضائیان	۱ الی ۲ روزه

ردیف	عنوان دوره	نام استاد	مدت
۱۲	روش های کنترل و بازرسی خوردگی فلزات در صنعت	دکتر دهکردی	۵ روزه
۱۳	پایش و مانیتورینگ خوردگی	دکتر دهکردی	۳ روزه
۱۴	خوردگی در سیستم های آبگرد (کولینگ) و روش های جلوگیری از آن	دکتر اشرفی	۲ روزه
۱۵	بررسی مکانیزم تخریب قطعات و تجهیزات صنعتی	دکتر اشرفی	۲ روزه
۱۶	آشنایی با روش های آزمایشگاهی و صنعتی تعیین میزان خوردگی	دکتر اشرفی	۲ روزه
۱۷	شناخت و عیب یابی ترانسفورمورهای قدرت	دکتر معلم	۳ روز
۱۸	عیب یابی و پایش موتورهای الکتریکی	دکتر معلم	۳ روز
۱۹	اصول جایگزینی و انتخاب بهینه موتورهای الکتریکی در صنعت	دکتر معلم	۳ روز
۲۰	دوره تخصصی برق کوره های قوس الکتریکی	مهندس کیوانفرد	۴ روز
۲۱	سامانه های اتوماسیون	مهندس اتحاد توکل	۳ روز
۲۲	بازرسی و کنترل جوش ۱	مهندس ادب آوازه	۵ روزه
۲۳	بازرسی و کنترل جوش ۲	مهندس ادب آوازه	۵ روزه
۲۴	بازرسی جوش لوله	مهندس ادب آوازه	۳ روزه
۲۵	خوردگی آجرهای نسوز منیزیت کربنی در صنایع فولادسازی و پیشرفت های اخیر در کاهش آن	دکتر منشی	۱ روزه
۲۶	ترمودینامیک کوره های قوس از جهت رفتار عناصر آلیاژی	دکتر علیزاده	۲ روزه
۲۷	خطا و عدم قطعیت در اندازه گیری و محاسبات	دکتر علیزاده	۲ روزه
۲۸	ترمودینامیک و سینتیک پخت گندله های مگنتیتی	دکتر علیزاده	۲ روزه
۲۹	آشنایی با ریخته گری و نورد فولادهای الکتریکی (Silicon Steel)	دکتر طرقي نژاد	۳ روزه
۳۰	جوشکاری و جوش پذیری فولادهای زنگ نزن	دکتر شمعیان	۲ روزه
۳۱	متالورژی جوشکاری	دکتر شمعیان	۲ روزه
۳۲	موازنه جرم و انرژی در فرآیندهای متالورژیکی	دکتر سعیدی	۱ روزه
۳۳	متدولوژی تحقیق	دکتر سعیدی	۱ روزه
۳۴	شناسایی فولادهای آلیاژی	دکتر رضائیان	۳ روزه
۳۵	انتخاب مواد	دکتر رضائیان	۲ روزه
۳۶	آشنایی با عملیات ترمومکانیکی فلزات (مکانیکی - حرارتی)	دکتر رضائیان	۲ روزه
۳۷	آشنایی با فولاد های پیشرفته (IF، Twip، Trip) و غیره)	دکتر رضائیان	۱ الی ۲ روزه
۳۸	تغییر شکل شدید فلزات (SPD)	دکتر رضائیان	۲ روزه

مدت	نام استاد	عنوان دوره	ردیف
۲ روزه	دکتر رضائیان	دوره تخصصی فولادهای HSLA	۳۹
۲ روزه	دکتر دهکردی	شناخت و ارزیابی عیوب ناشی از فرآیندهای ساخت بر طبق استانداردهای بین‌المللی	۴۰
۲ روزه	دکتر اعلائی	فرآیند ریخته‌گری مداوم تختال نازک	۴۱
۱ روزه	دکتر اشرفی زاده	پوشش‌دهی	۴۲
۲ روزه	دکتر اشرفی زاده	تخریب قطعات در صنعت و تحلیل شکست (Failure Analysis)	۴۳
۱ روزه	دکتر اشرفی	خوردگی بویلرهای صنعتی، علل و روش‌های جلوگیری از خوردگی	۴۴
۲ روزه	دکتر اشرفی	آشنایی با استاندارد چرخنده‌ها و بررسی علل تخریب چرخنده‌های صنعتی	۴۵
۱ روزه	دکتر اشرفی	آشنایی با استاندارد چرخنده‌ها و بررسی علل تخریب چرخنده‌های صنعتی	۴۶
۱ روزه	دکتر اشرفی	کلید فولاد و انطباق فولادهای استاندارد	۴۷
۱ روزه	دکتر اشرفی	طراحی و انتخاب مواد مقاوم به خوردگی	۴۸
۳-۲ روزه	مهندس نصیر الاسلامی	بازدارنده‌های خوردگی	۴۹
۲ روزه	مهندس زمانی	آزمون‌های خوردگی	۵۰
۳ روز	دکتر میرزاییان	سیستم ارتینگ	۵۱
۳ روز	دکتر میرزاییان	شناخت درایوهای AC و DC	۵۲
۱۷ روز	مهندس حاجی صادقیان	آموزش نرم افزار Catia	۵۳
۴ روز	مهندس حسینی	نرم افزار Digsilent	۵۴
۳ روز	مهندس کیوانفرد	فیلترهای هارمونیک	۵۵
۳ روز	مهندس اتحاد توکل	آشنایی با تجهیزات ابزار دقیق و رفع عیب آنها	۵۶
۲ روز	مهندس جولازاده	فرصت‌های صرفه جویی انرژی در کوره‌های پیش‌گرم‌نورد	۵۷
۲ روز	مهندس جولازاده	تکنولوژی تولید فولادهای آلیاژی در کوره‌های قوس الکتریکی	۵۸
۲ روز	مهندس جولازاده	تحولات و توسعه در فرایند فولاد سازی کوره قوس الکتریکی	۵۹
۲ روز	مهندس جولازاده	فرآیند فولادسازی در کوره‌ها	۶۰
۳ روز	مهندس جولازاده	شیوه‌های ریخته‌گری	۶۱
۲ روز	مهندس جولازاده	تزریق سوخت‌های کمکی در کوره بلند	۶۲
۲ روز	مهندس جولازاده	فرصت‌های صرفه‌جویی انرژی در کوره‌های قوس الکتریکی	۶۳
۳ روز	مهندس جولازاده	فرایند تولید کک به روش بازیافت حرارتی	۶۴
۳ روز	مهندس جولازاده	فرایند تولید فولاد به روش کوره قوس الکتریکی	۶۵

انشارات آهن و فولاد

ردیف	عنوان	گردآورنده	تاریخ انتشار	مبلغ (ریال)
۱	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۷۵	دانشکده مهندسی مواد دانشگاه صنعتی اصفهان	مهر ۱۳۷۵	۲۸۰/۰۰۰
۲	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۷۸	انجمن آهن و فولاد ایران	اردیبهشت ۱۳۷۸	۲۸۰/۰۰۰
۳	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۷۹	انجمن آهن و فولاد ایران	بهمن ۱۳۷۹	۲۸۰/۰۰۰
۴	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۰	انجمن آهن و فولاد ایران	بهمن ۱۳۸۰	۲۸۰/۰۰۰
۵	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۱	انجمن آهن و فولاد ایران	بهمن ۱۳۸۱	موجود برای فروش نیست
۶	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۲	انجمن آهن و فولاد ایران	بهمن ۱۳۸۲	موجود برای فروش نیست
۷	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۳	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ۱۳۸۳	۳۲۰/۰۰۰
۸	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۴	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ۱۳۸۴	۳۲۰/۰۰۰
۹	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۵	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ۱۳۸۵	۳۵۰/۰۰۰
۱۰	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۶	انجمن آهن و فولاد ایران	بهمن ۱۳۸۶	۳۸۰/۰۰۰
۱۱	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۷	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ۱۳۸۷	۳۸۰/۰۰۰
۱۲	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۸	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ۱۳۸۸	۳۸۰/۰۰۰
۱۳	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۹	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ۱۳۸۹	۳۸۰/۰۰۰
۱۴	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۹۰	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ۱۳۹۰	۳۸۰/۰۰۰
۱۵	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۹۱	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ۱۳۹۱	۴۳۰/۰۰۰
۱۶	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۹۲	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ۱۳۹۲	۵۴۰/۰۰۰
۱۷	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۹۳	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ۱۳۹۳	۶۵۰/۰۰۰
۱۸	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۹۴	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ۱۳۹۴	۷۰۰/۰۰۰
۱۹	Physical Metallurgy of Steel(2001)	Glyn Meyrick - Robert H. wagoner-wei Gan	زمستان ۸۲	۱۱۰/۰۰۰
۲۰	Introduction to the Economics of Structural Steel Work (2001)	The Southern African Institute of Steel Construction	زمستان ۸۲	۱۱۰/۰۰۰
۲۱	Steels "Microstructure and Properties", Third Edition	H. K. D. H. Bhadeshia and Sir Robert Honeycombe	شهریور ۸۷	۲۲۰/۰۰۰

ردیف	عنوان	گردآورنده	تاریخ انتشار	مبلغ (ریال)
۲۲	Advanced High Strength Steel (AHSS) Application Guidelines, Version 3	International Iron & Steel Institute	شهریور ۸۷	۱۱۰/۰۰۰
۲۳	کتاب فولاد سازی ثانویه	مهندس محمد حسین نشاطی	شهریور ماه ۸۴	۱۶۰/۰۰۰
۲۴	کتاب فرهنگ جامع مواد	مهندس پرویز فرهنگ	شهریور ماه ۸۸	۳۲۰/۰۰۰
۲۵	فصلنامه علمی - خبری پیام فولاد از شماره الغایت شماره ۵۷	انجمن آهن و فولاد ایران	از پاییز ۹۰ لغایت زمستان ۹۴	۶۰/۰۰۰
۲۶	فصلنامه علمی - خبری پیام فولاد از شماره ۶۳	انجمن آهن و فولاد ایران	از بهار ۹۵	۷۰۰/۰۰۰
۲۷	مجله علمی - پژوهشی بین‌المللی انجمن آهن و فولاد ایران (International Journal of Iron & Steel Society of Iran)	انجمن آهن و فولاد ایران	از پاییز ۸۹ لغایت بهار ۹۵	افراد حقیقی ۱۲۰/۰۰۰ مؤسسات حقوقی ۲۴۰/۰۰۰
۲۸	کتاب راهنمای انتخاب و کاربرد فولاد ابزار	مهندس محمد حسین نشاطی	اسفندماه ۸۸	۱۱۰/۰۰۰
۲۹	کتاب مرجع فولاد	مهندس محمد حسن جولازاده	آذرماه ۸۹	۴۵/۰۰۰
۳۰	کتاب مرجع فولاد ۱۳۹۰	مهندس محمد حسن جولازاده	آذرماه ۹۰	۵۵/۰۰۰
۳۱	کتاب مرجع فولاد ۱۳۹۱	مهندس محمد حسن جولازاده	آذرماه ۹۱	۶۵/۰۰۰
۳۲	کتاب مرجع فولاد ۱۳۹۲	مهندس محمد حسن جولازاده	آذرماه ۹۲	۱۱۰/۰۰۰
۳۳	کتاب مرجع فولاد ۱۳۹۳	مهندس محمد حسن جولازاده	آذرماه ۹۳	۱۶۰/۰۰۰
۳۴	کتاب مرجع فولاد ۱۳۹۴	مهندس محمد حسن جولازاده	آذرماه ۹۴	۲۰۰/۰۰۰

در ضمن هزینه پست سفارشی به مبلغ فوق اضافه خواهد شد. جهت کسب اطلاعات بیشتر با شماره تلفن ۲۴-۳۳۹۳۲۱۲۱ (۰۳۱) دفتر مرکزی

انجمن آهن و فولاد ایران تماس حاصل نمائید.





ISSI

درخواست عضویت حقیقی و حقوقی در انجمن آهن و فولاد ایران

توجه: لطفاً در قسمتهای هاشور زده، جری نویسد و نام و نام خانوادگی و محل کار خود را به لاین در محل مربوطه بنویسد.

نوع عضویت		کد عضویت	
نام		نام خانوادگی	
Family		نام محل کار	
Company		سمت سازمانی	
تاریخ تولد		کد ملی	
محل تولد		شماره شناسنامه	
آدرس محل کار		کد پستی محل کار	
صندوق پستی		تلفن محل کار	
دورنویس			
آدرس مکاتبه		کد پستی	
صندوق پستی		تلفن	
تلفن همراه		E-mail	
سال دریافت مدرک		آخرین مدرک تحصیلی	
کشور/شهر دریافت مدرک		رشته تحصیلی	
		دانشگاه اخذ آخرین مدرک	
تاریخ انعام عضویت		تاریخ شروع عضویت	
توضیحات		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.) + دو قطعه عکس ۳×۲.
- ۳- فیش بانکی به مبلغ (برای مؤسسات حقوقی وابسته ۵/۵۰۰/۰۰۰ ریال، برای اعضاء حقیقی ۵۵۰/۰۰۰ ریال، برای دانشجویان ۳۰۰/۰۰۰ ریال) به حساب شماره ۰۲۰۲۸۳۱۶۲۷۰۰۲ بانک ملی ایران شعبه دانشگاه صنعتی اصفهان (کد شعبه ۳۱۸۷) بنام انجمن آهن و فولاد ایران.
- ۴- ارسال فیش واریزی از طریق (فکس: ۰۳۱-۳۳۹۳۲۱۲۴، پست و یا تحویل حضوری)



انجمن آهن و فولاد ایران



انجمن آهن و فولاد ایران با هدف تخصصی تر شدن مجلات علمی و تحقیقاتی در زمینه صنعت آهن و فولاد کشور و به منظور اطلاع رسانی و تقویت هر چه بیشتر پیوندهای متخصصین، اندیشمندان، دانشجویان و پژوهشگران ملی و بین المللی با کسب مجوز از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، مجله علمی- پژوهشی بین المللی را با عنوان:

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

منتشر می نماید.

بدینوسیله از کلیه صاحب نظران، اعضاء هیأت علمی دانشگاهها و مراکز پژوهشی و دانشجویان تحصیلات تکمیلی دانشگاهها و مؤسسات پژوهشی دعوت می گردد جهت هر چه 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- ریخته گری و انجماد ۴- اصول، تئوری، مکانیزمها و کینتیک فرآیندهای دمای بالا ۵- آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی فولاد ۶- فرآیندهای شکل دهی 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- صرفه جویی مصرف انرژی در صنعت فولاد ۱۴- اقتصاد فولاد ۱۵- مهندسی محیط زیست صنایع فولاد و ارتباطات اجتماعی ۱۶- نسوزهای مصرفی در صنایع فولاد

آدرس دبیرخانه مجله: اصفهان، بلوار دانشگاه صنعتی اصفهان، شهرک علمی تحقیقاتی اصفهان، میدان فن آوری (شیخ بهایی)، خیابان ۲، خیابان ۱۵، خیابان ۱۴، خیابان ۱۲، به سمت ساختمان فن آفرینی شماره ۱، ساختمان انجمن

آهن و فولاد ایران، کدپستی: ۸۳۱۱۱-۸۴۱۵۶

دبیرخانه مجله بین المللی انجمن آهن و فولاد ایران

تلفن: ۲۴-۳۳۹۳۲۱۲۱-۳۳۱ (۰۳۱)، دورنویس: ۳۳۹۳۲۱۲۴ (۰۳۱)

E-mail: journal@issiran.com

website: journal.issiran.com

GUIDE FOR PREPARATION OF MANUSCRIPT

International Journal of Iron & Steel Society of Iran (IJISSI) is published semiannually by Iron and Steel Society of Iran (ISSI) with collaboration of Isfahan University of Technology (IUT). Original contributions are invited from worldwide ISSI members and non-members.

1. Submission of manuscript: This instruction gives you guidelines for preparing papers for IJISSI. Manuscripts should not be submitted if they have already been published or accepted for publication elsewhere. The full text of the paper including text, references, list of captions, tables, and figures should be submitted online and you will be guided stepwise through the creation and uploading of your files. The system automatically converts source files to a single PDF file of the article, which is used in the peer-review process. Please note that even though manuscript source files are converted to PDF files at submission for the review process, these source files are needed for further processing after acceptance. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, takes place by e-mail removing the need for a paper trail.

2. Category

i) Research paper (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.

ii) 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.

iii) Research 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: Manuscripts should be written in clear, concise and grammatically correct English so that they are intelligible to the professional reader who is not a specialist in any particular field. Manuscripts that do not conform to these requirements and the following manuscript format may be returned to the author prior to review for correction. The full form of any abbreviation or acronym should be given in the text when the term is first used.

4. Units: Use of SI units is mandatory. Journal style is to use the form $S\ m^{-1}$, $A\ m^{-2}$, $W\ m^{-1}\ K^{-1}$, not S/m , A/m^2 , $W/m.K$.

5. Style of manuscript: It is important that the file be saved in the native format of the word processor used. The text should be in single-column format. The manuscripts should be submitted in double-spaced typing, 12 points Times New Roman font, on consecutively numbered A4 pages of uniform size with 3.0 cm margin on the left and 2.0 cm margins on top, bottom and right. The manuscript must be presented in the order: (1) title page, (2) abstract and key words, (3) text, (4) references, (5) appendices, and (6) list of captions, each of which should start on a new page. All papers should be limited to 20 pages.

Essential title page information

Title: Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.

Author names and affiliations: Where the family name may be ambiguous (e.g., a double name), please indicate this clearly. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name, and, if available, the e-mail address of each author.

Corresponding author: Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. **Ensure that telephone and fax numbers (with country and area code) are provided in addition to the e-mail address and the complete postal address.**

Present/permanent address: If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a "Present address" (or "Permanent address") may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address.

Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Abstract: An abstract must state briefly and clearly the main object, scope and findings of the work within 250 words. Be sure to define all symbols used in the abstract, and do not cite references in this section.

Keywords: Between three and six keywords should be provided below the Abstract to assist with indexing of the article. These should not duplicate key words from the title.

Subdivision-numbered sections: Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to "the text". Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction: This section should include sufficient background information to set the work in context. The aims of the manuscript should be clearly stated. The introduction should not contain either findings or conclusions.

Materials and methods: This should be concise but provide sufficient detail to allow the work to be repeated by others.

Tables: Tables should be numbered consecutively in accordance with their appearance in the text and referred as, **for example**, 'Table 1'. Tables must not appear in the text but should be prepared on separate sheets. They must have captions and simple column headings. Place footnotes to tables below the table body and indicate them with superscript lowercase letters. Avoid vertical rules. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in tables do not duplicate results described elsewhere in the article. Captions should be 10 pt, and centered. Tables should be self-contained and complement, but not duplicate, information contained in the text.

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 should be cited in a single sequence throughout the text as 'Fig. 1', 'Fig. 2', Figures must be photographically reproducible. 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.

i) 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.

ii) Line drawings must be drafted with black ink on white drawing paper. High-quality glossy prints are acceptable.

iii) Color printing can be arranged, if the reviewers judge it necessary for proper presentation. Authors or their institutions must bear the costs.

iv) Axis labels should be of the form: Stress (MPa), Velocity (m s^{-1}).

v) Each figure must be supplied in digital form as a separate, clearly named file. Acceptable

file formats are TIFF and JPEG. Images should be saved at a resolution of at least 600 dpi at final size (dpi=dots or pixels per inch; 600 dpi=240 dots per centimeter). Do not save at the default resolution (72 dpi). Crop any unwanted white space from around the figure before sizing.

Equations: Equations are numbered consecutively, with equation numbers in parentheses flush right. First use the equation editor to create the equation. Be sure that the symbols in your equation are defined before the equation appears, or immediately following. Refer to "Eq. (1)," not "(1)". If what is represented is really more than one equation, the abbreviation "Eqs." can be used.

Results and discussions: Results should be presented in a logical sequence in the text, tables and figures; repetitive presentation of the same data in different forms should be avoided. The results should contain material appropriate to the discussion.

Conclusions: Although a conclusion may review the main points of the paper, it must not replicate the abstract. A conclusion might elaborate on the importance of the work or suggest applications and extensions. Do not cite references in the conclusion as all points should have been made in the body of the paper. Note that the conclusion section is the last section of the paper to be numbered. The appendix (if present), acknowledgment (if present), and references are listed without numbers.

Acknowledgements: The source of financial grants and other funding must be acknowledged, including a frank declaration of the authors' industrial links and affiliations. Financial and technical assistance may be acknowledged

here.

References: 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:

i) Journals: Use the standard abbreviations for journal names. 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.

ii) 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.

iii) 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.

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, the revised manuscript together with a letter explaining the changes made, must be resubmitted within three months.

8. Proofs: The corresponding 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.

9. 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.

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

Classification

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

راهنمای اشتراک فصلنامه پیام فولاد

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

- ۱- فرم اشتراک را کامل و خوانا پر کرده و کدپستی و شماره تلفن را حتماً قید فرمائید.
- ۲- مبلغ اشتراک را می‌توانید از کلیه شعب بانک ملی ایران در سراسر کشور به حساب کوتاه مدت سیبا به شماره ۰۲۰۲۸۳۱۶۲۷۰۰۲ بنام انجمن آهن و فولاد ایران در بانک ملی شعبه دانشگاه صنعتی اصفهان (کد ۳۱۸۷) حواله نمائید و اصل فیش بانکی را همراه با فرم تکمیل شده اشتراک به نشانی:
اصفهان، بلوار دانشگاه صنعتی اصفهان، شهرک علمی تحقیقاتی اصفهان، پارک علم و فناوری شیخ بهایی، ساختمان انجمن آهن و فولاد ایران، کدپستی: ۸۳۱۱۱-۸۴۱۵۶ 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 ۲۵۰۰۰۰ ریال می‌باشد.
- ۵- در صورت نیاز به اطلاعات بیشتر با تلفن‌های ۲۴-۳۳۹۳۲۱۲۱ (۰۳۱) تماس حاصل فرمائید.

فرم اشتراک

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 بوده‌ام شماره اشتراک قبل مشترک نبوده‌ام

نام نام خانوادگی نام شرکت یا مؤسسه

شغل تحصیلات سن

نشانی: استان شهرستان

خیابان

برای اعضاء انجمن این نشریه بصورت رایگان ارسال می‌گردد.

تعارفه آگهی در فصلنامه پیام فولاد

مجله پیام فولاد انجمن آهن و فولاد ایران به صورت فصلنامه بیش از پانزده سال است که افتخار دارد تا به عنوان نشریه علمی-خبری مطالب را به صورت تخصصی در زمینه آهن و فولاد و صنایع وابسته به آن در تیراژ ۱۰۰۰ نسخه و توزیع گسترده و پی در پی به مراکز علمی و تحقیقاتی، صنعتی، تولیدی، کارخانجات، مدیران، اساتید، کارشناسان و دانشجویان و... در اختیار مخاطبان قرار دهد. در همین راستا این فصلنامه می تواند به عنوان ابزاری مناسب، اطلاعات همه جانبه و فراگیری را به خوانندگان خود اختصاص دهد. در جدول زیر تعارفه ها با توجه به محل درج آگهی آورده شده است.

ردیف	شرح مورد سفارش	قیمت (ریال)
۱	یک صفحه رنگی پشت جلد مجله	۹/۰۰۰/۰۰۰
۲	یک صفحه رنگی داخل روی جلد مجله (دوم جلد)	۷/۰۰۰/۰۰۰
۳	یک صفحه رنگی داخل پشت جلد مجله (سوم جلد)	۷/۰۰۰/۰۰۰
۴	یک صفحه رنگی داخل مجله	۶/۰۰۰/۰۰۰
۵	یک صفحه سیاه و سفید داخل مجله	۳/۰۰۰/۰۰۰

توضیحات:

- ۱- به اعضاء محترم حقوقی انجمن آهن و فولاد ایران ۱۰٪ تخفیف تعلق می گیرد.
 - ۲- به هر چهار تبلیغ متوالی از یک شرکت که بصورت سالیانه در نشریه چاپ گردد، ۱۰٪ تخفیف تعلق می گیرد.
 - ۳- چنانچه آگهی رنگی نیاز به طراحی داشته باشد مبلغ ۶۰۰/۰۰۰ ریال به هزینه های فوق اضافه خواهد شد.
 - ۴- قطع مجله A₄ می باشد.
- متقاضیان درج آگهی در فصلنامه پیام فولاد، لازم است پس از انتخاب محل درج آگهی (طبق جدول فوق) مبلغ مربوطه را به حساب شماره ۰۲۰۲۸۳۱۶۲۷۰۰۲ بانک ملی ایران شعبه دانشگاه صنعتی اصفهان (کد شعبه ۳۱۸۷) بنام انجمن آهن و فولاد ایران واریز و فیش مربوطه را به پیوست فرم تکمیل شده ذیل به شماره تلفن ۴-۳۳۹۳۲۱۲۱-۰۳۱ فاکس نمایند.
- جهت مشاهده شماره های گذشته مجله و دانلود به آدرس سایت انجمن به نشانی www.issiran.com مراجعه نمایید.

فرم مشخصات متقاضی درج آگهی در فصلنامه پیام فولاد

اینجانب با سمت در شرکت با آگاهی کامل از مفاد متن فوق،
 متقاضی درج آگهی در فصلنامه پیام فولاد با مشخصات ردیف از جدول فوق می باشم و مبلغ مربوطه را با احتساب
 توضیحات شماره های و به مبلغ ریال به حساب
 انجمن آهن و فولاد ایران واریز نموده ام که فیش آن پیوست می باشد.
 امضاء:



شبهه 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 پی نوشتها: بالای واژههای متن مقاله شماره گذاری شده و اصل لاتین واژه با همان شماره در واژه نامه ای که در انتهای مقاله تنظیم می گردد 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 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 یافته های علمی پژوهشی و آموزشی - کاربردی در جهت ارتقاء سطح دانش فولاد و صنایع وابسته در این زمینه می باشد. لذا برای تحقق این هدف انجمن آهن و فولاد ایران آمادگی خود را جهت انتشار دستاوردهای تحقیقاتی محققان گرامی بصورت مقاله های علمی و فنی در زمینه های مختلف صنایع فولاد اعلام می نماید.

راهنمای تهیه مقاله

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

ب) مقالات ارسالی بایستی قبلاً در هیچ نشریه یا مجله ای درج شده باشد.

ج) مقالات می توانند در یکی از بخش های 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 دستورالعمل زیر تهیه و به همراه 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 می تواند شامل چکیده، نتایج، بحث، جمع بندی و در صورت نیاز مراجع باشد. رعایت سایر موارد ذکر شده فوق در مورد مقالات موردی الزامی است.