

# سپام فولاد

فصلنامه علمی-تخصصی  
انجمن آهن و فولاد ایران

Iron & Steel Society of Iran  
تابستان ۹۷ - شماره ۷۱



انجمن آهن و فولاد ایران  
Iron & Steel Society of Iran

ISSN 1735-3157



[www.issIran.com](http://www.issIran.com)





شرکت فولاد آلیاژی ایران (سهامی عام)

IRAN ALLOY STEEL CO.



محصولات  
کاربردها



کارخانه: یزد- بلوار آزادگان- بلوار شهید دهقان منشادی- کیلومتر ۲۴ جاده فولاد آلیاژی- کدپستی: ۸۹۴۵۱۵۱۶۹۴    تلفن: ۰۳۵-۳۷۲۵۳۰۹۰-۹۶    دورنگار: ۰۳۵-۳۷۲۵۴۶۸۰

امور بازاریابی و فروش: تلفن: ۰۳۵-۳۷۲۵۴۰۸۲

دفتر تهران: خیابان کریم خان زند- خیابان قائم مقام فراهانی- خیابان مشاهیر- پلاک ۵۱ - کدپستی: ۱۵۸۹۸۶۳۳۱۶    تلفن: ۰۲۱-۸۸۳۲۲۶۲۶-۲۷    دورنگار: ۰۲۱-۸۸۳۲۲۶۲۸

website: [www.iasco.ir](http://www.iasco.ir)

E-mail: [info@iasco.ir](mailto:info@iasco.ir)

[export@iasco.ir](mailto:export@iasco.ir)

[sales@iasco.ir](mailto:sales@iasco.ir)





صنایع فولاد کاوه تیکمه داش

تولید کننده میلگردهای A2 و A3

**SFK**

**SFK STEEL CO.**

[www.sfksteel.com](http://www.sfksteel.com)

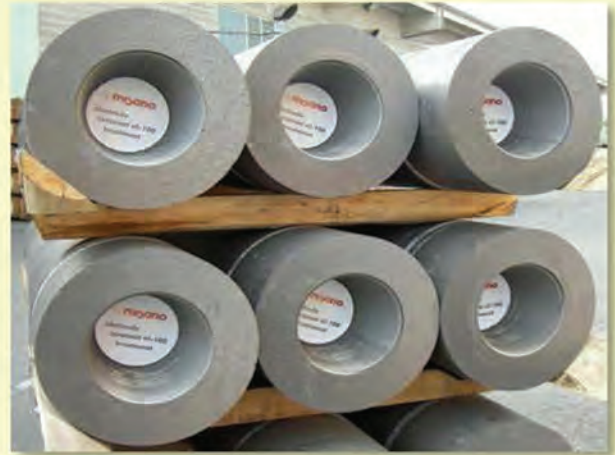
+98 41 36 66 46 46

**TEST THE BEST!**



انواع الکترود گرافیتی برای کوره EAF, LF و آجرهای نسوز برای فولاد سازی

**Supply of a unique Anti-Oxidation Treated GRAPHITE ELECTRODES  
Grade HP and UHP for LF and EAF Furnaces  
Sizes  $\Phi 200\text{mm}$  up to  $\Phi 700\text{mm}$**



We produce also all kind of standard and special shapes of refractory bricks for EAF, LF, ingot casting and special shaped refractory for tundish applications. Not only our company shall supply its customers with products herein but it also provides for them full services, including design, drawings and assistance during assembling of the bricks.

We supply top quality Graphite Electrode all over the world and have improved a unique anti-oxidation treatment which reduce the electrode consumption rate, considerably.



**Misano Group** guarantees excellent quality performance along with a high durability.



# TUKA FOOLAD HOLDING CO. LLP INVESTMENT COMPANY

The one who does not invest now loses a big opportunity  
 Carlos Slim, net worth of \$ 74 billion  
 کسی که الان سرمایه گذاری نمیکنند فرصت بزرگی را از دست میدهد.  
 (کارلوس اسلیم، ارزش خالص سرمایه ۷۴ بیلیون دلار)

معدن  
 انرژی  
 گردشگری  
 هتل بوستان آبیانه خانه  
 مجموعه گردشگری دوپیان  
 نیروگاه توکا  
 معدن سنگ آهن اسفندآباد  
 پروژه آب



START  
 ۱۳۶۷



Stronger and more attractive day by day

RIGHT NOW  
**توکا فولاد**  
 سهامی عام

توکا فولاد در سال ۱۳۶۷ تاسیس و در سال ۱۳۷۸ سهامی عام و سال ۱۳۸۰ در گروه فلزات اساسی در سازمان بورس و اوراق بهادار تهران پذیرفته شد. همانگونه که مشخص است مزیت شرکت توکا فولاد در تنوع فعالیت شرکتی زیرمجموعه آن می باشد که هر کدام در گروه خود دارای ویژگی های خاصی هستند به عنوان نمونه : شرکت توکا ریل با حجم ریالی فروش سالیانه بیشتر از ۴۰۰ میلیارد تومان (حدود ۱۰۰٪) بار سنگ آهن شرکت معظم فولاد مبارکه را حمل و بطور تقریبی یک سوم حمل و نقل بار ریلی کشور را در اختیار دارد. این شرکت در حال حاضر بزرگترین ناوگان واگن لبه بلند کشور را دارا می باشد. از دیگر شرکت های این گروه می توان به شرکت توکا کشش، آسیا سیر ارس، بهین ریل، البرز نیرو و راهوار نیرو اشاره نمود. با توجه به چشم انداز بلند مدت کشور صنایع ریلی در آسیا از صنایع پیشرو کشور خواهد بود. لازم به ذکر است هم اکنون شرکت توکا ریل و آسیا سیر ارس از شرکت های پذیرفته شده در بازار فرابورس می باشند. شرکت حمل و نقل توکا نیز از دیگر شاخص های این گروه میباشد. گروه تولیدی با محوریت توکا تولید اسپادان با دارا بودن شرکت های بورسی همچون توکا نسوز و توکا رنگ یکی از ساب هلدینگ های مهم این گروه بوده و شرکت هایی همچون میکرو (فعال در تولید لاستیک های صنعتی)، ایران ذوب (ساخت گلوله های فولادی آسیاب های سیمان و فولاد) نمونه ای از آنها می باشد. گروه پیمانکاری نیز با محوریت شرکت سرمایه گذاری توسعه توکا با ۴ شرکت در زمینه پیمانکاری منجمه مهمترین آنها شرکت بهسازان صنایع خاورمیانه (تعمیرات خطوط تولید صنایع) و توکا سبز (فعال در زمینه امور خدماتی، رفاهی و فضای سبز) بوده و همچنین شرکت توسعه توکا فعالیتهای خرید و فروش سهام در بورس را نیز مدیریت میکند. گروه های دیگر بازرگانی و مالی نیز از دیگر پشتیبانان هلدینگ معظم توکا میباشند. که تنوع بازار خود شاهد امنیت بیشتر سرمایه گذاری بوده و میتواند در شرایط خاص مالی و اقتصادی از منافع شما حمایت نماید





# شرکت فرانکو (اسپادان)

## FARA NECU Co.

تامین تجهیزات و قطعات یدکی مورد نیاز صنایع کشور در بخش های

## برق و مکانیک

شرکت فرانکو (اسپادان) - سهامی خاص - در سال ۱۳۸۳ فعالیت خود را آغاز نموده است. این شرکت در حال حاضر دارای رفرنسهای متعدد در صنایع مختلف کشور از جمله صنعت فولاد، نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی می باشد. شرکت فرانکو این افتخار را دارد تا خود را بعنوان نماینده انحصاری و همکار تعدادی از سازندگان مطرح اروپایی و آسیایی در کشور جمهوری اسلامی ایران معرفی نماید.

شرکت LDW (AEG) (آلمان) : تولید کننده انواع موتورها و ژنراتورهای فشار قوی

شرکت HAPAM (هلند) : تولید کننده انواع سکسیونرهای فشار قوی تا سطح ولتاژ ۸۰۰ کیلوولت و ۴۰۰۰ آمپر

شرکت COET (ایتالیا) : تولید کننده انواع سکسیونرهای فشار متوسط تا سطح ولتاژ ۳۶ کیلوولت و جریان ۸۰۰۰ آمپر

شرکت NHI (چین) : سازنده ماشین آلات خطوط تولید کارخانجات فولاد، پتروشیمی و سیمان

**LDW**

Starke Maschinen.

**F  
NE**

**HAPAM**

**COET**

**NHI**  
北方重工

آدرس: اصفهان - خیابان میر - خیابان مصلی - نبش کاخ سعادت آباد ساختمان

تلفن و فاکس: ۰۳۱-۳۶۶۱۴۵۰۷-۸

پارسیان - طبقه سوم - واحد ۳۶

info@faranecu.com

www.faranecu.com

# پیام فولاد

فصلنامه علمی - خبری انجمن آهن و فولاد ایران



پیام فولاد مطالب علمی - خبری در زمینه آهن و فولاد یا زمینه های مرتبط را منتشر می کند. 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 می باشد. مقاله های پذیرفته شده پس از ویرایش منتشر می شود.

پیام فولاد



انجمن آهن و فولاد ایران

صاحب امتیاز: انجمن آهن و فولاد ایران

مدیر مسئول و سردبیر: دکتر حسین ادریس

هیأت تحریریه:

دکتر عباس نجفی زاده (استاد دانشگاه صنعتی اصفهان)

دکتر حسین ادریس (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 ارباب شیرانی (دانشیار دانشگاه صنعتی اصفهان)

مهندس محمد حسن جولزاده (شرکت آژینه گستر اسپادانا)

مدیر اجرایی: مهندس مرتضی صالحی

مدیر روابط عمومی: فریدون واعظ زاده

طراحی جلد و صفحه آرایی: بهار کاوه

تبلیغات: سپیده گودرزی

ناشر: انجمن آهن و فولاد ایران

چاپ: چاپخانه ملت

شمارندگان: ۱۰۰۰ نسخه

بهاء: ۱۰۰۰۰۰ ریال

نشانی: اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، شهرک علمی تحقیقاتی اصفهان، خیابان ۱۲، واحد ۳۰۶

تلفن: ۰۳۱-۳۳۹۳۲۱۲۱-۲۴ فکس: ۰۳۱-۳۳۹۳۲۱۲۵ کد پستی: ۸۴۱۵۶-۸۳۲۲۸

E-mail: info@issiran.com www.issiran.com

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۳	سرمقاله.....
<b>مقالات</b>	
۴	خاموش کردن ککک به روش خشک.....
	بررسی عوامل مؤثر بر مصرف گاز در کوره دوار گندله‌سازی، مطالعه موردی: گندله‌سازی
۱۱	اردکان.....
	خواص و کنترل مواد روانساز برای ریخته گری شمش و ریخته گری
۱۸	پیوسته.....
	حذف آلومینیوم موجود در فروسیلیسیم به روش تصفیه سرباره‌های در حالت
۲۷	مذاب.....
	بررسی تاثیر پلیسه مبردی بر حذف عیوب انقباضی قطعه میل لنگ از چدن
۳۲	داکتیل مورد استفاده در صنعت خودرو با استفاده از شبیه سازی و نتایج تجربی...
<b>اخبار</b>	
۳۸	اخبار داخلی.....
۴۲	اخبار اعضای حقوقی انجمن آهن و فولاد ایران.....
۴۴	اخبار بین المللی.....
<b>برگرفته از مجلات</b>	
۴۶	عناوین مقالات مندرج در مجلات بین المللی آهن و فولاد.....
<b>معرفی کتاب</b>	
۴۸	معرفی کتاب.....
<b>سمینارها</b>	
۵۰	سمینارهای بین المللی.....
۵۱	سمینارهای داخلی.....
<b>اطلاعات</b>	
۵۲	برگزاری دوره‌های آموزشی انجمن آهن و فولاد ایران.....
۵۴	انتشارات آهن و فولاد.....
۵۶	فرم درخواست عضویت حقیقی و حقوقی در انجمن آهن و فولاد ایران.....
۵۷	فراخوان مقاله برای مجله بین المللی انجمن آهن و فولاد ایران.....
	دستور العمل تهیه مقالات به زبان فارسی جهت مجله بین المللی علمی پژوهشی
۵۸	انجمن آهن و فولاد ایران.....
	دستور العمل تهیه مقالات به زبان انگلیسی جهت مجله بین المللی علمی - پژوهشی
۶۰	انجمن آهن و فولاد ایران.....
۶۲	راهنمای اشتراک فصلنامه پیام فولاد.....
۶۳	فرم قرارداد درج آگهی در فصلنامه تخصصی پیام فولاد.....
۶۴	دستورالعمل تهیه مقاله برای فصلنامه پیام فولاد.....



## سر مقاله

شماره ۷۱ مجله پیام فولاد هم اکنون در اختیار شما خوانندگان عزیز قرار دارد. ابتدا با توجه به اهمیت صرفه‌جویی در مصرف آب مقاله‌ای در ارتباط با خاموش کردن کک به روش خشک ارائه شده است. در مقاله‌ی دیگر عوامل مؤثر بر مصرف گاز در کوره دوار گندله سازی مورد مطالعه قرار گرفته است. سپس تاریخچه اختراع پودرهای ریخته‌گری برای شمش و ماشین‌های ریخته‌گری پیوسته به منظور ارائه برخی از مؤلفه‌ها برای درک ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی این مواد آورده شده است. در ادامه از آنجائیکه حضور آلومینیوم در فولادهای الکتریکی موجب افزایش مقاومت الکتریکی و در فولادهای کروم-مولیبدن موجب کاهش سختی پذیری خواهد شد، از اینرو به بررسی حذف آلومینیوم موجود در فروسیلیسیم به روش تصفیه سرباره‌ای در حالت مذاب پرداخته شده است. در نهایت، مقاله‌ای با بهره‌گیری از نرم افزار شبیه سازی ریخته‌گری به بررسی حذف عیوب حفرات ریز انقباضی در قطعه میل لنگ از جنس چدن داکتیل می‌پردازد.

در دیگر بخش‌های این مجله مطالب مختلفی از جمله اخبار مرتبط با صنایع فولاد و برگزاری همایش‌ها و سمینارهای داخلی و بین‌المللی آورده شده است. امیدوارم حداقل بخشی از مطالب این شماره که حاصل تلاش همکاران در دانشگاه و صنعت است مورد توجه شما خوانندگان عزیز قرار گیرد.

با تشکر

دکتر حسین ادريس

مدیر مسئول و سر دبیر فصلنامه پیام فولاد



# خاموش کردن کک به روش خشک

(Coke Dry Quenching)

تهیه و تنظیم: مهندس محمد حسن جولازاده

مشاور عالی شرکت کک طبس

## ۱- مقدمه

کک بعنوان مواد احیاء سنگ آهن و ذوب کننده در کوره بلند جهت تولید چدن مذاب مورد استفاده قرار می‌گیرد. کک در باطری‌های کک سازی در اثر گرم کردن بلند ذغال بصورت غیر مستقیم و بدون حضور هوا بدست می‌آید. بعد از خروج کک از سلول کک سازی با درجه حرارت  $1100^{\circ}\text{C}$  درجه باید بلافاصله خاموش (سرد) شود. فرایند خاموش کردن بصورت تر و خشک انجام می‌پذیرد. فرایند خاموش کردن کک به روش خشک که به اختصار CDQ نامیده می‌شود، اولین بار توسط کشور اوکراین ابداع گردیده و سپس توسط یک شرکت ژاپنی بهینه شده است. در این فرایند کک داغ تخلیه شده از باطری کک، از دمای حدوداً  $1100^{\circ}\text{C}$  در یک محفظه سر بسته با استفاده از جریان گاز خنثی تا دمای  $250-200^{\circ}\text{C}$  خنک می‌شود. ولی در فرایند خاموش کردن کک به روش تر (CWQ) کک داغ با استفاده از پاشش آب در زیر برج خاموش کننده سرد می‌شود. در این روش آب با جذب انرژی کک به صورت بخار در آمده و مستقیماً وارد اتمسفر می‌شود، در حالی که در روش CDQ گرمای جذب شده توسط گاز خنثی برای تولید بخار آب و انرژی الکتریکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. با این روش ۵۰ درصد گرمای داده شده به زغال برای تبدیل به کک، از آن پس گرفته می‌شود. به دلیل اینکه فرایند کک شدن در روش CDQ در محفظه کک تکمیل می‌شود و همچنین سرد کردن کک به صورت کنترل شده می‌باشد، کیفیت کک در مقایسه با روش CWQ که در آن کک به صورت ناگهانی سرد می‌شود بهتر است. روش CDQ یک روش بسته می‌باشد

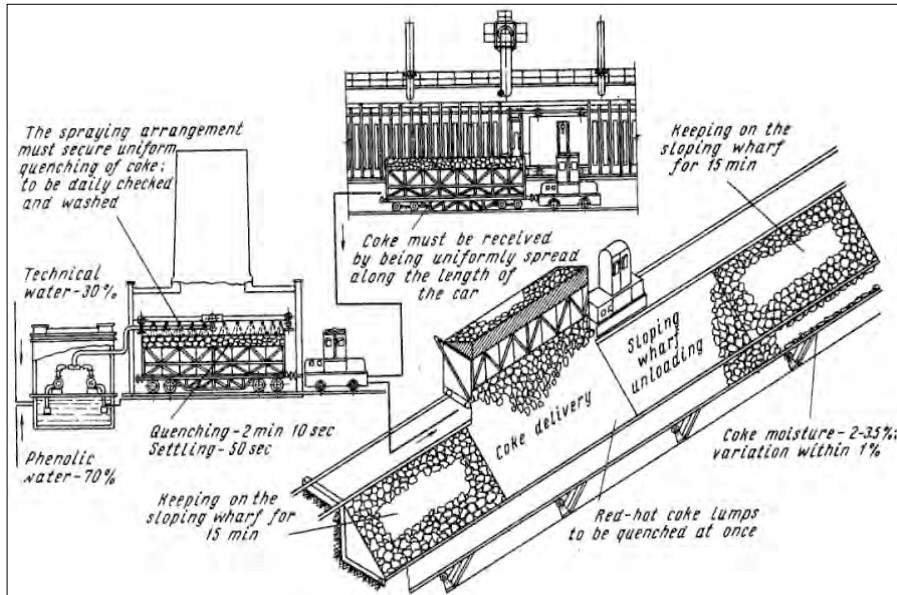
و از اینرو انتشار عوامل آلاینده محیط زیست در این روش در مقایسه با روش CWQ که آلاینده‌ها به طور مستقیم و با کنترل کمتر وارد محیط زیست می‌شوند به مراتب کمتر است. در شکل ۱ روند نمای فرایند خاموش کردن مرطوب کک مشاهده می‌گردد. در فرایند خاموش کردن کک به روش مرطوب بازای هر تن کک تولیدی ۰٫۵ الی ۱ مترمکعب آب مصرف می‌شود. روش خاموش کردن بر روی کیفیت کک تولیدی تأثیر بسزایی دارد. کک خاموش شده به روش خشک، میزان مصرف کک را در کوره بلند به میزان ۲ الی ۲٫۵٪ کاهش می‌دهد.

## ۲- شرح مختصری بر فرایند خنک کردن کک به روش خشک

واحد خاموش کردن کک به روش خشک (CDQ) بر اساس خنک کردن کک داغ با گازهای خنثی و گردش این گازها در یک مسیر بسته بین محفظه پر شده با کک داغ و مبدل حرارتی کار می‌کند. تبادل حرارتی از طریق تماس مستقیم گاز خنثی با کک داغ انجام می‌گیرد. حرارت دریافت شده به مبدل حرارتی منتقل می‌گردد. از نظر فنی، فرایند خنک کردن کک به سه قسمت تقسیم می‌شود: تحویل کک به محفظه، خنک (خاموش) کردن کک و تخلیه کک خنک شده از محفظه.

کک داغ از سلول کک سازی به ظرف قابل جابجا شدن که روی ماشین حمل کک نصب می‌شود، تحویل داده می‌شود. ظرفیت ظرف برای دریافت کل کک موجود در یک سلول محاسبه شده است. حمل ظرف پر از کک داغ به CDQ توسط لوکوموتیو انجام می‌شود.





شکل ۱. روند نمای فرایند خاموش کردن مرطوب کک

جدول ۱. پارامترهای بالابرهاى مورد استفاده و جرتقیل شرکت فولاد کومینگ

parameters of Coke Dry Quenching crane					
rated lifting capacity (t)		47	63	58	50
lift height (m)		39.5	36	37.7	36.2
hoist speed (m/min)	fast	30	30	30	30
	intermediate	10	10	10	10
	slow	4	4	4	4
travel speed (m/min)	fast	40	60	40	60
	slow	3.5	3.5	3.5	4
drive control both for lift and travel		VVVF	VVVF	VVVF	VVVF
rail gauge (mm)		12000	12100	12100	12000
travel span (mm)		12500	12600-17140	12600	12500
operation cycle (min)		7.5	≤6.75	≤7	≤6.5

ظرف از طریق بالابر به بالا حمل می شود و بوسیله یک گیره مخصوص به محفظه خنک کردن منتقل می شود. گیره مذکور دارای یک پوشش برای جلوگیری از تشعشع است. پارامترهای بالابرهاى مورد استفاده و همچنین نمایی از جرتقیل شرکت های فولاد مانشان و کومینگ چین در شکل ۲ و جدول ۱ نشان داده شده است.

تخلیه کک داغ از ظرف به محفظه سرد کردن، از دریچه های پائین ظرف انجام می شود. دریچه های مذکور پس از قرارگیری ظرف روی محفظه خنک کردن بطور خودکار باز می شوند.

فرایند خنک کردن کک در محفظه بصورت زیر انجام می شود:



parameters of Coke Dry Quenching Crane				
lifting capacity	132t	70t	60t	50t
Weight of coke and pot	7.63m coke oven	7m coke oven	6m coke oven	4.3m coke oven
working duty	A8	A8	A8	A8
speed (m/min)	Lift	30	20-30	20-30
	travel	40	40	40
Max. wheel load	58t	41t	39t	36t

شکل ۲. پارامترهای بالابرهاى مورد استفاده و همچنین نمایی از جرتقیل شرکت فولاد مانشان



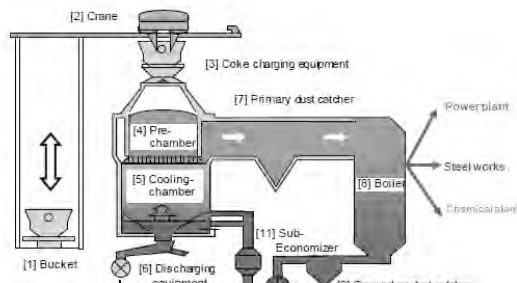
شده به صورت ثابت باشد، دمای گاز سیرکوله شونده حامل حرارت قبل از مبدل حرارتی تغییرات بسیار کمی خواهد داشت که در این صورت کارکرد بویلر را در بار ثابت و تولید بخار با پارامترهای ثابت، تضمین می‌کند.

### ۳- تجهیزات مورد نیاز واحد CDQ

اصلی ترین تجهیزات یک واحد CDQ (شکل ۳) مشتمل بر موارد زیر است:

- ۱- واگن کک داغ و تجهیزات بارگیری ۴- سیستم گردش گاز خاموش کننده
- ۲- محفظه سرد کننده ۵- تجهیزات بازیابی حرارت
- ۳- دستگاه تخلیه کک ۶- سیستم تصفیه گاز

در حال حاضر قریب به ۲۰۰ واحد CDQ در جهان نصب گردیده است که در شکل ۴ برخی از آن‌ها که



شکل ۳. شمای کلی یک واحد CDQ و واگن حمل کک داغ

گاز حامل حرارت با دمای  $150^{\circ}\text{C}$  -  $180^{\circ}\text{C}$  که در مسیر بسته بین محفظه و مبدل حرارتی حرکت می‌کند، توسط یک دمنده به سمت کانال‌های توزیع گاز دمنده که در زیر محفظه خنک کردن کک قرار گرفته است، دمیده می‌شود. گاز دمیده شده بطور یکنواخت در میان توده کک که در قسمت پایینی ناحیه خنک کردن قرار دارد، توزیع می‌گردد. گاز حامل حرارت در اثر عبور از میان ناحیه خنک کردن، گرم می‌شود و از طریق کانال‌های خروج گاز که در اطراف محفظه در بالای ناحیه خنک کردن قرار دارند، وارد کانال حلقوی پایینی جمع کننده گاز می‌شود. پس از آن گاز حامل حرارت از طریق کانال حلقوی پایینی وارد کانال حلقوی بالایی و سپس وارد مبدل حرارتی می‌شود. قبل از ورود به مبدل حرارتی، ذرات درشت کک در یک بونکر غبارگیر از گاز جدا می‌گردند. گاز سرد و خارج شده از مبدل حرارتی وارد سیکلونهای ته نشین کننده غبار می‌شود و در آنجا عاری از غبار می‌شود و سپس توسط فن به سمت دمنده، هدایت می‌شود.

ترکیب گاز حامل حرارت به صورت زیر است:

Gas	CO <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
Concentration (%)	10-15	8-10	2-3	70-75

در شرایطی که اکسیژن موجود در گاز بیشتر از ۳ درصد نباشد، میزان مصرف نیتروژن بین ۵۰۰ تا ۶۰۰ نرمال متر مکعب در ساعت خواهد بود. تخلیه کننده، کک را از داخل محفظه تخلیه می‌کند. این وسیله از دو طرف عمل می‌کند و دریچه‌های دروازه‌ای را به نوبت باز می‌کند. تخلیه کننده بصورت خودکار عمل می‌کند و می‌تواند برای ظرفیت مورد نیاز محفظه تنظیم شود. مسیر تخلیه نسبت به هوانفوذ ناپذیر است. محفظه خنک کننده کک از نظر تکنولوژیکی به دو قسمت تقسیم می‌شود: خود محفظه خنک کننده و محفظه جمع آوری کک داغ. از لحاظ ساختمانی، این دو محفظه بوسیله کانال‌های خروج گاز که در اطراف محفظه قرار گرفته‌اند، از یکدیگر جدا می‌شود. در صورتیکه محفظه خنک کردن در حالت نرمال کار کند و بارگیری و تخلیه کک سرد

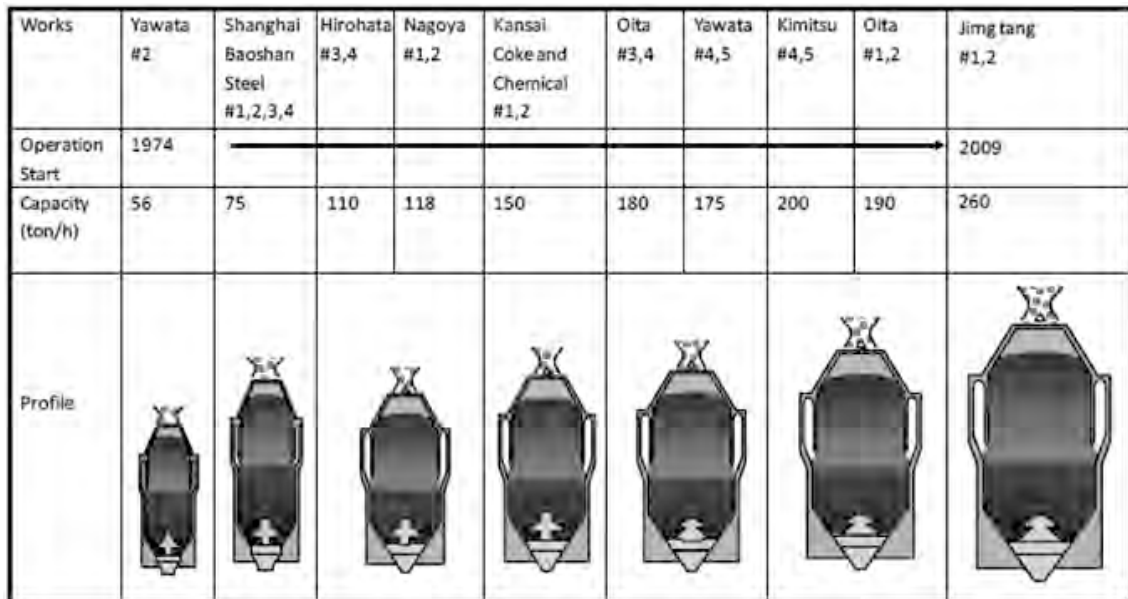
تن در ساعت در حال بهره برداری می باشد. داده های بهره برداری یک واحد CDQ با ظرفیت ۵۶ تن کک در ساعت در جدول ۲ به نمایش گذاشته شده است. مدت زمان ماند کک در اتاقک خاموش کن ۲ الی ۲,۵ ساعت می باشد.

توسط شرکت NSENG ژاپن ساخته شده است، مشاهده می شوند. ظرفیت های تولید واحدهای CDQ موجود در جهان نیز در شکل ۵ از نظر می گذرد. بزرگترین واحد CDQ جهان در شرکت Shougang چین به ظرفیت ۲۶۰



Supply record				Total 114 Units (As of March 2014)					
Year (Order)	Country	Customer	Contents	Year (Order)	Country	Customer	Contents		
1	2015	India	Jindal Steel & Power Ltd.	120t/hx2	6	2014	China	Guangxi Shenglong Metallurgy Co., Ltd.	150t/hx1
2	2015	China	Shanxi Haiyan Coking Co., Ltd.	125t/hx1	7	2014	China	China Pingmei Shenma Group Pingdinghean Chaoshun Coking Co., Ltd.	110t/hx1
3	2014	China	Taihua Coking and Chemical Co., Ltd.	90t/hx1	8	2014	China	Tanshang Hulfeng Coking & Gas CO., Ltd	180t/hx1
4	2014	China	Shougang Changzhi Iron & Steel Co., Ltd.	170t/hx1	9	2013	India	TATA Steel Ltd.	200t/hx1
5	2014	China	Yongxin Coal Chemical Co., Ltd.	155t/hx1	10	2013	China	Xinyuan Iron & Steel CO.,Ltd	110t/hx1

شکل ۴. واحدهای CDQ ساخت شرکت NSENG ژاپن



شکل ۵. ظرفیت های تولید واحدهای CDQ موجود در جهان



جدول ۲. داده‌های بهره‌برداری یک واحد CDQ با ظرفیت ۵۶ تن کک در ساعت

Capacity	56t/hr
Coke charge temperature	1000-1050°C
Coke output temperature	200°C
Gas inlet temperature	170°C
Gas outlet temperature	800-850°C
Steam generation	25t/hr
Steam pressure	40kgf/cm <sup>2</sup>
Steam temperature	440°C
Total gas volume	84,000Nm <sup>3</sup> /hr

۴- مقایسه کلی روش‌های CWQ و CDQ همانگونه که ذکر شد با استفاده از تکنولوژی CDQ کیفیت کک نسبت به روش CWQ بهبود می‌یابد. تغییرات خواص کک حاصل از روش CDQ نسبت به کک خاموش شده در روش CWQ در جدول ۳ دیده می‌شود. کاهش رطوبت کک سبب خواهد گردید که مصرف کک در کوره بلند کاهش و راندمان کوره بلند افزایش یابد. به علاوه سبب بهبود وضعیت دمای کوره بلند خواهد گردید. به ازای هر یک درصد کاهش رطوبت، مصرف کک در کوره بلند ۱٪ کم می‌شود. در شکل ۶ توازن انرژی در یک واحد CDQ ارائه شده است.

جدول ۳. مقایسه پارمترهای فنی در دو روش تر و خشک

روش تر CWQ	روش خشک CDQ	ویژگی
۳/۲	۰/۳	آنالیز محصول
۱۰/۵	۱۰/۴	رطوبت
۱/۵۳	۰/۵۲	خاکستر
		مخونگرت
		دانه بندی محصول
۱۱/۸	۸/۵	+۸۰
۳۶	۳۴/۹	۸۰-۶۰
۴۱/۱	۴۴/۸	۶۰-۴۰
۸/۷	۹/۵	۴۰-۲۵
۲/۴	۲/۳	۲۵-۱۰
۴۷/۸	۴۳/۴	+۶۰
۴۳/۷	۴۴/۶	تخلخل %



Total Inlet Energy

Main Source	Total Inlet Energy %
I1 Coke at 1050°C	63
I2 Combustion of Coke & VM	24
I3 Fan	2
I4 H2O Feed Water	11
Total	100

Total Outlet Energy

Main Source	Total Outlet Energy %
O1 Generated SH Steam Plus Sub-eco	91
O2 Coke at 200°C	5
O3 Surface Losses	3
O4 Bleeder Gas	1
Total	100

شکل ۶. توازن انرژی در یک واحد CDQ

توسط شرکت اکرینی طی سال‌های دهه ۷۰ بدست آمده‌اند. در آخرین طرح‌های CDQ میزان انتشار آلاینده‌ها به حداقل می‌رسد. واحدهای مدرن CDQ مجهز به سیستم‌های غبارگیر، سیستم گردش گاز اضافی و رژیم هیدرولیک پایدار تجهیزات تخلیه کک هستند. همچنین از یک طرح جدید سیستم شارژ با اتصالات آب بندی شده بین مخروط شارژ کننده و دریچه محفظه خنک کردن برای متوقف کردن گازها در این نقطه در طی شارژ و نیز سیستم جدید مکش گازهای بوجود آمده در طی تخلیه کک از واگن کک به محفظه خاموش کن در این واحدها استفاده می‌شود. اطلاعات موجود در گزارش شرکت اکرینی، در مورد میزان آلاینده‌ها در حالت خاموش کردن کک به روش خشک نسبت به خاموش کردن تر در جدول ۴ ارائه گردیده است.

در جدول ۵ مقایسه پارامترهای خاموش کردن کک به روش خشک و مرطوب از نظر می‌گذرد:

جدول ۵. مقایسه خاموش کردن کک به روش خشک و مرطوب

Parameter per ton of Coke	Wet Quenching	Dry Quenching
<b>Environmental Aspects per ton of coke</b>		
Water Consumption, m <sup>3</sup>	0.5-0.6	Nil
Air Emission, Unit - gram	< 50	Nil
<b>Energy Recovery Potential per ton of coke</b>		
Steam, kg	Nil	500-600
Electricity, kWh	Nil	40-50

افزایش MF<sub>۴۰</sub> (استحکام مکانیکی کک) و کاهش M<sub>۱۰</sub> (سایش کک) سبب تقلیل مصرف کک در کوره بلند و افزایش راندمان تولید آن خواهد گردید. به علاوه به دلیل ایجاد یکنواختی در عبور گاز شرایط کار کوره را نیز بهبود می‌بخشد. همچنین چنانچه میزان افزایش MF<sub>۴۰</sub> در حدی باشد که درصد آن به بالای ۹۰٪ برسد امکان تزریق پودر زغال در کوره بلند فراهم می‌شود. هر یک درصد افزایش MF<sub>۴۰</sub> و کاهش M<sub>۱۰</sub> به ترتیب ۶٪ و ۲/۸ درصد کاهش مصرف کک را در کوره بلند بدنبال خواهد داشت. کاهش میزان واکنش پذیری (CRI) یاد شده باعث بهبود مصرف کک در کوره بلند می‌گردد. بطور معمول عملیات خاموش کردن کک به روش خشک شاخص استحکام گرم (CSR) کک را به اندازه ۳٪ افزایش می‌دهد.

#### ۵- پارمترهای زیست محیطی

علاوه بر بهبود خواص کک، در سیستم خنک کردن خشک، مقدار انتشار آلاینده‌هایی چون غبار کک، مونواکسید کربن، آمونیاک، فنل، هیدروژن سولفید و غیره بسیار کم و در حد بی ضرر است. در مقایسه با روش CWQ و استفاده از آب آمونیاکی، هیدروژن سولفید منتشر شده ۱۰ برابر کمتر، آمونیاک ۴/۲ و فنل ۱۲ برابر کمتر می‌باشد. حتی در صورت استفاده از آب صنعتی برای خاموش کردن تر، میزان آلاینده‌ها در روش خشک ۱۲/۵ برابر، آمونیاک ۱/۵ برابر و فنل ۱/۷ برابر کمتر خواهد بود. خاطر نشان می‌شود که ارقام مذکور در طی تحقیقات انجام شده در تاسیسات طراحی شده

جدول ۴. مقایسه نوع و میزان آلاینده‌ها در دو روش تر و خشک

نوع عامل آلاینده	میزان آلاینده در حالت CDQ نسبت به CWQ (با آب فنل زدائی شده)	میزان آلاینده در حالت CDQ نسبت به CWQ (با آب صنعتی)
SO <sub>2</sub>	1 به 10	1 به 12.5
آمونیاک	1 به 4.2	1 به 1.5
فنل	1 به 12	1 به 1.7



## ۶- نتیجه گیری

- ◆ مزایای خاموش کردن کک به روش خشک :
- ◆ صرفه جویی انرژی به میزان ۰/۸-۱/۲ گیگا ژول بر تن کک
- ◆ تولید بخار با فشار بالا که مناسب برای تولید برق می باشد
- ◆ بهبود و یکنواختی کک تولیدی
- ◆ درصد رطوبت پایین که باعث کاهش مصرف انرژی در کوره بلند می شود و میزان مصرف کک در کوره بلند به میزان ۲ الی ۲,۵٪ کاهش پیدا می کند.
- ◆ صرفه جویی آب تا حدود ۰,۶ مترمکعب بازای هر تن کک تولیدی
- ◆ کاهش انتشار آلاینده ها از جمله گاز CO<sub>p</sub> به طور تقریبی: ۱۳۰ کیلوگرم برتن کک
- ◆ در مقایسه با یک نیروگاه ۱۸ مگاواتی مازوت سوز، یک واحد CDQ با ظرفیت ۱۰۰ تن کک در ساعت، معادل برق را تولید کرده و باعث کاهش انتشار گاز CO<sub>2</sub> به میزان ۱۸ تن در ساعت می گردد.
- ◆ بازیابی حرارتی کک داغ: ۸۰٪
- ◆ تولید بخار به میزان ۰/۵ تن به ازاء هر تن کک با فشار ۴ مگا پاسکال و با درجه حرارت ۴۵۰ درجه سانتی گراد
- ◆ بهبود کیفیت و استحکام سرد کک با افزایش M۴۰ بین ۸-۳٪ و کاهش M۱۰ بین ۰/۸-۰/۳٪ و افزایش شاخص استحکام گرم CSR به میزان ۳٪
- ◆ مصرف کک خاموش شده به روش خشک در کوره بلند، منجر به تزریق بیشتر سوخت های کمکی می گردد.

## آیا می دانید؟

◀ میزان چرخه آب در صنایع فولاد برزیل، ۹۵/۵ درصد بوده است.

◀ میزان مصرف آب در کک سازی های چین بطور متوسط زیر ۱/۵ مترمکعب بر تن کک است.

(مرجع فولاد ۹۶)

# بررسی عوامل مؤثر بر مصرف گاز در کوره دوار گندله‌سازی، مطالعه موردی: گندله‌سازی اردکان

علیرضا اکبریان<sup>۱</sup>

شرکت پامیدکو، مجتمع گندله‌سازی اردکان

به‌صورت کلی دیده‌شده است و برای کنترل مصرف بایستی عوامل مؤثر شناسایی شوند. در فرآیند گندله‌سازی مگنتیت تبدیل به هماتیت و مقادیر زیادی گرما می‌شود؛ بنابراین میزان مگنتیت کنسانتره مصرفی که به‌صورت درصد اکسید آهن<sup>۲</sup> اندازه‌گیری می‌شود تأثیر زیادی بر میزان مصرف گاز در کوره. طبق تئوری هرچقدر درصد مگنتیت در کنسانتره بیشتر باشد، مصرف گاز کاهش می‌یابد؛ اما به‌جز میزان مگنتیت کنسانتره که به‌صورت تئوری قابل پیش‌بینی است، یکسری عوامل شیمیایی و فیزیکی دیگر نیز وجود دارد که تک‌تک آن‌ها بر میزان مصرف گاز تأثیر دارد. در دنیا تحقیقات زیادی برای شناسایی عوامل و تعیین میزان تأثیر آن به‌صورت کمی صورت گرفته است. مدل‌سازی ریاضی فرآیند تولید گندله راهکاری است که به‌صورت تئوری به بررسی نقش پارامترهای مختلف می‌پردازد. مینگ یانگ و همکارانش با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی به استخراج پارامترهای مؤثر بر پروفایل حرارتی گندله در مرحله خنک‌کاری پرداخته‌اند [۱]. در تحقیق دیگری که در صنایع فولاد بی‌اچ پی<sup>۳</sup> انجام شده از یک مدل ریاضی پویا جهت شبیه‌سازی پخت در کل فرآیند گندله‌سازی به روش کوره دوار استفاده شده است [۲]. تحقیق دیگری در شرکت سنگ آهن کانادا بر روی فرآیند گندله‌سازی به روش بستر مستقیم انجام شد و در آن با بهینه‌سازی فرآیند به کمک مدل‌سازی ریاضی مصرف سوخت و کیفیت

## چکیده

مصرف گاز در صنعت گندله‌سازی به دلایل مختلف مهم است و بایستی تحت کنترل باشد. صرف‌نظر از هزینه مصرف گاز و تأثیر کیفی بر فرآیند پخت، از دیدگاه مدیریت انرژی بایستی مصرف گاز بهینه باشد تا حداقل تأثیرات مخرب بر محیط‌زیست وارد شود. در این مقاله با استفاده از تکنیک‌های ریاضی مصرف گاز مدل‌سازی شده و عوامل مؤثر بر آن مورد تحلیل قرار گرفته است. طبق این بررسی‌ها بیشترین عامل مؤثر بر مصرف گاز کوره دمای گاز خروجی از دودکش ناحیه ۳ کولینگ است.

**کلمات کلیدی:** گندله‌سازی، مصرف گاز، مدیریت انرژی، مدل‌سازی، داده‌کاوی، شبکه عصبی.

## مقدمه

مصرف بهینه علاوه بر اینکه از هدر رفتن ذخایر با ارزش انرژی پیشگیری می‌کند، آلودگی را نیز کمتر و محیط‌زیست را سالم‌تر می‌کند. در زنجیره تولید فولاد مصرف انرژی بسیار زیاد است. در صنایع گندله‌سازی دو محل مصرف انرژی وجود دارد. موتورهای الکتریکی و سوخت فسیلی جهت کوره. در ایران به دلیل فراوانی گاز طبیعی تمامی صنایع گندله‌سازی از گاز برای تولید حرارت در کوره استفاده می‌کنند. طبق استاندارد ملی ۹۶۵۳ مصرف انرژی حرارتی به ازای هر تن گندله بایستی کمتر از ۰/۸۳ گیگاژول باشد. در این استاندارد مصرف

<sup>۱</sup>A.r.akbarian@gmail.com

<sup>۲</sup>FeO

<sup>۳</sup>B.H.P

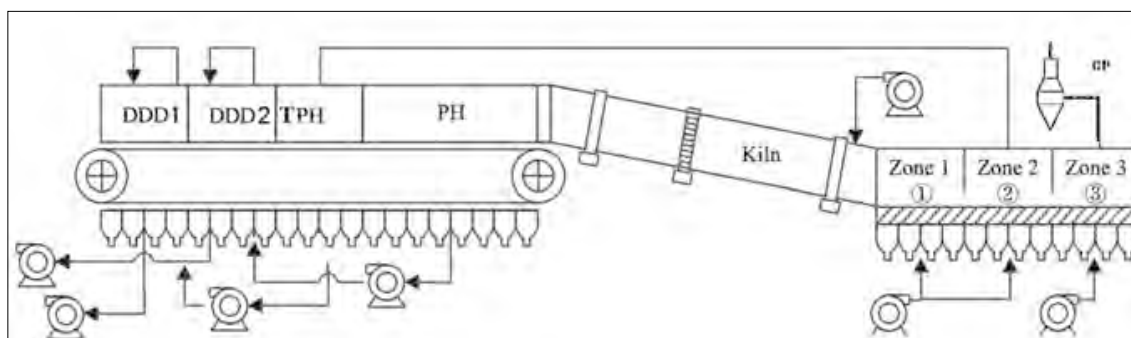


گندله بهبود یافت [۳]. در تحقیق حاضر جهت شناسایی پارامترهای مؤثر و ورود همه آن‌ها به مدل علاوه از تحقیقات مذکور از تحقیقات دیگر نیز استفاده شده است [۴]، [۵]، [۶]، [۷]. در تحقیق‌های مذکور برخی پارامترها ثابت و برخی به تکنولوژی گندله‌سازی وابسته هستند. برای تعیین درست پارامترهای ورودی به مدل‌سازی بایستی تکنولوژی مورد مطالعه را به خوبی شناخت. شکل ۱ شماتیک از فرآیند گندله‌سازی به روش کوره دوار را نشان می‌دهد.

### روش تحقیق

به منظور انجام این تحقیق از داده‌های پایگاه داده آزمایشگاه و اتوماسیون تولید کارخانه گندله‌سازی اردکان

از سال ۲۰۱۳ الی ۲۰۱۷ استفاده شده است. از آنجایی که تکنولوژی تولید کارخانه گندله‌سازی اردکان به روش کوره دوار است (شکل ۱)، پارامترهای ورودی به مدل با بررسی تحقیقات گذشته و انطباق با فرآیند تولید استخراج شده است. پارامترهای ورودی به مدل در این تحقیق عبارت‌اند از میزان مصرف گاز در ساعت، میزان تولید در ساعت، دمای گاز طبیعی، دمای هوای خروجی از ناحیه ۳ کولینگ، میزان بار (آمپر) فن اصلی خنک‌کننده کولینگ، درصد اکسید آهن کنسانتره، درصد عیار آهن کنسانتره، درصد رطوبت مواد، درصد ریزدانه (گندله‌های کوچک‌تر از ۹ میلی‌متر) در محصول و میزان سطح مخصوص (بلین) کنسانتره. در این تحقیق از ۵۰۶ رکورد داده استفاده شده که هر رکورد از داده‌ها مربوط به یک



شکل ۱. شماتیک فرآیند تولید گندله به روش کوره دوار

جدول ۱. اطلاعات آماری متغیرهای ورودی به مدل

متغیر	واحد	میانگین	حداقل	حداکثر
مصرف گاز	M3/h	4716	7325	10400
میزان تولید	t/h	294.4	543.5	609.6
میزان بار فن خنک‌کننده کولینگ	Amp	143.7	179.3	201.2
دمای گاز طبیعی	C°	4.7	22.37	39.5
دمای گاز خروجی از ناحیه سوم کولینگ	C°	68.3	158.9	262.7
میزان گندله‌های ریزدانه (کوچک‌تر از ۹ میلی‌متر)	%	1	9	17
میزان آهن کنسانتره	%	66.36	67.47	68.54
میزان رطوبت مواد	%	8.08	9.1	10.2
میزان اکسید آهن کنسانتره	%	14.5	19.9	24.36
بلین کنسانتره	Cm2/g	1597	1929	2232

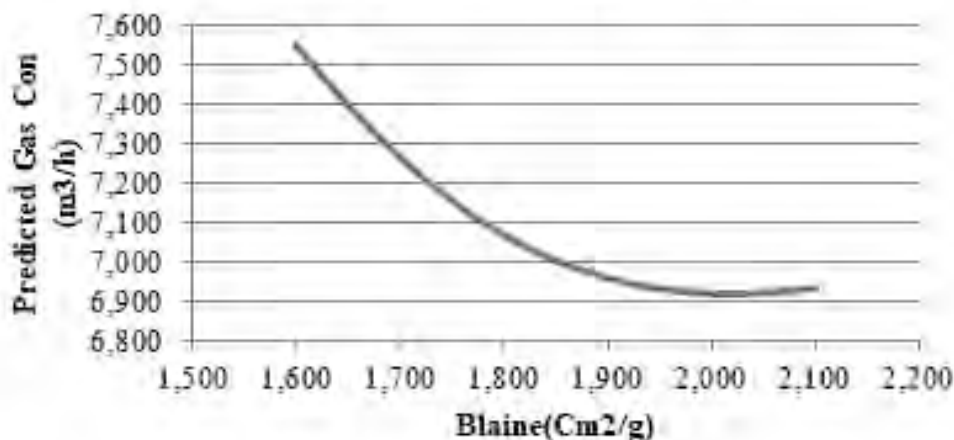
پارامتر ترسیم و در شکل‌های ۲ الی ۱۰ نشان داده شده است. هرچقدر دمای گازی که از ناحیه سوم کولینگ به محیط رها می‌شود بیشتر باشد، اتلاف فرآیند بیشتر و مصرف سوخت افزایش می‌یابد. با افزایش میزان تولید نیز مصرف سوخت افزایش می‌یابد. درصد اکسید آهن بیانگر درصد مگنتیت کنسانتره هست که نمودار آن نشان می‌دهد با افزایش مگنتیت کنسانتره مصرف سوخت کاهش می‌یابد. نمودار دمای خط لوله گاز مصرفی نشانگر دمای محیط هست که نشان می‌دهد در فصول گرم سال مصرف سوخت کاهش می‌یابد. هرچقدر میزان بلین (نرمی) کنسانتره افزایش یابد، مصرف سوخت کوره کاهش می‌یابد. افزایش عیار آهن کنسانتره (کاهش ناخالصی‌ها) نیز منجر به کاهش مصرف سوخت می‌شود. افزایش رطوبت گندله خام ورودی به فرآیند پخت باعث افزایش مصرف سوخت می‌شود. با افزایش درصد گندله‌های کوچک‌تر از ۹ میلی‌متر در فرآیند تولید، مصرف سوخت افزایش می‌یابد. میزان آمپر فن کولینگ که هم وظیفه خنک کاری گندله و هم تأمین اکسیژن احتراق در کوره را دارد نشان می‌دهد که افزایش اولیه دبی هوای کولینگ به کاهش مصرف سوخت کوره کمک می‌کند اما با افزایش بیشتر تأثیری ندارد.

روز از تولید است. جدول ۱ اطلاعات آماری این داده‌ها را نشان می‌دهد. از میان داده‌ها میزان مصرف گاز به‌عنوان متغیر هدف انتخاب شده و بقیه متغیرها به‌عنوان متغیر ورودی به مدل وارد می‌شوند. تمامی متغیرها از نوع متغیر عددی پیوسته هستند.

برای مدل‌سازی از شبکه عصبی پیش‌خور<sup>۱</sup> تک لایه استفاده می‌شود که به‌وسیله الگوریتم پس انتشار خطا<sup>۲</sup> آموزش می‌بیند. در شبکه عصبی پیش‌خور محاسبات از ورودی‌ها به سمت خروجی مدل انجام می‌شود و چرخه بازگشتی وجود ندارد. در طی آموزش شبکه به کمک الگوریتم یادگیری پس انتشار خطا، همواره مقدار محاسبه‌شده خروجی با مقدار واقعی مقایسه و مقادیر خطای محاسبه شده به لایه‌های قبل انتشار می‌یابد. مقادیر اوزان در شبکه با توجه به این خطا به گونه‌ای اصلاح می‌شود تا حداقل خطا حاصل گردد.

## نتایج و بحث

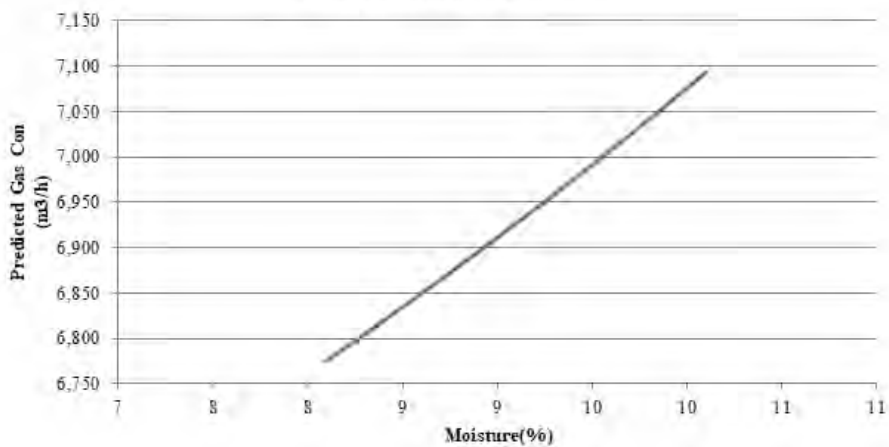
پیش از بحث و تحلیل نتایج بایستی دقت مدل ارزیابی شود. دقت مدل در پیش‌بینی مصرف گاز با استفاده از شاخص مجذور همبستگی ۸۸ درصد محاسبه شده است. برای تعیین میزان تأثیر هر پارامتر بر تابع هدف، نمودار تحلیل حساسیت به تفکیک هر



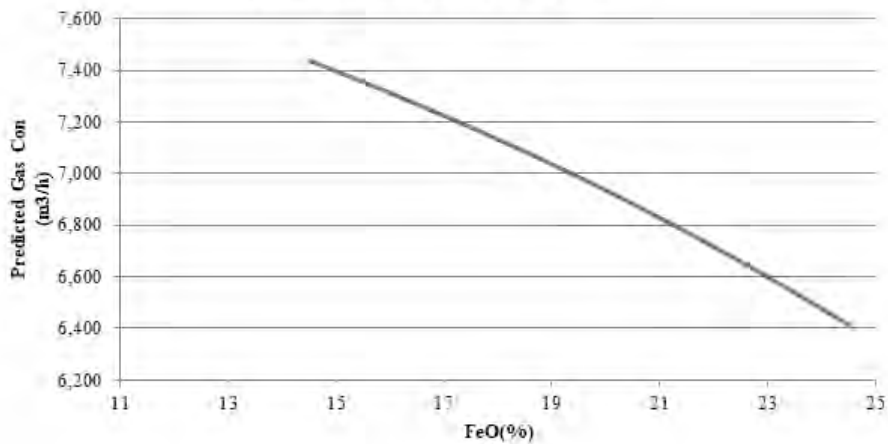
شکل ۲. نمودار حساسیت مصرف گاز نسبت به بلین کنسانتره

<sup>1</sup>Feed Forward

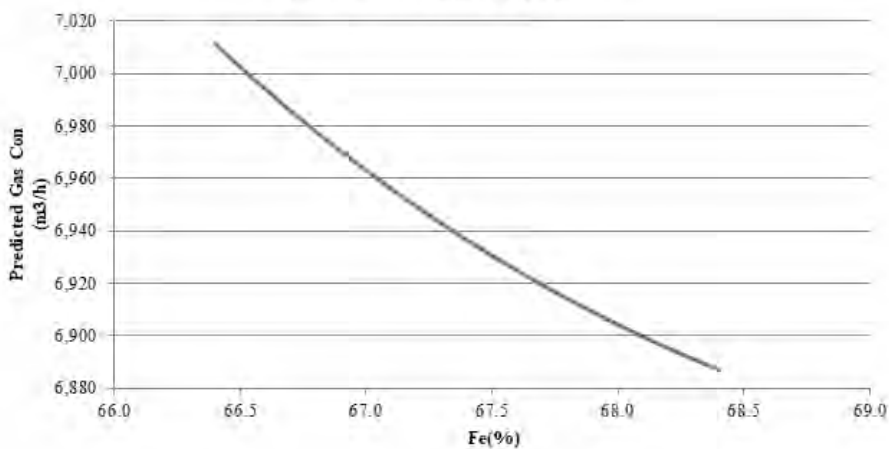
<sup>2</sup>Back Propagation



شکل ۳. نمودار حساسیت مصرف گاز نسبت به رطوبت مواد

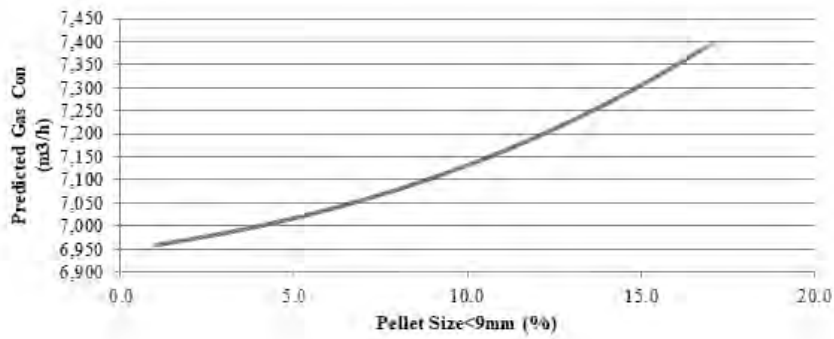


شکل ۴. نمودار حساسیت مصرف گاز نسبت به درصد اکسید آهن کنسانتره

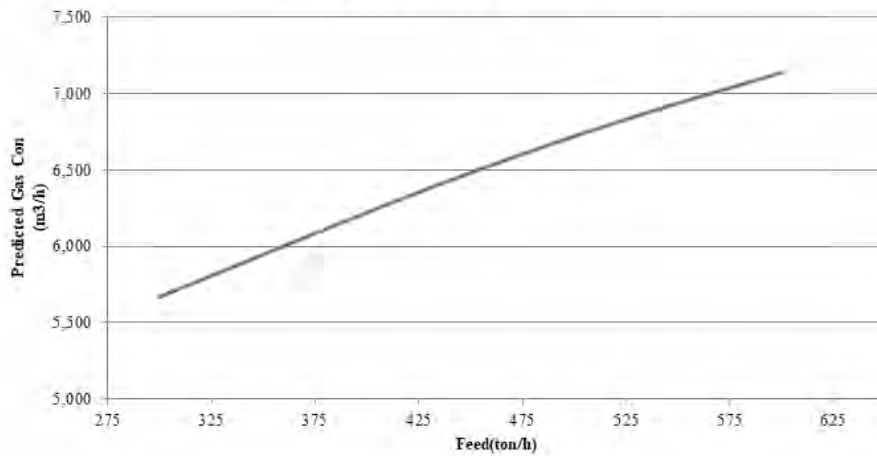


شکل ۵. نمودار حساسیت مصرف گاز نسبت به درصد آهن کنسانتره

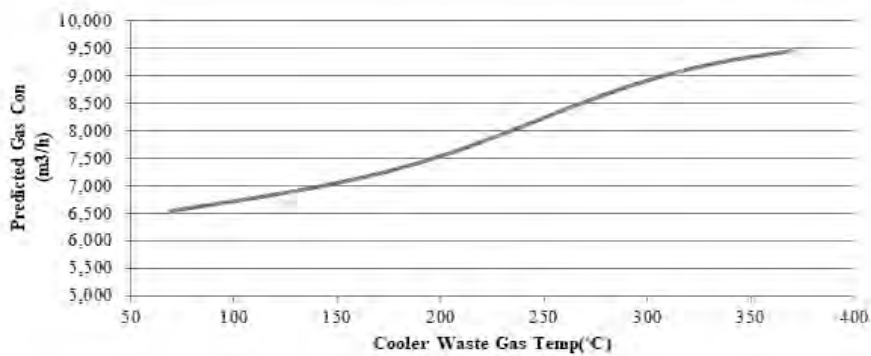




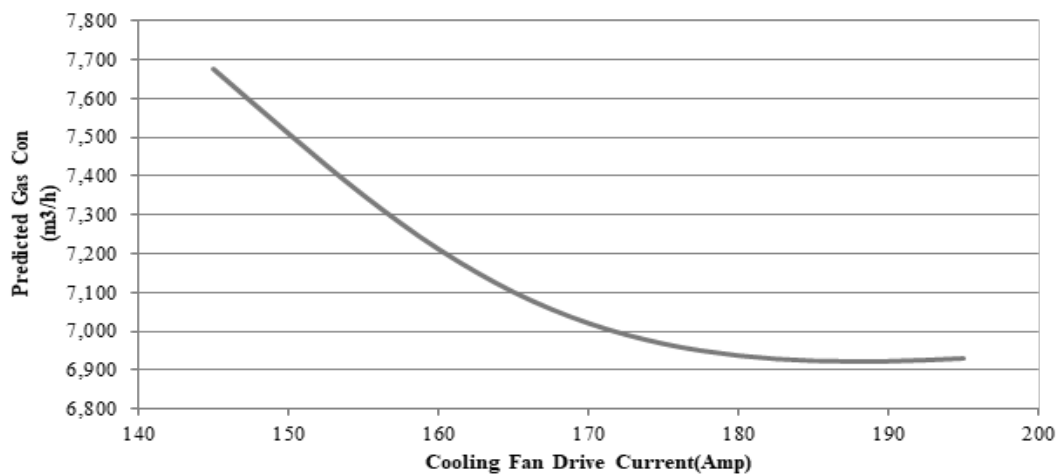
شکل ۶. نمودار حساسیت مصرف گاز نسبت به درصد گندله ریزدانه



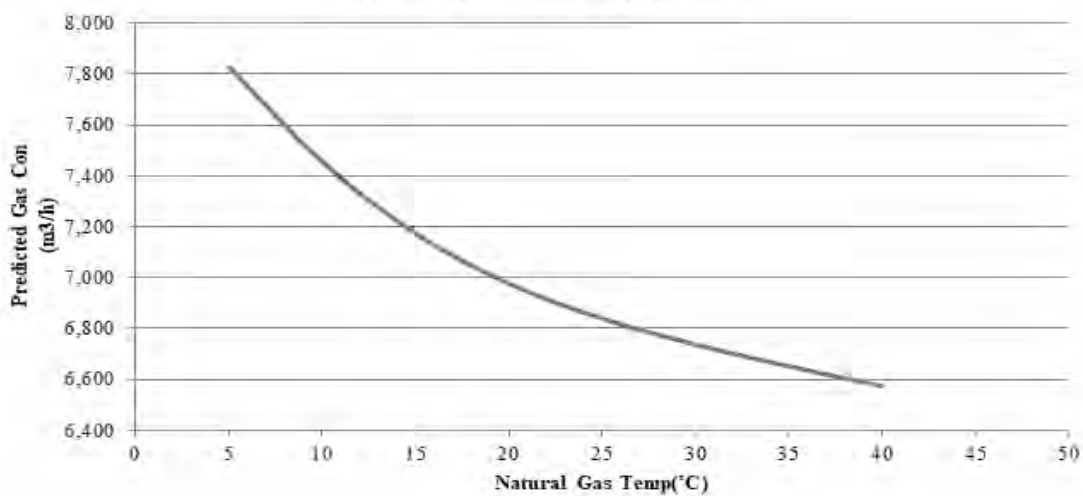
شکل ۷. نمودار حساسیت مصرف گاز نسبت به درصد آهن کنسانتره



شکل ۸. نمودار حساسیت مصرف گاز نسبت به دمای خروجی از ناحیه سوم کولینگ



شکل ۹. نمودار حساسیت مصرف گاز نسبت به میزان بار فن خنک کننده



شکل ۱۰. نمودار حساسیت مصرف گاز نسبت به دمای گاز طبیعی

## مراجع

- [1] G. YANG, X. FAN, X. CHEN, X. HUANG, and X. LI, "Optimization of Cooling Process of Iron Ore Pellets Based on Mathematical Model and Data Mining," J. Iron Steel Res. Int., vol. 22, no. 11, pp. 1002-1008, 2015.

## نتیجه گیری

از میان پارامترهای ورودی به مدل به ترتیب دمای گاز خروجی از دودکش ناحیه سوم کولینگ، نرخ تولید گندله، دمای گاز طبیعی (سوخت کوره) و درصد مگنتیت (اکسید آهن) کنسانتره بیشترین تأثیر را بر مصرف سوخت فرآیند گندله سازی اردکان دارند.

- [2] J.A Thurlby, "A dynamic mathematical model of the complete grate/kiln iron-ore pellet induration process," Met.Trans.B, vol. 19B, pp. 103-112, 1988.
- [3] M. Cross, and P. Blot, "Optimizing the operation of straight-grate iron-ore pellet induration systems using process models | SpringerLink," Metall. Mater. Trans. B, vol. 30, no. 4, pp. 803-813.
- [4] Jun-xiao Feng, Y. Zhang, H. Zheng, X. Xie, and C. Zhang, "Drying and preheating processes of iron ore pellets in a traveling grate," Int. J. Miner. Metall. Mater., vol. 17, no. 5, pp. 535-540, 2010.
- [5] S. Nordgren, B. Lindblom, J. Dahl, and J. Sandberg, "Effective Use of Available Heat for Maintaining a High Green Pellet Temperature," ISIJ Int., vol. 53, no. 12, pp. 2072-2079, 2013.
- [6] Yi Wang, Xiao-hui Fan, and Xu-ling Chen, "Mathematical models and expert system for grate-kiln process of iron ore oxide pellet production (Part I): Mathematical models of grate process," J. Cent. South Univ., vol. 19, no. 4, pp. 1092-1097, 2012.
- [7] K. Küçükada, J. Thibault, D. Hodouin, G. Paquet, and S. Caron, "Modelling of a Pilot Scale Iron Ore Pellet Induration Furnace," Can. Metall. Q., vol. 33, no. 1, pp. 1-12, Jan. 1994.
- [8] Jun-xiao Feng, Kai-li Liang, C. Zhang, J. Xu, Y. Zhang, and J. Yang, "Development and application of thermal mathematical model of iron ore pellet bed in grate," J. Shanghai Jiaotong Univ. Sci., vol. 16, no. 3, pp. 312-315, 2011.
- [9] Xiao-hui Fan, Yi Wang, and Xu-ling Chen, "Mathematical models and expert system for grate-kiln process of iron ore oxide pellet production. Part II: Rotary kiln process control," J. Cent. South Univ., vol. 19, no. 6, 2012.

## آیامی دانید؟

◀ **یزان تولید آهن اسفنجی سرد، بریکت گرم آهن اسفنجی و آهن اسفنجی گرم در دنیا به ترتیب ۵۷/۷۴، ۵/۲۹ و ۹/۷۳ میلیون تن بوده است.**

◀ **کل تولید پلت (گندله) جهان بیش از ۴/۱۲ میلیون تن بوده است.**

(مرجع فولاد ۹۶)



# خواص و کنترل مواد روانساز برای ریخته‌گری شمش و ریخته‌گری پیوسته<sup>۱</sup>

ترجمه: مهندس محمدحسین نشاطی

## خلاصه

ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی فعلی پودرهای ریخته‌گری شمش (اینگات) و ریخته‌گری پیوسته را می‌توان به صورت قاطعی با بیان تاریخچه ابداع این مواد ارزیابی کرد. در اصل موضوع، ماهیت پیش‌تاز اولین توسعه‌های پودر ریخته‌گری، با نشان دادن دانش فنی تجربی تکنولوژی پودرهای ریخته‌گری، براساس روش آزمون و خطا توصیف خواهد شد. در ابتدا تأکید خواهد شد که تکنولوژی پودرهای ریخته‌گری پیوسته مستقیماً از تحقیقات و توسعه‌های انجام شده برای بکارگیری آن‌ها در ریخته‌گری شمش مشتق شده‌اند. آخرین توسعه‌ها از نظر مدل کسب و کار نوآوری ارزش مورد تجزیه و تحلیل خواهند گرفت.

**کلمات کلیدی:** پودرهای ریخته‌گری، ابداع جهشی، ریخته‌گری شمش، ریخته‌گری پیوسته، نوآوری ارزش

دارد. اما، رسیدن به کیفیت بهتر، که مشخصه حیاتی بازار، بیشتر و بیشتر خواهان آن بود، بواسطه آنچه که به راحتی می‌توان آنرا به عنوان یک ابداع جهشی واقعی لحاظ کرد امکان پذیر شده است. از سال ۱۹۱۰ فولاد به شکل شمش (اینگات) با مقداری پیچ و خم‌ها از لحاظ عملیات و کیفیت نهایی محصولات نیمه تمام ریخته‌گری می‌شد، شکل ۲ را ببینید.

بهبودهای قابل توجهی، تنها در دهه ۱۹۶۰ انجام شد. با شروع استفاده از نوع جدیدی از محصولات به نام پودرهای ریخته‌گری، یعنی پودرهایی که در ریخته‌گری فولاد می‌توانند برای انجام برخی از وظایف جدید همچون محافظت فولاد از اکسید شدن، تأمین عایق حرارتی برای سطح فولاد مذاب، جذب آخال‌های غیرفلزی، برقراری نوعی از روانکاری مصرف شوند.

## ۲- پیدایش

هر چند مشکل است گفته شود که ابداع پودرهای ریخته‌گری ناشی از خوش اقبالی یا همدلی براساس درک عملیات و اصول ریخته‌گری شمش فولاد بود، مطمئناً این کار در سال ۱۹۵۷ با تماس ادگار بولنس<sup>۳</sup>، مدیر کارخانه فولاد شرکت کوکریل<sup>۴</sup>، که به زمان بازنشستگی خود نزدیک می‌شد، و یک مهندس جوان

۱- این متن ترجمه مقاله زیر است:

PROPERTIES AND CONTROL OF FLUXES FOR INGOT CASTING AND CONTINUOUS CASTING, lametallurgia italiana - maggio.

<sup>2</sup> value innovation business model

<sup>3</sup> Edgar Bolens

<sup>4</sup> Cockerill Seraing Steelworks

## ۱- مقدمه: چشم انداز تاریخی

در طول قرن بیستم رویدادهای تاریخی و اقتصادی مهمی در روند تولید فولاد در سراسر جهان اتفاق افتاده‌اند، شکل ۱ را ببینید. اوایل پس از دوران جنگ جهانی دوم، اولین چالش مهم حاضر در حیطه در حال رشد فولادسازی تولید انبوه بود. تولید فولاد افزایش ۷ برابری را از سال ۱۹۴۰ در طی مدتی که عموماً "۳۰ سال با شکوه" نامیده می‌شود ثبت کرد. البته، این دستاورد عمدتاً ریشه در پیشرفت تکنولوژی‌های فولادسازی و ریخته‌گری، از قبیل متالورژی ثانویه و ریخته‌گری پیوسته



شکل ۱. تولید جهانی فولاد در سراسر قرن ۲۰

آیتل با حمایت شرکت اورلیچز<sup>۲</sup>، که کسب و کار آن تولید مواد مصرفی برای فولادسازی بود، و شبکه‌های تجاری شرکت کارل<sup>۳</sup>، شروع به اشاعه مصرف این محصول جدید می‌کند.

بالاخره او شرکت خود بنام متالورژیکا<sup>۴</sup> را در سال ۱۹۶۵ تأسیس کرد. سه سال بعد، آیتل یک شیمیدان جوان، هینز<sup>۵</sup>، از کارخانه فولاد بوچومر<sup>۶</sup> را استخدام کرد که یکی از ارزشمندترین همکارانش شد.

آیتل در اواخر دهه ۷۰ سالگی دکترای خود از دانشگاه آخن را، با موضوع پایان‌نامه‌ای درباره توسعه و ساخت پودر ریخته‌گری کسب کرد. این پایان‌نامه که هنوز هم سند مهمی است و از آلمانی ترجمه نشده، گزارش دستاوردهای درخشان کل زندگی صرف شده برای دیدگاه نوآورانه تکنولوژی پودرهای ریخته‌گری فولاد می‌باشد.



شکل ۲. قالب‌های شمش، حدود سال ۱۹۱۰

### ۳- پودر ریخته‌گری شمش

محصولات اولیه فقط مخلوط مکانیکی از چند جزء، بر اساس مواد اولیه نامرغوب از قبیل خاکسترهای آتشفشانی<sup>۷</sup>، خاکستر سودا و کک آسیاب شده بودند. با

آلمانی به نام هنس جی آیتل<sup>۱</sup>، شروع شد. بولنس اطلاعات خود در مورد نتایج حاصل از برخی از آزمایشهایی که در ریخته‌گری شمش فولاد با پودرهای ساخته شده از ترکیبات بسیار نامرغوب انجام شده بودند به اطلاع آیتل رساند. این متالورژیست جوان با ذهن بسیار باز، با شور و شوق از این ایده جدید استقبال می‌کند، در طی ۴۰ سال تعداد بسیار زیادی از محصولات جدید را برای پودرهای مدرن تجاری ریخته‌گری توسعه می‌دهد.

<sup>1</sup> Hans J. Eitel  
<sup>2</sup> Oerlich  
<sup>3</sup> Carl Spaeter  
<sup>4</sup> Metallurgica  
<sup>5</sup> Heinz W. Schmidt  
<sup>6</sup> Bochumer Verein  
<sup>7</sup> fly ashes

تکنولوژی پودر ریخته‌گری تجربی است. شکوفایی قابل توجه دانش علمی در این زمینه اخیراً، به صورت مقایسه‌ای همراه با حوزه علمی فرمولاسیون شیمیایی محقق شده است.

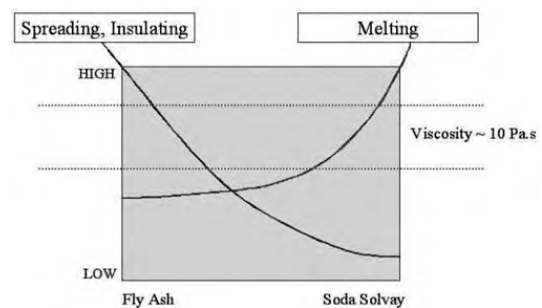
#### ۴- بررسی خواص تکنولوژیکی پودر ریخته‌گری شمش

در پاراگراف قبلی، ماهیت پیش‌تاز توسعه پودر ریخته‌گری در گذشته بیان شد. راه رفتن تصادفی اولیه در یک فضای فازی شبه دو بعدی - محتوای خاکستر آتشفشانی و محتوای خاکستر سودا دو پارامتری بودند که همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده می‌بایستی تغییر کنند - امکان کاوش خواص تکنولوژیکی محصولات جدید در ارتباط با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را فراهم کرد. سپس این امکان مشاهده ایجاد شد که ترکیبات متفاوت مینرالوژیکی و شیمیایی به صورت گسترده‌ای بر پخش شدن، قابلیت عایق‌کنندگی لایه پودر، خواص ذوب شدن همچون دمای ذوب و سرعت ذوب شدن تأثیر می‌گذارند، بالاخره به کیفیت بهتر شمش ریخته‌گری منتج می‌شوند، شکل ۴ را ببینید.

پیشرفت‌های مربوط به کیفیت نهایی شمش فولاد، از جمله تمیزی داخلی، سطح بهتر شمش و افزایش سودآور

وجود ترکیبات ساده خوداین مواد مجموعه کاملی از ویژگی‌های مهم، که کنترل آن‌ها از طریق موازنه مناسب هر جزء انجام می‌شود را ارائه می‌دادند. در حالی که پخش شدن آن‌ها در سطح فولاد مذاب توسط ویژگی ذاتی خاکستر آتشفشانی تأمین می‌شود، افزودن مقدار مشخصی از خاکستر سودا امکان تنظیم دمای ذوب را فراهم می‌کند، شکل ۳ را ببینید. علاوه بر این افزودن کک متالورژیکی آسیاب شده مانع از مصرف بیش از حد پودر در طی ریخته‌گری شده، سرعت ذوب شدن آن را کنترل می‌کند.

ظهور تکنولوژی پودر ریخته‌گری عمدتاً بر اساس روش آزمون و خطا بوده است. هنوز هم پایه دانش فنی

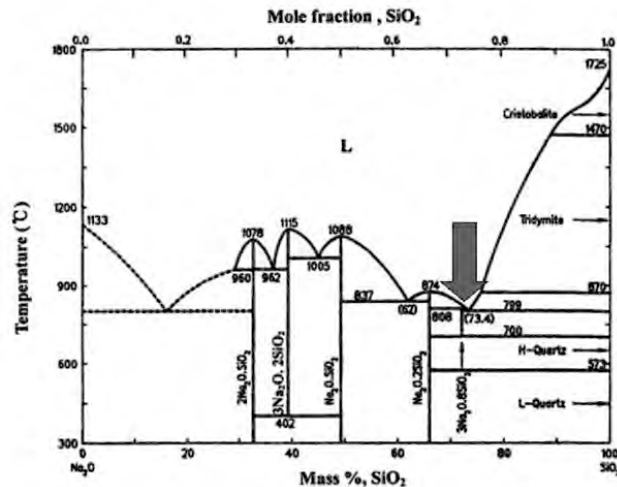


شکل ۳. فضای فازی شبه دو بعدی. خاکستر آتشفشانی و خاکستر سودای دو پارامتری هستند که برای تغییر ویژگی‌های پودر می‌بایستی تغییر داده شوند



شکل ۴. طرح شماتیک از مراحل عملکرد پودر قالب





شکل ۵. نمودار فازی تعادلی سیستم دوتائی  $\text{Na}_2\text{O-SiO}_2$  فلش ترکیب کمترین دمای یوتکتیک را نشان می‌دهد

ریخته گری فراهم می‌کند، به کاهش حفره انقباضی مرکزی (پایپ) کمک می‌کند. خواص حرارتی به طور کلی در ارتباط با چگالی حجمی ظاهری<sup>۱</sup> محصولات، در این مورد مجدداً در ارتباط با ویژگی‌های ذاتی خاکستر آتشفشانی می‌باشند. به طور مشابه با پخش کردن چگالی حجمی ظاهری، یعنی، خواص عایق‌کنندگی آزمایش می‌شود و در نهایت با مواد افزودنی ویژه‌ای در تکنولوژی مدرن ساخت پودر ریخته گری اصلاح می‌شود.

### ذوب شدن

کنترل خواص ذوب شدن اولین کار واقعی در این زمینه بوده است. در واقع، تغییر نسبت بین اجزاء، و در نهایت افزودن مقداری کک آسیاب شده بدون دانش دقیق در ارتباط با ترکیب شیمیایی نیاز به انجام آزمایش‌های شدیداً زمان‌بر و مقداری خوش اقبالی دارد. آزمایش‌های ساده آزمایشگاهی برای کنترل این ویژگی‌ها و برای بررسی انحرافات با توجه به ترکیبات شیمیایی مختلف طراحی شدند. در واقع، این کار همانند اقدام به اعمال تغییرات حول یکی از مهمترین عوامل موثر بر ذوب شدن روانساز<sup>۲</sup> بود که کمترین دمای یوتکتیکی می‌باشد که سیستم می‌تواند ارائه دهد،

بهره دهی فرآیند با کاهش حفره انقباضی مرکزی (پایپ)، عوامل اقتصادی گسترده از پودرهای ریخته گری شمش بوده‌اند.

همچنین این امکان وجود دارد که درک کرد که اندازه شمش‌های مختلف و گریدهای مختلف فولاد به طور شگفت‌انگیزی ممکن است به محصولات مختلفی، یعنی، پودرهائی با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی متفاوت نیاز داشته باشند. اگرچه علت اصلی در ارتباط با غیریکنواختی مواد اولیه اصلی از لحاظ سرعت ذوب یا کربن محتوی می‌باشد، از ابتدا واضح بود که تنظیم برخی از محصولات به دلیل ویژگی‌های فرآیند ضرورت دارد.

### پخش شدن و عایق‌کنندگی

در ارتباط با پخش شدن، قبلاً بیان شد که این خاصیت پودر ریخته گری شمش ناشی از مشخصه ذاتی خاکستر آتشفشانی می‌باشد. در تکنولوژی مدرن تولید پودرهای ریخته گری، این ویژگی توسط آزمایش پخش شدن که به صورت سفارشی طراحی شده کنترل می‌شود و در نهایت با مواد افزودنی خاص اصلاح می‌شود. پخش شدن خوب پودر ریخته گری به پوشش موثر سطح آزاد فولاد مذاب منتج می‌شود، از اکسید شدن مجدد آن به علت تماس فولاد با هوا جلوگیری می‌کند. علاوه بر این، توزیع همگن پودر در سراسر سطح آزاد فولاد مذاب توأم با خواص حرارتی مناسب عایق‌کنندگی مؤثری را برای فولاد در سرشمش حتی در پایان

<sup>1</sup> apparent bulk density

<sup>2</sup> flux

شکل ۵ را ببینید.

با وجود این واقعیت که توضیح مکانیزم فرآیند ذوب شدن ریخته گری پودر برای برخی از جنبه‌ها هنوز هم یک موضوع تحقیقاتی است، تغییر محتوای خاکستر سودا یک رویکرد ترمودینامیکی دشوار باقی می‌ماند. احتمالاً برخی از تجزیه و تحلیل‌های شکست می‌بایستی به اولین بینش در مورد سرعت ذوب شدن پودر ریخته گری منتج شده باشد، حاکی از اینکه خاکسترهای آتشفشانی با محتوای کربن کمتر تمایل به ذوب شدن سریعتر دارند. در تلاش برای تسلط بر این موضوع مقادیر مختلفی از کک آسیاب شده به منظور دستیابی به نحوه کنترل این ویژگیها افزوده شد. دانش فعلی در مورد آنچه که اثر پوشش دادن ذرات کربن آزاد نامیده می‌شود بر اساس یک رویکرد تجربی مشابه با کمک مقداری درک مکانیزمی است.

## ۵- ریخته گری پیوسته: کاربرد جدید

ظهور تکنولوژی جدید ریخته گری پیوسته زمینه کاربردی جدیدی برای این محصولات جدید گشود. در واقع، گسترش استفاده از این پودرهای ریخته گری آسان و فوری نبود؛ موفقیت تنها به دلیل ترکیب تعدادی از عوامل کلیدی بدست آمد.

از زمان اختراعات ثبت شده برای ماشین‌های ریخته گری پیوسته و کاربردهای آنها، قدم اصلی در پیشروی این تکنولوژی راه اندازی اولین کارخانه ریخته گری پیوسته تختال جهان در سال ۱۹۶۱ توسط شرکت Dillinger Hutte GTS، در Dillingen آلمان بود. مهم است توجه شود که این رویداد همزمان با گسترش اولیه استفاده از پودر ریخته گری شمش بود، پاراگراف ۲ را ببینید.

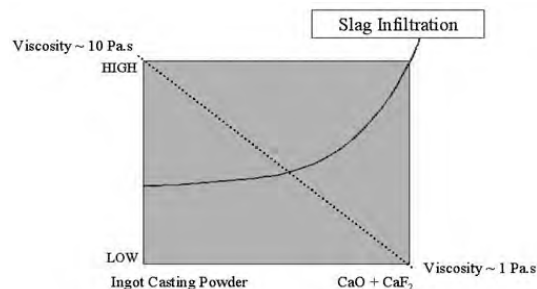
برای جلوگیری از چسبیدن پیوسته در حال انجماد فولاد به قالب، می‌بایستی از کشیده شدن روان کننده به فاصله بین قالب/شاخه توسط نوسان قالب استفاده شود. به طور سنتی روغن‌های گیاهی عمدتاً تشکیل شده از اسید لینولئیک یا اسید اولئیک مورد استفاده قرار می‌گرفتند. بعداً روغن‌های معدنی و مصنوعی بکار گرفته شدند.

با وجود برخی از اشکالات مانند توزیع ناپایدار و همچنین عیوب جذب هیدروژن و کربن در فولاد، فراوانی

بیرون زدن مذاب از شاخه به تعداد زیاد و فرورفتگی، استفاده از روغن به عنوان عامل روانکار تنها گزینه بود. در واقع، روغن برای سال‌های سال در کشور اتحاد جماهیر شوروی سابق حتی پس از پیدایش پودر مدرن ریخته گری پیوسته مورد استفاده قرار می‌گرفت.

با هدف پیدا کردن عوامل روانکار بهتر، اولین آزمایش در Dillingen با نمونه‌ای از پودر معمول ریخته گری شمش توسط متخصصین کارخانه فولاد انجام شد. به زودی متوجه شدند که رویکرد سیستماتیک تر و فنی تری به دلیل پیچیدگی این مشکل مورد نیاز است. بنابراین، عرضه کننده این محصول مستقیماً در این توسعه چالشی دخیل شد. از طرفی، جالب است تأکید شود که تماس میان آن مهندسین و کارکنان آیتل تحقیقات در این اقیانوس ناشناخته را برانگیخت.

از اولین آزمایش‌ها روشن بود که تراوش<sup>۱</sup> سربراره مایع ناشی از ذوب شدن پودر کاملاً ناهموار بود و برای



شکل ۶. فضای فازی شبه دو بعدی. پودر ریخته گری شمش و سربراره متالورژیکی بر اساس  $\text{CaO-CaF}_2$  دوبارمتری بودند که برای اصلاح ویژگی‌های پودر می‌بایستی تغییر کنند

اطمینان از روانکاری خوب حداقل در مقایسه با روغن روانکار متداول ناکافی بود.

با شروع از معلومات زمینه در مورد ترکیب شیمیایی سربراره متالورژیکی، به ویژه در ارتباط با سیالیت سربراره، آنها برای تغییر سیالیت مخلوط سربراره پودر ریخته گری نمونه اولیه با مقادیر مختلف سربراره متالورژیکی حاوی  $\text{CaO}$  و  $\text{CaF}_2$  تلاش کردند. بنابراین، بهبود قابل توجه در ارتباط با تراوش سربراره، مشاهده شد، شکل ۶ را ببینید.

یک بار دیگر، ماهیت رویکرد تجربی برای کشف

<sup>1</sup> infiltration

وولاستونیت در نمودار فازی سه تایی  $\text{SiO}_2\text{-CaO-Al}_2\text{O}_3$  شد. سیستم بیشتر و بیشتر پیچیده می شد زیرا عناصر شیمیایی نقشی را ایفا می کردند، که در تعیین خواص فیزیکی و شیمیایی سرباره مذاب هنوز هم کاملاً شناخته شده نبود. به طور خاص، حضور سدیم، کلسیم و به ویژه فلور، بر تعدادی از کاتیون های با مختصات چهار وجهی، T، موثر بودند و اکسیژن پلزن<sup>۲</sup>، NBO، تغییردهنده فراوانی واحد ساختاری مذاب از Q تا Q<sub>۳</sub>، به کاهش نسبتاً قابل توجه ویسکوزیته سرباره منتج می شود، شکل ۷ را ببینید.

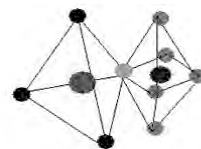
### ۶- از شمش تاماشین های ریخته گری پیوسته

در شکل ۸ طرح مشابه ارائه شده در پاراگراف ۴ نشان داده شده است. همانطور که می توان استنباط کرد، گام "تراوش سرباره به فاصله بین قالب/شاخه" نشان دهنده خواص تکنولوژیکی کاوش شده در طی چالش جایگزینی روغن با پودر ریخته گری، یعنی تراوش سرباره، می باشد، در حالی که گام های دیگر ویژگی هائی را نشان

حیطه ناشناخته پودرهای ریخته گری برای ماشین های ریخته گری پیوسته یادآوری می شود.

تحت تأثیر پدیده های مشاهده شده، این پیشتازان اقدامات پیشتازانه قابل توجهی را برای تکنولوژی مدرن پودر ریخته گری پیوسته انجام دادند سپس این مواد را به درستی روانساز قالب<sup>۱</sup> نامیدند.

از نظر شیمیایی مخلوط کردن پودر اصلی ریخته گری شمش با سرباره متالورژیکی بر پایه  $\text{CaO-CaF}_2$  منتج به انتقال از فاز مولایت به یک منطقه شبه



Q3 Structural Unit (NBO/T=1)

- $\text{Si}^{4+}, \text{Al}^{3+}$  - Tetrahedrally-Coordinated Cations, T
- Bridging Oxygen, BO
- Non-Bridging Oxygen, NBO
- $\text{Ca}^{2+}, \text{Na}^{+}$  - Network-Modifying Cation, M

شکل ۷. واحد ساختاری نمونه وار شیشه سیلیکاتی و مذاب



شکل ۸. ارائه شماتیک مراحل عملکرد پودر قالب

<sup>1</sup> mold flux

<sup>2</sup> non bridging oxygen

می دهند که قبلاً در هنگام توسعه پودر ریخته گری برای شمش ها بررسی شده اند. این موارد نشان می دهند که تکنولوژی پودرهای ریخته گری پیوسته مستقیماً از توسعه اولیه پودرهای ریخته گری شمش نشات می گیرد.

تمام ویژگی های مورد بحث برای پودرهای ریخته گری شمش واقعاً در محصولات جدید مورد استفاده در ماشین آلات ریخته گری پیوسته اقتباس شدند و از تمام دانش فنی برای توسعه ویژگی های نوآورانه این محصولات جدید استفاده شد. البته از جانبداری از یک طرف نمی توان صرف نظر کرد: پودرهای مدرن ریخته گری در واقع ویژگی های بسیار منحصر به فرد عمدتاً بنا به دلیل برخی دلایل تاریخی دارند.

تمام تلاش های رسیدن به کیفیت خوب برای پودر ریخته گری شمش تقریباً به همان صورت برای پودر ریخته گری پیوسته نیز انجام شد. اما، ذوب شدن پودرو تشکیل حوضچه مذاب حاصله نقش به مراتب مهمتری را در تجهیزات ریخته گری پیوسته بازی می کند، چون این فرآیندها به شدت با قابلیت دسترسی به سرباره مذاب برای تراوش-روانکاری ارتباط دارند.

مقداری تنظیم برای بهبود بیشتر مورد نیاز بود. پس از آن، ادامه کار به روش تصادفی در فضای فازی شبه دوتائی مشابه مورد بحث در پاراگراف ۴ انجام شد. محتوای پودر ریخته گری شمش و محتوای سرباره متالورژیکی بر پایه  $\text{CaO}-\text{CaF}_2$  دو پارامتری بودند که به صورت نشان داده شده در شکل ۶ می بایستی تغییر کنند و خواص تکنولوژیکی محصولات جدید را تعیین نمایند.

## تراوش سرباره

تراوش سرباره تشکیل شده از پودر ریخته گری ذوب شده مهمترین ویژگی تکنولوژیکی این محصولات و مهمترین عامل کنترل کننده روانکاری رشته گرفته در یک قالب ریخته گری پیوسته است. همانطور که در بالا گفته شد، تراوش توسط حرکت نسبی قالب و رشته تقویت می شود، به خصوص هنگامی که قالب سریعتر از رشته به سمت پایین حرکت می کند.

تا آنجا که به ویژگی های شیمیایی پودر ریخته گری مربوط می شود، بر اساس دانش فعلی واضح است که ویسکوزیته سرباره مذاب و دمای انجماد عوامل عمده مؤثر

بر پدیده های تراوش-روانکاری می باشند. این عوامل در حال حاضر با استفاده از ویسکومتری چرخشی دما بالا،<sup>۱</sup> DSC (گرماسنجی تفرقی روبشی) پایش می شوند: منابع مهم به طور پیوسته به منظور بهبود اثر بخشی این روش های آنالیتیکی مورد بررسی قرار می گیرند.

## سایر خواص

از بین گام های نشان داده شده در شکل ۸، تشکیل لایه جامد-مایع و کنترل انتقال حرارت موضوعات بسیار جدید تخصصی پودرهای ریخته گری پیشرفته می باشند. از این رو، به روانکاری به عنوان مهمترین پیشرفت شناخته شده از مصرف پودرهای جدید ریخته گری پیوسته نگریسته می شود.

از آنجا که مبانی روانسازهای قالب وظایف برای تأمین روانکاری مورد نیاز توسط سیستم تریبولوژیکی پیوسته شاخه در حال انجماد در قالب و برای تأمین لایه فاز جامد سهیم در کنترل خروج حرارت بین شاخه و دیواره قالب را مشخص کرده اند، محققان تلاش های بسیار زیادی را برای تحقیقات در این زمینه انجام داده و هنوز هم در حال انجام آن هستند.

## ۷- نوآوری ارزش

بواسطه رشد عمودی بازار فولاد در طول دو دهه، از سال ۱۹۶۰ تا اولین بحران انرژی بزرگ، بازار پودر ریخته گری از روند صعودی یکسانی تبعیت کرد، گسترش قابل ملاحظه ای را نشان داد.

با یادآوری تصویر ارائه شده در پاراگراف ۵ که گسترش استفاده از این محصولات جدید را به عنوان یک نوع اقیانوس که بایستی کاوش شود توصیف کرد، امکان اثبات اینکه بازار پودرهای ریخته گری به وضوح برای سال های زیادی یک "اقیانوس آبی" بوده است، با اشاره به مدل کسب و کار مورد بحث توسط W.Chan و R.Mauborgne و Kim وجود دارد. این بیان عمدتاً به موجب واقعیت ماهیت کاوشگرانه این نوآوری و رشد سریع بازار درست است.

اما، محصولات با توجه به مهندسی معکوس و دشواری ثبت اختراع نسبتاً ضعیف بودند. بنابراین، تمرکز استراتژیک برای رقابت در این بازار نامحتمل برای

<sup>1</sup> Differential Scanning Calorimetry

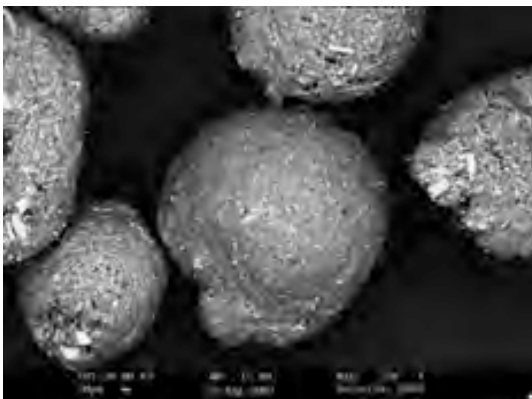


باید جنبه‌های عملکردی محصول که چرخه تجربه خریدار را در بر می‌گیرند، که احتمالاً در مورد کالاهای B2B بسیار ضروری می‌باشند را توصیف کنند. در کار حاضر، برخی از مولفه‌های مربوط به پودر ریخته گری بسیار مهم در نظر گرفته شده‌اند. نتایج در شکل ۹ نشان داده شده است.

از منحنی ارزش پیشنهاد شده بالا واضح است که پودرهای ریخته گری مصنوعی محصولات ارزش نوآوری قابل توجه پیدا کرده‌اند، بخاطر دو مولفه که توجه مصرف کننده نهایی بر آنها متمرکز بوده است: پایداری بهتر و بهبود کیفیت محصول نیمه تمام ریخته گری شده.

### پودر گرانول

بطور مشابه، امکان تجزیه و تحلیل گام بهبود دیگری در تکنولوژی پودر ریخته گری که کنترل خواص مورفولوژیکی محصولات است وجود دارد.



شکل ۱۰. تصاویر SEM از پودر ریخته گری گرانول

انتقال به وضعیت "اقیانوس قرمز" دنبال کردن جهش کوانتومی در ارزش، یعنی، به اصطلاح پیروی از منطق نوآوری ارزش بود. از لحاظ ارائه محصول و خدمات، نوآوری ارزش عبارت است از جستجوی کل راه حل‌ها برای مشتریان فراتر از پاسخ متداول بازار.

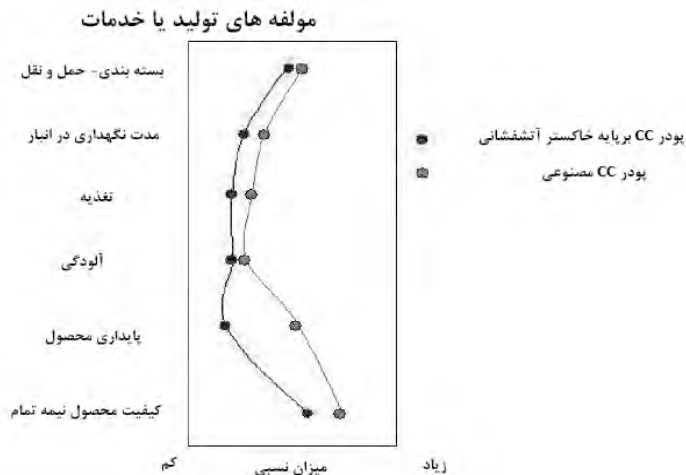
دستاوردهای عمده زیر از تکنولوژی پودر ریخته گری را می‌توان به عنوان مراحل فرآیند نوآوری ارزش خاص توضیح داد.

### پودر مصنوعی

پودرهای ریخته گری اولیه بر پایه خاکستر آتشفشانی گرفتار برخی از ناپایداری‌های کیفیت ناشی از تغییرات آنالیز شیمیایی یک دسته تولیدی تا دسته تولیدی دیگر خاکستر آتشفشانی بودند. کنترل آنها به دلیل تجهیزات آنالیز شیمیایی ابتدایی مشکل بود. راه حل با استفاده از مواد اولیه مختلف با ترکیب شیمیایی منطقی ثابت از قبیل ماسه کوارتزی آسیاب شده، سیمان پرتلند، اکسید کلسیم، بوکسیت ... و غیره، که خواص شناخته شده محصول اصلی را تکثیر می‌کردند پیدا شد. سپس، یک خانواده محصول جدید، بنام پودرهای ریخته گری مصنوعی، به صورت تجاری در آمد که مزیت کیفیت و عملکرد بسیار پایداری را ارائه کرد.

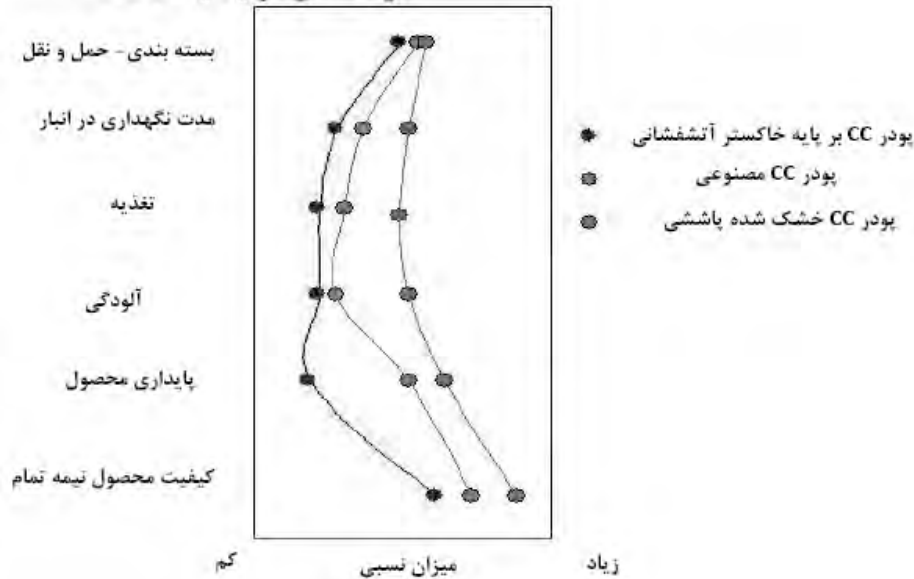
حال، به طرح منطق نوآوری ارزش در پشت راه اندازی پودر ریخته گری مصنوعی می‌پردازیم.

یک منحنی ارزش بردار عملکرد مولفه‌های محصول در مقیاس بالا-پایین که امکان مقایسه فوری با محصولات جایگزین را می‌دهد ترسیم می‌شود. این مولفه‌ها



شکل ۹. منحنی ارزش پودرهای ریخته گری

## مولفه های تولید یا خدمات



شکل ۱۱. منحنی ارزش پودرهای ریخته گری

به قالب ریخته گری پیوسته با ماشین آلات ویژه اختصاص داده شده بهترین ویژگی‌ها برای ایجاد یک "اقیانوس آبی" جدید را ارائه داد.

### نتیجه گیری

تاریخچه اختراع پودرهای ریخته گری برای شمش و ماشین‌های ریخته گری پیوسته به منظور ارائه برخی از مولفه‌ها برای درک ویژگی فعلی این مواد مورد توجه قرار گرفته است. ماهیت پیش‌تاز گذشته توسعه پودرهای ریخته گری که مستند شده است، نشان می‌دهد که پایه دانش فنی تکنولوژی پودر ریخته گری تجربی، یعنی، بر اساس روش آزمون و خطا می‌باشد. نشان داده شده است که دستاوردهای اولیه تکنولوژی پودرهای ریخته گری در ارتباط با جنبه‌های مبانی شیمی و فیزیک این مواد می‌باشد. آنگاه روشن شده است که تکنولوژی پودر ریخته گری پیوسته مستقیماً از توسعه پودر برای ریخته گری شمش مشتق شده است. توسعه‌های اخیر از لحاظ مدل کسب و کار نوآوری ارزش تجزیه و تحلیل شده‌اند.

این موفقیت نسبتاً جدید ناشی از کاربرد فرآیند شناخته شده خشک کردن سریع که خشک کردن پاششی نامیده می‌شود شامل خشک کردن قطراتی از دوغاب بر پایه آب اسپری شده توسط جریان مخالف هوای گرم در یک برج خشک کن طراحی شده خاص می‌باشد. مواد کروی نمونه وار به دست آمده از طریق این فرآیند در شکل ۱۰ نشان داده شده است.

این خانواده محصول جدید بر حسب عرضه کننده آنها نامگذاری‌های متفاوتی دارند از قبیل پودر ریخته گری گرانول شده، کروی، متمیزه. منحنی ارزش پودرهای ریخته گری گرانول شده برای مقایسه در شکل ۱۱ نشان داده شده است.

بدیهی است که در این مورد پودرهای ریخته گری گرانول شده موادی هستند که به نوآوری ارزش قابل توجهی از تمام مولفه‌های محصول دست یافته‌اند، از مدت نگهداری در انبار محصولات گرفته تا کیفیت نهایی محصولات نیمه تمام ریخته گری شده. به طور خاص، کنترل آلودگی محیط کار به دلیل کاهش شدید پسماندهای ریز و امکان تغذیه پودر به صورت خودکار

# حذف آلومینیوم موجود در فروسیلیسیم به روش تصفیه سرپاره ای در حالت مذاب

مجید شهلایی<sup>۱</sup>، علی نصیری

واحد تحقیق و توسعه شرکت صنایع فروآلیاژ ایران

## مقدمه

با توجه به نیاز صنعت فولادسازی کشور به استفاده از مواد اولیه و آمیزان‌هایی با کمترین درصد ناخالصی، پروژه خالص سازی مذاب فروسیلیسیم در شرکت صنایع فروآلیاژ ایران انجام گرفت. از آنجایی که تولید این محصول برای کشورهای پیشرو مانند نروژ ارزش افزوده زیادی ایجاد می‌کند، لذا در مورد چگونگی فرآیند تصفیه اطلاعات چندانی در دسترس نمی‌باشد و در منابع موجود تنها به کلی گویی بسنده کرده‌اند. بنابراین عمده نتایج حاصل از این طرح از طریق دانش فنی داخلی و معادلات ترمودینامیکی به دست آمده است. در این بخش تأثیر آلومینیوم روی خواص الکتریکی و مکانیکی فولادهای مختلف بیان می‌شود. به طور کلی در هنگام ریخته‌گری فولاد، آلومینیوم با اکسیژن واکنش داده و تولید آخال‌های اکسید آلومینیوم  $Al_2O_3$  می‌کند. این آخال‌ها در نازل‌های خروجی تاندیش مذاب رسوب کرده و موجب مسدود شدن آن‌ها می‌شوند. در سال ۲۰۱۳ آقای رودریگو فلیکس و همکاران، تلفات مغناطیسی فولادهای الکتریکی را با اضافه کردن مقادیر مختلف سیلیسیم و آلومینیوم مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها نتیجه گرفتند که افزایش مقدار آلومینیوم در فولاد الکتریکی مورد استفاده در الکتروموتورها، موجب افزایش مقاومت الکتریکی می‌شود. در صورتی که افزایش درصد سیلیسیم در فولاد الکتریکی سبب کاهش تلفات مغناطیسی خواهد شد. بنابراین هر چه مقدار آلومینیوم

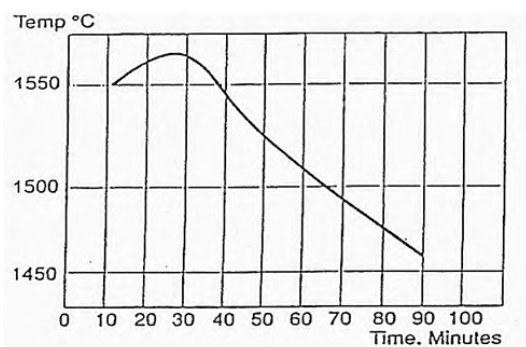
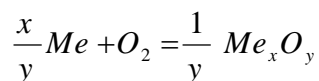
## چکیده

فروسیلیسیم توسط مجموعه‌ای از واکنش‌های کربوترمیک در کوره قوس الکتریکی تولید می‌شود. محصول تولید شده فروسیلیسیم ۷۵ درصد  $Fe75Si$  است که شامل عناصر ناخالصی است. مهم‌ترین آن‌ها آلومینیوم و کلسیم هستند. حضور آلومینیوم در فولادهای الکتریکی موجب افزایش مقاومت الکتریکی، و در فولاد کروم-مولیبدن موجب کاهش سختی‌پذیری خواهد شد. از این رو استفاده از فروسیلیسیم خلوص بالا سبب رفع این مشکلات در فولادها خواهد شد. اساس فرآیند تصفیه فروسیلیسیم، بر مبنای واکنش‌های اکسیداسیون آلومینیوم و کلسیم و احیای سیلیس در سیستم سه تایی  $CaO-SiO_2-Al_2O_3$  در حالت مذاب است. از نظر سینتیکی، واکنش‌ها باید در جهت حذف آلومینیوم و کلسیم، و احیای سیلیس پیشروی کنند. در اثر پیشروی واکنش‌ها،  $Al_2O_3$  وارد فاز سرپاره شده و از مذاب جداسازی می‌شود. انتخاب دما و زمان عملیات تصفیه برای انجام واکنش‌ها اهمیت زیادی دارد. بنابراین برای حفظ تعادل دمایی مذاب در طول زمان تصفیه، اکسیژن با دبی مشخص به مذاب تزریق می‌شود. همچنین برای وارد نمودن  $CaO$  و  $SiO_2$  به مذاب فروسیلیسیم، به ترتیب از آهک و سنگ کوارتز استفاده می‌شود. نتایج نشان داد که فرآیند تصفیه مذاب، موجب حذف آلومینیوم و کلسیم به ترتیب به میزان ۸۷٪ و ۹۰٪ می‌شود.

**کلمات کلیدی:** فروسیلیسیم، تصفیه، ناخالصی، فولادهای الکتریکی، خواص مکانیکی، سرپاره.

<sup>۱</sup> Mshahlai1389@gmail.com

پس از تخلیه کامل مذاب در پاتیل تصفیه، دمای مذاب توسط ترموکوپل اندازه‌گیری شده و بعد از اطمینان از رسیدن به دمای ۱۵۵۰ درجه سانتیگراد، برای ایجاد سیستم سه تایی  $CaO-SiO_2-Al_2O_3$  آهک و کوارتز ( $SiO_2$ ) به مقادیر مشخص به مذاب افزوده شده، که افزودن این مواد موجب تشکیل سرباره روی سطح مذاب می‌شود. زمان انجام عملیات تصفیه ۳۰ دقیقه است. انتخاب این زمان بر اساس زمان لازم برای تکمیل واکنش‌ها صورت گرفته است. به عبارت دیگر در مدت زمان ۳۰ دقیقه واکنش‌های گرم‌مازای اکسایش آلومینیوم و کلسیم در مذاب رخ می‌دهند، و پس از آن دمای مذاب حتی با ورود اکسیژن نیز کاهش می‌یابد و به ۱۴۵۰ درجه سانتیگراد می‌رسد. در شکل ۱ نمودار تغییرات دما بر حسب زمان تصفیه نشان داده شده است [۶]. انجام عملیات تصفیه موجب تولید سرباره می‌شود. این سرباره ترکیبات اکسیدی هستند که در فصل مشترک مذاب - جامد طبق واکنش‌های زیر تشکیل می‌شوند. مطابق با واکنش ۱، اکسیژن موجب اکسایش آلومینیوم و سیلیسیم می‌شود. برای جلوگیری از تلفات جرمی سیلیسیم مذاب و ورود آن به سرباره، سنگ کوارتز با دانه بندی ۵-۱ میلی‌متر که حاوی ۹۹/۵٪  $SiO_2$  است، به مذاب اضافه می‌شود.



شکل ۱. نمودار تغییرات دما بر حسب زمان تصفیه [۶]

موجود در فروسیلیسیم کمتر باشد، تلفات مغناطیسی کاهش می‌یابد [۱]. در سال ۲۰۱۶ آقای کلینر مارکوس و همکاران نشان دادند که افزایش آلومینیوم تا ۰/۳ درصد باعث کاهش تلفات مغناطیسی می‌شود. در حالی که مقادیر آلومینیوم بالای ۰/۳ درصد در فولاد الکتریکی، سبب افزایش مقاومت الکتریکی فولاد شده و تراوایی مغناطیسی را کاهش می‌دهد [۲]. در سال ۲۰۱۴ آقای زین ژانگ و همکاران، تأثیر آلومینیوم بر خواص مکانیکی و خوردگی حفره‌ای فولاد زنگ نزن فریتی ۴۲۹ را بررسی کردند. نتایج نشان داد که افزایش مقدار آلومینیوم سبب ایجاد آخال  $Al_2O_3$  شده و این امر سبب کاهش مقاومت خوردگی حفره‌ای فولاد خواهد شد [۳]. وجود مقادیر آلومینیوم حتی کمتر از ۰/۰۱ درصد، در فولادهای کروم - مولیبدن باعث افت شدید سختی پذیری فولاد می‌شود [۴]. در سال ۲۰۱۱ آقای جین اثر افزایش مقدار آلومینیوم روی خواص مکانیکی فولاد پر منگنز TWIP<sup>۱</sup> را بررسی کرد. نتایج نشان داد که با افزایش آلومینیوم تا ۲ درصد وزنی، نرخ کرنش سختی کاهش پیدا می‌کند [۵]. علاوه بر مواردی که در مورد حذف آلومینیوم در فولاد بیان شد، انجام عملیات تصفیه فروسیلیسیم موجب حذف ناخالصی‌هایی مانند کلسیم، فسفر، گوگرد و کربن نیز می‌شود. که این عناصر نیز تأثیرات مخربی روی خواص مکانیکی و مقاومت خوردگی فولادهای مختلف دارند. بنابراین، استفاده از فروسیلیسیم تصفیه شده می‌تواند تا حد زیادی موجب بالا رفتن کیفیت فولاد شود.

## مواد و روش تحقیق

برای انجام عملیات تصفیه مذاب لازم است که اکسیژن و هوای فشرده از کف پاتیل وارد مذاب شود. به این منظور یک پورس پلاگ استوانه‌ای با طول ۳۰ و قطر ۱۸ سانتیمتر طراحی و ساخته و در کف پاتیل نصب شد. لوله ورودی پورس پلاگ به مخازن اکسیژن و هوای فشرده وصل شدند. سپس در حالی که شیر ورودی اکسیژن باز است، مذاب خروجی از کوره توسط یک پاتیل در داخل پاتیل تصفیه ریخته‌گری می‌شود. ورود اکسیژن به مذاب تأثیر زیادی روی تعادل حرارتی و سینتیک واکنش‌های تصفیه دارد. علاوه بر آن موجب اکسایش عناصر ناخواسته مانند فسفر و کلسیم می‌شود.

<sup>1</sup> Twinning-Induced Plasticity Steel

<sup>2</sup> Porous Plug



جدول ۱. درصد سیلیسیم، آلومینیوم و کلسیم قبل و بعد از عملیات تصفیه مذاب

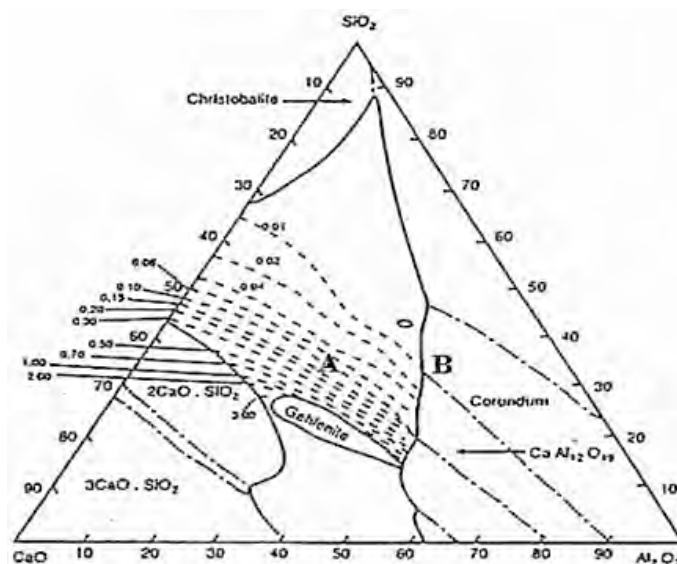
شماره تصفیه	قبل از تصفیه Si %	بعد از تصفیه Si %	قبل از تصفیه Al %	بعد از تصفیه Al %	قبل از تصفیه Ca %	بعد از تصفیه Ca %
۱	۷۴/۸۵	۷۴/۰۴	۱/۹۴	۰/۰۹	۰/۴	۰/۰۳
۲	۷۵/۵۷	۷۴/۹۰	۱/۴۰	۰/۱۷	۰/۵	۰/۰۵
۳	۷۵/۰۵	۷۵	۲/۲۰	۰/۳	۰/۲	۰/۰۲
۴	۷۳/۸۵	۷۲/۸۵	۱	۰/۰۸	۰/۳۵	۰/۰۵
۵	۷۶/۶۷	۷۶/۰۳	۱/۵۷	۰/۲	۰/۷	۰/۰۵

میزان کاهش درصد آلومینیوم نشان داده شده است. نتایج نشان داد که تصفیه فروسیلیسیم در حالت مذاب، مقدار آلومینیوم را تا ۸۷٪ کاهش می دهد. مطابق با نمودار الینگهام<sup>۱</sup>، واکنش ۲ برای حذف فلزات دیگری که اکسید پایدارتر از اکسید سیلیسیم دارند نیز کاربرد دارد. در ابتدای عملیات تصفیه، روی سطح مذاب سرپاره تشکیل می شود. فرآیند حذف آلومینیوم تا جایی ادامه پیدا میکند که غلظت اکسید آلومینیوم موجود در سرپاره، با آلومینیوم موجود در مذاب

برای ایجاد تلاطم و همگن سازی مذاب و توزیع یکنواخت عناصر، از هوای فشرده استفاده می شود. به این ترتیب آلومینیوم به صورت  $Al_2O_3$  وارد فاز سرپاره شده و از مذاب جدا می گردد. سپس مذاب تصفیه شده در پاتیل دیگری تخلیه شده و به ماشین ریخته گری منتقل می شود.

### نتایج و بحث

در جدول ۱ نتایج حاصل از ۵ بار عملیات تصفیه و



شکل ۲. دیاگرام سه تایی  $CaO - SiO_2 - Al_2O_3$  در دمای  $1500^\circ C$

<sup>۱</sup> Ellingham Diagram

ترتیب  $\frac{\gamma_{Al}^{FeSi}}{\gamma_{Al}^{Si}} = 8 \times 10^{-4}$  و  $\gamma_{Al}^{FeSi} = 2.1 \times 10^{-3}$  هستند.

همچنین مقدار که نسبت ضریب تعادل است، توسط آقای شرمین محاسبه شده و برابر با ۱/۳۲ است [۷]. بنابراین:

$$\frac{\gamma_{Al}^{FeSi}}{\gamma_{Al}^{Si}} = 2.1 \times 10^{-3} / 8 \times 10^{-4} = 2.6$$

با قرار دادن مقدار حاصل از رابطه ۷ در رابطه ۶، مقدار آلومینیوم بعد از عملیات تصفیه به دست می‌آید:

$$[\%Al]_{Si} = 1.32 [0.02] \times 2.6 = 0.068$$

این مقدار با مقادیر به دست آمده پس از تصفیه تطابق دارد.

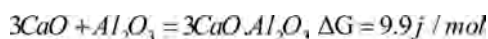
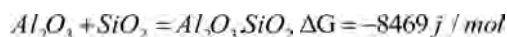
### نتیجه گیری

مطابق تحقیقات و آزمایشات عملیاتی صورت گرفته در واحد تحقیق و توسعه شرکت صنایع فروآلیاژ ایران، مقدار آلومینیوم مذاب را تا ۸۷٪ درصد میتوان کاهش داد. با توجه به اینکه مقدار سیلیسیم نهایی در فولادهای الکتریکی جهت دار ۳/۱ درصد است، استفاده از فروسیلیسیم تجاری به علت بالا بودن میزان آلومینیوم، مشکل ساز بوده و الزاماً بایستی از فروسیلیسیم تصفیه شده استفاده گردد. همچنین در فولادهای کروم-مولیبدن، وجود ۰/۰۱ درصد آلومینیوم، سختی پذیری را کاهش میدهد. با توجه به اینکه این محصول در کشور تولید نمی‌گردد و وارداتی می‌باشد، باعث ایجاد ارزش افزوده برای تولید کننده داخلی و دسترسی آسانتر کارخانجات فولادسازی خواهد شد. بدلیل پیچیدگی واکنش‌های ترمودینامیکی بین سربراره و مذاب فروسیلیسیم، جهت کسب نتایج بهتر و پایدارتر در این فرآیند نیاز به تخصص و مهارت بوده و کنترل دقیق پارامترهای اساسی مانند دبی اکسیژن، دانه بندی و مقدار سنگ کوارتز، کرنات کلسیم یا آهک و زمان تصفیه ضروری می‌باشد.

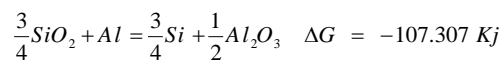
### تشکر و قدردانی

بدین وسیله از مدیریت محترم شرکت صنایع فروآلیاژ ایران، آقایان مهندس منصوریان و مهندس شاه‌حسینی بخاطر فراهم آوردن شرایط و امکانات لازم برای عملیاتی شدن این پروژه تشکر و قدردانی مینمایم.

به تعادل ترمودینامیکی برسند. شکل ۲ نشان دهنده دیاگرام سه تایی  $CaO-SiO_2-Al_2O_3$  در دمای  $1550^\circ C$  است. مطابق با این دیاگرام واکنش‌های زیر که منجر به ایجاد ترکیبات سربراره‌های می‌شوند اتفاق می‌افتند.



ترکیب شیمیایی سربراره مذاب خروجی از کوره حاوی ۳ درصد  $Al_2O_3$  است. در حالیکه بعد از عملیات تصفیه، مقدار  $Al_2O_3$  به ۱۸ درصد میرسد. با توجه به شکل ۲، در مراحل اولیه تصفیه یک لایه سربراره روی سطح مذاب تشکیل می‌شود. ترکیب شیمیایی این سربراره با حرف A در شکل مشخص است. با کاهش دمای سطح فوقانی سربراره، ترکیب شیمیایی در ناحیه B قرار می‌گیرد. در این انتقال از A تا B ویسکوزیته سربراره زیاد می‌شود. با افزایش ویسکوزیته سربراره و کاهش مقادیر کلسیم و آلومینیوم موجود در مذاب، بازدهی فرآیند کاهش پیدا می‌کند. به عبارت دیگر، پیشروی واکنش‌های تولید سربراره، به ضریب اکتیویته آلومینیوم موجود در مذاب و سربراره بستگی دارد. مطابق با واکنش ۵، آلومینیوم با اکسید سیلیسیم واکنش می‌دهد که محصول واکنش سیلیسیم فلزی و اکسید آلومینیوم است.



برای محاسبه مقدار آلومینیوم باقیمانده در فروسیلیسیم تصفیه شده، از رابطه ۶ استفاده می‌شود.

$$[\%Al]_{Si} = [Al]_{Fesi} \frac{k_2}{k_1} \frac{\gamma_{Al}^{FeSi}}{\gamma_{Al}^{Si}} = 1.32 [Al]_{Fesi} \frac{\gamma_{Al}^{FeSi}}{\gamma_{Al}^{Si}}$$

نسبت  $\frac{\gamma_{Al}^{FeSi}}{\gamma_{Al}^{Si}}$  نشان دهنده فاکتور تصحیح برای

تغییرات ضریب اکتیویته آلومینیوم از فروسیلیسیم Fe75Si، به سیلیسیم خالص Si است. برای آلومینیوم موجود در سیلیسیم خالص و فروسیلیسیم، ضرایب اکتیویته به

## مراجع

- [1] Rodrigo Felix, Marco Antonio, " Optimization of the magnetic losses of electrical steels through addition of Al and Si using a hot dipping process" , Journal of Mterials Research & Technology, 2013, 2(3) , pp. 276-281.
- [2] Kleiner Marques, Livia Carneiro, " Effect of Aluminium Addition on the Magnetic Properties of a Semi-Processed Electrical Steel" , Mterials Research, 2016, 19(5), 1162-1166.
- [3] Xin Zhang, Lijun Fan, Yulai Xu, " Effect of aluminum on microstructure, mechanical properties and pitting corrosion resistance of ultra-pure 429 ferritic stainless steels" , Materials and Design, 2014.
- [4] Yahya Palizdar , " Understanding the effect of aluminium on the microstructure on low level nitrogen steel ", Submitted in accordance with the requirements for the degree of Doctor of Philosophy, The University of Leeds, 2011.
- [5] J.-E. Jin, Y.-K. Lee, "Effects of Al on microstructure and tensile properties of C-bearing high Mn TWIP steel" , Acta Mterialia 60, 2012, pp.1680-1688.
- [6] Halvor Holta, Tinfos Jernverk, " Tinject Refining During 15 Years" , Infacon 7 , 1995.
- [7] Schurmarul, E. Funders. "Dampfdruck des Calciums uber CalciumSilicium- un Calciull1- Alull1ini-um-Schmclzcn sowic" tiber Calcium-Aluminium-Silicium Legicrungen. Arch. Ei, enhiiltenwe, 46. pp. 473-476.

## آیا می دانید؟

بیشترین مقدار تولید فولاد به روش کنورتور اکسیژنی در چین به میزان ۷۶۶ میلیون تن صورت می پذیرد.

همراه با فولاد مذاب بیش از ۲۰۶ میلیون تن سرباره فولادسازی به دست می آید که بیشتر آن در صنایع دیگر مورد استفاده قرار می گیرد.

(مرجع فولاد ۹۶)



## بررسی تأثیر پلیسه مبردی

### بر حذف عیوب انقباضی قطعه میل لنگ

### از جنس چدن داکتیل مورد استفاده در صنعت خودرو

### با استفاده از شبیه‌سازی و نتایج تجربی

سلیمان پیرستانی<sup>۱</sup>، منصور فدایی<sup>۲</sup>،

کیومرث پاک‌نیا<sup>۳</sup>، محسن ابراهیمی<sup>۴</sup>

مجتمع پایادوب کاوه (PKC)

#### چکیده

در این مقاله برطرف کردن عیب حفرات ریز انقباضی در قطعه میل لنگ از جنس چدن داکتیل با استفاده از پلیسه مبردی مورد استفاده در صنایع خودروسازی بررسی شده است. قطعه مذکور با استفاده از خط تولید اتوماتیک ریختگری Tokyu-AMF III ماسه‌ای در شرکت ریخته‌گری مجتمع پایادوب کاوه تولید شد. در قطعات تولیدی در برخی موارد حفرات ریز انقباضی (مک اسفنجی) تشکیل شد. به منظور حذف این عیوب، ابتدا با استفاده از نرم افزار شبیه سازی ریختگری PROCAST 2016 تأثیر حضور و یا عدم حضور پلیسه مبردی بر انجماد قطعه بررسی و پس از نتایج حاصل شده از تأثیر پلیسه مبردی، این روش در تولید قطعه مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که با استفاده از پلیسه مبردی سرعت انجماد قطعه افزایش یافته و قطعات بدون حفرات انقباضی تولید گردیدند. نتایج آزمون‌های مخرب (شامل برش قطعه در قسمت ضخیم) و غیرمخرب (روش التراسونیک UT) حذف این عیوب را پس از استفاده از پلیسه مبردی تصدیق کردند.

**کلمات کلیدی:** چدن داکتیل، حفرات انقباضی، شبیه سازی، پلیسه مبردی.

#### مقدمه

چدن‌های داکتیل دسته گسترده‌ای از آلیاژهای آهنی با پایه آهن، کربن و سیلیسیم و مقادیر کمی از دیگر عناصر آلیاژی همچون منگنز، مس و منیزیم می‌باشند. ساختار آن‌ها بطور معمول گرافیت کروی با زمینه پرلیتی، فریتی و یا پرلیتی-فریتی است. چدن داکتیل به دلیل داشتن خواص مشابه با برخی از فولادها و همچنین صرفه اقتصادی و خواص مکانیکی و فیزیکی مناسب برای تولید قطعات خودرو از طریق ریختگری می‌باشد و امروزه جایگاه ویژه‌ای در صنعت خودروسازی دارد. از آنجائیکه ساختار اغلب چدن‌های داکتیل تولید شده برای قطعات خودرو همچون میل لنگ، کپه یاتاقان، دسته موتور، سگ دست، مینفولد دود و غیره، تماماً پرلیتی و یا پرلیتی-فریتی می‌باشد، تهیه و فرآوری مذاب مناسب از یک سو و حصول اطمینان از تولید قطعه بدون عیب و با کیفیت مناسب از سویی دیگر، بسیار اهمیت دارد [۱-۲].

<sup>۱</sup> کارشناسی ارشد مهندسی مواد- شناسایی و انتخاب مواد مهندسی - سرپرست واحد مهندسی کیفیت مجتمع پایادوب کاوه

Email: s.pirestany@gmail.com

<sup>۲</sup> کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک- کارشناس واحد مهندسی

کیفیت مجتمع پایادوب کاوه

<sup>۳</sup> کارشناس واحد تضمین کیفیت مجتمع پایادوب کاوه

<sup>۴</sup> کارشناس مهندسی جوش - کارشناس واحد کنترل کیفی

مجتمع پایادوب کاوه



جدول ۱. آنالیز شیمیایی مذاب قطعه میل لنگ با استفاده از کوانتومتر

C	Si	Mg	s	Mn	Cu
3.70	2.05	0.047	0.017	0.42	0.44

### روش تحقیق

ترکیب شیمیایی چدن داکتیل با روش کوانتومتری در جدول ۱ نشان داده شده است. ذوب ریزی مذاب داکتیل تهیه شده به روش روریزی (مشابه با روش ساندویچی) در محدوده دمایی ۱۳۸۰-۱۴۲۰ °C انجام شد. بررسی های عیب حفرات انقباضی در قسمت ضخیم قطعه با استفاده از برش قطعه و بازرسی چشمی و همچنین روش غیرمخرب التراسونیک (UT<sup>۴</sup>) مدل انجام شد. مشاهدات ریزساختاری قطعه با استفاده از میکروسکوپ نوری و حکاکی نمونه با محلول نایتال ۲٪ انجام شد. از آزمون ماکرو سختی برینل برای تعیین سختی قطعه و همچنین روش میکروسختی ویکرز برای اندازه گیری سختی در قسمت پلیسه مبردی استفاده گردید. برای شبیه سازی پر شدن قالب، انجماد قطعه و پیش بینی عیوب انقباضی از نرم افزار شبیه سازی RROCAST 2016.1 استفاده گردید. پلیسه مبردی با ضخامت حدود ۱/۵ mm بر روی مدل در قسمت ضخیم قطعه (باتاقان های ثابت و متحرک) نصب گردیده و مجدداً ریختگری با شرایط ثابت قبل انجام گردید.

### نتایج و بحث

در آزمایش تولید قطعات بدون پلیسه مبردی، در برخی قطعات وجود حفرات بسیار کوچک در آزمایش UT مشخص گردید که پس از برش قطعه در محل و عمق مورد نظر، با توجه به حضور دندریت ها داخل حفره با ابعاد حدود ۲mm × ۲mm با استفاده از عدسی چشمی، عیب حاصله مک انقباضی اسفنجی (حفره ریز انقباضی) تشخیص داده شد. با توجه به موقعیت تشکیل

یکی از مهمترین عیوب ریختگری چدن داکتیل حفرات انقباضی است که باعث ایجاد تمرکز تنش در اطراف عیب شده و در حین اعمال نیروهای دینامیکی، ترک از همانجا جوانه زده و رشد کرده و در نهایت منجر به شکست قطعه شود. عیب حفرات انقباضی به دو دسته حفرات بزرگ انقباضی<sup>۱</sup> و حفرات ریز انقباضی<sup>۲</sup> تقسیم میشوند. حفرات بزرگ انقباضی ناشی از طراحی نامناسب تغذیه-سیستم راهگامی و دمای ذوب ریزی نامناسب و حفرات ریز انقباضی ناشی از آنالیز شیمیایی نامناسب مذاب، جوانه زایی نامناسب، نحوه انجماد قطعه و استحکام قالب می باشد [۳ و ۴].

در برخی قطعات با شکل ظاهری پیچیده، استفاده از میردها برای بهبود انجماد قطعه برای تولید قطعه سالم حتی با کنترل دیگر موارد تأثیرگذار بر تشکیل حفرات انقباضی، امری ضروری می باشد. استفاده از روش پلیسه مبردی (باله های خنک کننده)<sup>۳</sup> با توجه به سهولت استفاده از آن جایگاه ویژه ای دارد. چرا که باعث افزایش سرعت انجماد در ناحیه گرم قطعه شده و با کنترل شیب دمایی و حرکت جبهه انجماد، از تشکیل حفرات انقباضی جلوگیری میکند. البته استفاده از آن دارای محدودیت هایی نظیر افزایش هزینه های تمیزکاری قطعه، عدم امکان استفاده آن در نقاط غیر از خط جدایش و ... می باشد [۵-۷].

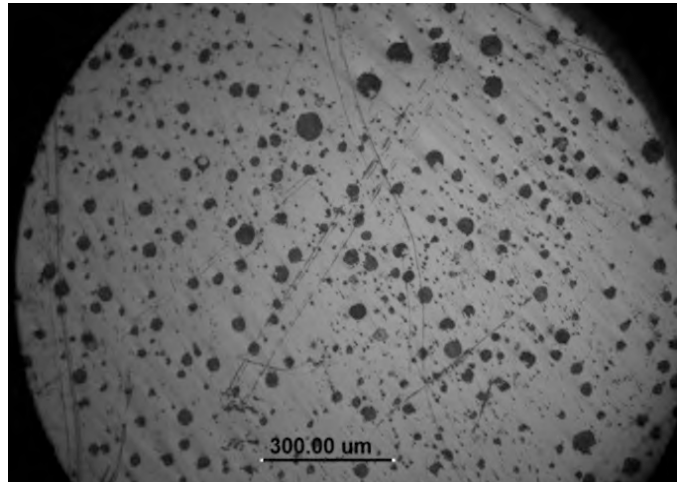
امروزه استفاده از نرم افزارهای شبیه سازی در ریختگری جایگاه ویژه ای پیدا کرده و سبب کاهش ضایعات تولید، افزایش راندمان، کاهش خطا در ساخت مدل، کاهش آزمایش های تجربی و کاهش هزینه ها دارد. در این میان نرم افزار جهانی PROCAST 2016.1 جایگاه ویژه ای در شرکت های ریختگری دارد. از قابلیت های این نرم افزار میتوان به شبیه سازی جریان حرکت مذاب داخل قالب، انجماد قطعه، پیش بینی تشکیل عیوب انقباضی، نیامد و ماسه شویی و ... در ریختگری به روش ماسه تر نام برد.

<sup>1</sup> Macro shrinkage

<sup>2</sup> Micro shrinkage

<sup>3</sup> Cooling fin

<sup>4</sup> Ultrasonic: UT



شکل ۱. ریزساختار میل لنگ بدون استفاده از پلیسه در سطح بیرونی در منطقه گرم قطعه (بزرگنمایی 100X)



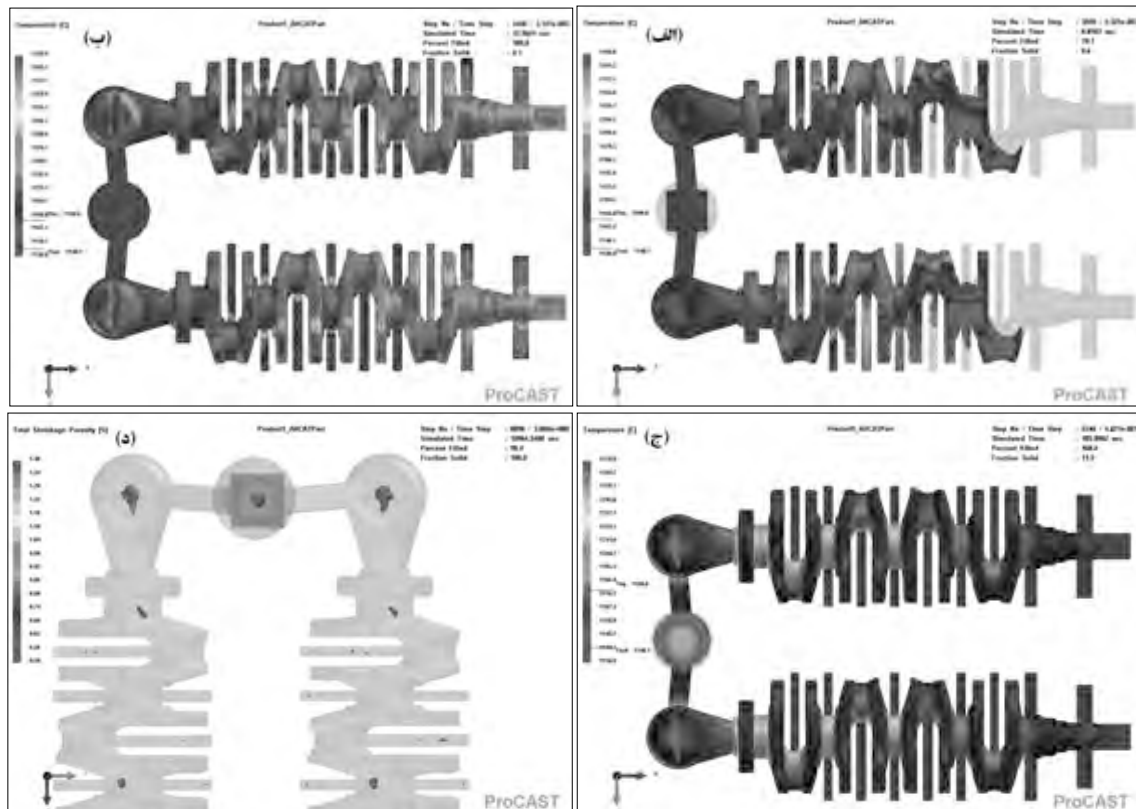
شکل ۲. نتایج شبیه سازی قطعه بدون حضور پلیسه مبردی، الف) زمان انجماد منطقه گرم قطعه حدود ۹۴۰ ثانیه است، ب) درصد پیش بینی انقباض توسط نرم افزار شبیه سازی

که بیانگر شکل مناسب گرافیت‌های کروی با درصد کروی شدن بیشتر از ۸۵٪ بوده و با استفاده از نرم افزار Image J مشخص گردید که تعداد گرافیت‌های کروی در واحد سطح (ندول کانت) در نزدیکی سطح بیرونی قطعه که در تماس با ماسه تر است، برابر  $125 \text{ n/mm}^2$  بوده و سایز ذرات گرافیت مطابق با استاندارد ASTM A247 برابر ۳-۵ می‌باشد. همچنین سختی قطعه در محدوده HB 250 اندازه‌گیری شد. با استفاده از نرم افزار شبیه سازی PROCAST 2016.1 فرایند پر شدن قالب، تحلیل انجمادی و پیش بینی درصد کل عیوب انقباضی بررسی گردید که با توجه به نتایج حاصله، میزان درصد کل انقباض توسط نرم افزار حدود ۴ درصد تخمین زده شده است (تصویر ۲ الف و ب).

با توجه به اینکه ضخامت پلیسه مبردی برای عملکرد

عیب که در منطقه گرم بین کانترویت و یاتاقان ثابت قرار دارد، و با توجه به اینکه تغییر طراحی سیستم راهگامی و تغذیه گذاری نقش اساسی در رفع این عیب ندارد، موارد تأثیر گذار بر روی تشکیل حفرات ریز انقباضی شامل افزایش استحکام قالب، جوانه زایی (نوع و مقدار جوانه‌زا)، آنالیز شیمیایی مذاب با استفاده از نمودار موسوم به شاخ گاوی برای تعیین محدوده مناسب عناصر Si و C و استفاده از مبرد (پلیسه مبردی) مورد توجه قرار گرفت که در پژوهش حاضر نتایج تأثیر استفاده از پلیسه مبردی در شرایط یکسان با حالت عدم استفاده از آن مورد بررسی قرار می‌گیرد [۸].

ریزساختار میکروسکوپی قطعه دارای مک اسفنجی با استفاده از میکروسکوپ نوری در نزدیکی محل تشکیل عیب مک انقباضی در تصویر ۱ نشان داده شده است



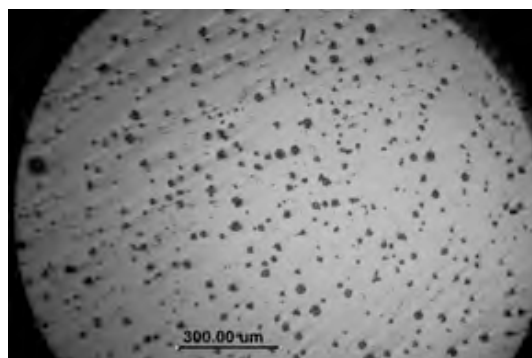
شکل ۳. نتایج حاصل از شبیه سازی: الف) ۸/۸۱ ثانیه پس از شروع ذوب ریزی، ب) در لحظه نهایی پر شدن قالب، ج) ۹۰ ثانیه پس از اتمام پر شدن قالب و انجماد کامل پلیسه مبردی و د) میزان انقباض پیش بینی شده پس از پایان انجماد

و متحرک میل لنگ در حالت استفاده از پلیسه مبردی نسبت به حالت عدم استفاده از آن میشود. درصد کل عیوب انقباضی در نرم افزار شبیه سازی معادل ۱ درصد نمایش داده میشود (تصویر ۳-د).

پس از نتایج حاصل شده از شبیه سازی، مجدداً فرایند ریختگری با حفظ دیگر شرایط و عوامل انجام گردید و قطعات با دقت بررسی شدند. ابتدا آزمون غیر مخرب UT انجام گردید که هیچ گونه پیکی نمایش داده نشد. با این حال برای حصول اطمینان بیشتر، قطعات در ضخیم ترین بخش قطعه بریده شده و آزمون تست تراش و تخریب از سطح تا عمق قطعه صورت باربرداری به میزان ۱ mm در هر مرحله ادامه یافت و پس از هر بار انجام عملیات تراش، نمونه‌ها با دقت توسط عدسی چشمی مورد ارزیابی قرار گرفتند که هیچگونه مک انقباضی مشاهده نگردید و چندین مرتبه با تولید مجدد قطعه این عملیات ادامه یافت، اما حفره انقباضی یافت نشد که بیانگر تأثیر خوب پلیسه مبردی در حذف عیوب

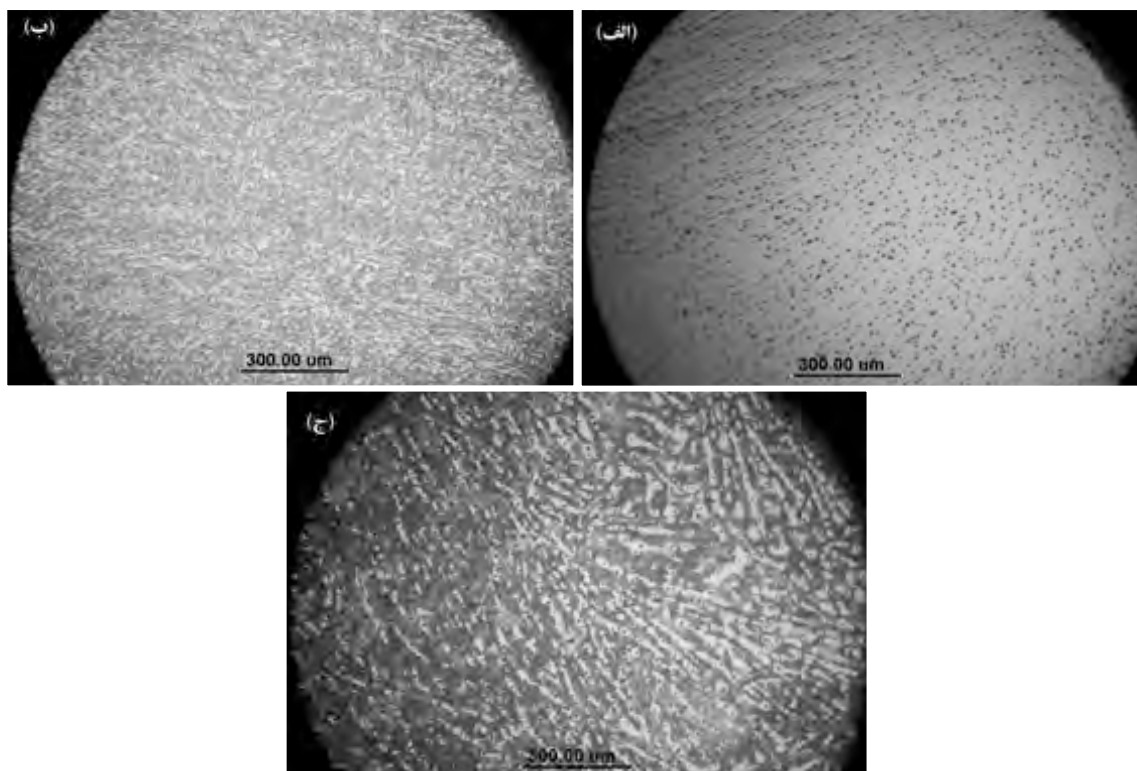
مناسب بایستی در حدود ۱/۵ الی ۱/۱۰ مدول مؤثر قطعه باشد و با توجه به اینکه مدول مؤثر قطعه میل لنگ مورد بررسی که محل ایجاد عیب مک اسفنجی نیز هست، برابر ۱۴ mm است، و همچنین سهولت تمیزکاری و پلیسه زنی قطعه، ضخامت پلیسه مبردی برای نصب روی مدل ۱/۵ mm در نظر گرفته شد [۹] و مجدداً فرایند شبیه سازی با حضور این پلیسه‌های مبردی انجام گردید. نتایج حاصل شده بیانگر بهبود فرایند انجماد قطعه در حضور این پلیسه‌ها می‌باشد. مطابق با تصویر ۳-الف وب مشاهده میگردد که حتی در مدت زمان محدود ذوب ریزی هر قالب (حدود ۱۱-۱۳ ثانیه)، انتهای پلیسه مبردی کاملاً منجمد شده است که نشان می‌دهد می‌تواند بعنوان یک عامل قوی در افزایش انتقال حرارت قطعه حین انجماد شناخته شود. مطابق با تصویر ۳-ج، کل پلیسه مبردی نصب شده در گرمترین بخش قطعه در مدت زمان حدود ۹۰ ثانیه پس از اتمام پر شدن قالب منجمد می‌شود و باعث کاهش مدت زمان انجماد یا تاقان ثابت

است. همچنین سائز گرافیت ۴-۶ می باشد که نسبت به حالت قبل کاهش داشته است (تصویر ۴). وجود این گرافیت‌های کوچک با توجه به نحوه انجماد چدن داکتیل، بیانگر این مطلب است که به دلیل افزایش سرعت سرد شدن، برخی گرافیت‌ها به دلیل فرصت کمتر برای گرافیت‌زایی، در مراحل آخر انجماد قطعه رسوب می کنند و بنابراین از نظر سائز گرافیت کوچکتر بوده و تعداد آنها بیشتر است. استفاده از انبساط گرافیت یکی از بهترین راه‌حل‌ها برای حذف عیوب حفرات ریز انقباضی قطعات از جنس چدن داکتیل می باشد و تشکیل گرافیت در مراحل اولیه انجماد، نمی تواند انقباض حاصل از انجماد را کم کند و قطعه به تشکیل حفرات انقباضی مستعد میشود. ضمن آنکه تشکیل گرافیت در مراحل اولیه انجماد برای قطعات با مدول بالا و کربن معادل بالا می تواند منجر به ظهور عیب گرافیت شناور<sup>۱</sup> شود که تأثیر منفی بر کیفیت سطحی قطعه پس از تراش و همچنین کاهش خواص مکانیکی قطعه دارد [۸۳].



شکل ۴. ریزساختار میل لنگ با استفاده از پلیسه مبردی در سطح بیرونی در منطقه گرم قطعه (بزرگنمایی 100X)

حفرات ریز انقباضی قطعه میل لنگ می باشد. ریزساختار میکروسکوپی میل لنگ تولیدی با استفاده از پلیسه توسط میکروسکوپ نوری مورد بررسی قرار گرفت و مشخص گردید تعداد گرافیت‌های کروی (ندول کانت) افزایش یافته و به حدود  $175-200 \text{ n/mm}^2$  رسیده



تصویر ۵. ریزساختار میکروسکوپی: الف) پلیسه مبردی قبل از اچ، ب) انتهای پلیسه مبردی بعد از اچ و ج) ابتدای پلیسه مبردی بعد از اچ

<sup>۱</sup>Graphite Flotation

داخلی)، در سطح بیرونی قطعه که در تماس با پلیسه است، باعث تشکیل کاربید حتی بصورت جزئی نشده و تغییری در نوع ریزساختار قطعه ایجاد نمی‌کند و در مورد قطعات داکتیل سبب کاهش سایز ذرات گرافیت و بهبود خواص مکانیکی نیز می‌گردد.

### مراجع

- [1] D. M. Stefanescu, "ASM Metals handbook: Volume 15: casting", 1988, ASM International.
- [2] John. R. Brown, "Foseco Ferrous Foundryman's Handbook", 2000, Butterworth-Heinemann.
- [3] C.M.Ecob, "A review of common metallurgical defects in ductile cast iron", Elkem AS, Foundry Products Division.
- [4] li. Jiarong, Liu. Baicheng, "Study of solidification shrinkage of ductile iron in dry sand molds", J.Mater. Sci.Technol, 1999, Vol 15, No.3, pp. 245-250.
- [5] A. Crisan, D. Tutuianu, T. Bedo, I. Ciobanu, "INFLUENCE OF INCLINATIONS APPLIED TO RIBS ON THE SOLIDIFICATION OF CAST PARTS", Fascicle ix. Metallurgy and materials science, 2010, No. 3, pp. 15-21.
- [6] I. Ciobanu, D. Tutuianu, T. Bedo, A. Crisan, "INFLUENCE OF RIB THICKNESS ON THE SOLIDIFICATION OF CAST PARTS", Fascicle ix. Metallurgy and materials science, 2010, No. 4, pp. 24-32.
- [7] I. Ciobanu, D. Tutuianu, T. Bedo, A. Crisan, "INFLUENCE OF RIB LENGTH ON THE SOLIDIFICATION OF CAST PARTS", Fascicle ix. Metallurgy and materials science, 2010, No. 3, pp. 33-41.
- [8] D. White, "7 Ways to Avoid Shrinkage Defects", Elkem Inc, 2013, Boca Raton, Fla.

ریزساختار پلیسه مبردی قبل از اچ بیانگر گرافیت‌های کروی با سایز ۷-۸ و ندول کانت بیشتر از  $300 \text{ n/mm}^2$  می‌باشد (۵-الف). ریزساختار بعد از اچ در انتهای پلیسه بیانگر تشکیل مخلوطی از چدن داکتیل و چدن سفید شامل ساختار لدبوریتی (کاربیدهای سمانتیت و پرلیت) با جهت گیری اتفاقی و سختی این بخش پلیسه مبردی در حدود HV ۴۰۰ می‌باشد (۵-ب). ساختار ابتدای پلیسه (محل اتصال پلیسه با قطعه) نیز قبل از اچ مشابه انتهای پلیسه است اما بعد از اچ تفاوت زیادی داشته و شامل ساختار لدبوریتی با جهت گیری ترجیحی در جهت طول پلیسه (جهت شیب دمایی) بوده و سختی این بخش پلیسه حدود HV ۳۵۰ است (۵-ج). تصویر ریزساختار پلیسه در محل تماس با قطعه، بر شیب حرارتی زیاد ایجاد شده در فصل مشترک قطعه و پلیسه تأکید داشته و همین امر سبب جهت گیری خاص ساختار لدبوریتی می‌باشد [۱-۲].

### نتیجه گیری

- ۱- در برخی قطعات پیچیده حتی با رعایت کلیه موارد برای جلوگیری از تشکیل حفرات انقباضی، نیاز به استفاده از مبرد ضروری می‌باشد.
- ۲- استفاده از پلیسه مبردی تأثیر زیادی در افزایش سرعت انجماد قطعه و حذف عیوب انقباضی دارد. (کاهش زمان انجماد قطعه از ۹۴۰ ثانیه به ۷۶۰ ثانیه).
- ۳- استفاده از نرم افزارهای شبیه‌سازی ریختگری مانند PROCAST تأثیر زیادی بر حذف عیوب حاصل از فرایند پر شدن قالب و انجماد قطعه دارد.
- ۴- در میان روش‌های استفاده از مبردگذاری، روش پلیسه مبردی به دلیل عدم ایجاد عیوب دیگر مانند عیوب سرباره و سردجوشی و نیز هزینه کمتر نسبت به سایر روش‌ها می‌تواند بسیار مفید واقع شود.
- ۵- پلیسه مبردی به دلیل اینکه از جنس مذاب ورودی قالب است (بر خلاف استفاده از مردهای خارجی یا





## ◆ جلسه هیات مدیره انجمن آهن و فولاد ایران

جلسه هیات مدیره انجمن آهن و فولاد ایران با حضور اکثریت اعضا، در مورخ ۹۷/۰۳/۳۰ در دفتر مدیریت انجمن برگزار شد. در این جلسه ضمن قرائت صورتجلسه قبلی، ابتدا آقای دکتر نجفی زاده، رئیس هیات مدیره انجمن آهن و فولاد ایران، گزارشی از عملکرد این انجمن در فاصله زمانی دو جلسه هیات مدیره ارائه نمودند. سپس صورت‌های مالی سال ۹۶ به اتفاق آراء مورد تصویب قرار گرفت، همچنین بودجه پیشنهادی سال ۹۷ نیز ارائه و مورد تأیید قرار گرفت.

## ◆ مجمع عمومی عادی انجمن آهن و فولاد ایران

مجمع عمومی عادی سالیانه انجمن آهن و فولاد ایران بر اساس دعوت قبلی در روز چهارشنبه مورخ ۹۷/۰۴/۱۳ رأس ساعت ۱۷ در محل آمفی تئاتر انجمن با اکثریت اعضا برگزار شد.



در این جلسه آقای دکتر سبحانی (مدیر عامل شرکت فولاد مبارکه) پیشنهاداتی در مورد ضرورت توجه همه دست اندرکاران به شرکت فناوری و پژوهش سهند آهن و فولاد خاورمیانه و نحوه فعالیت آن در آینده ارائه نمودند. ایشان ابراز امیدواری کردند که این شرکت میتواند در آینده با ارائه دانش فنی مربوط به بهبود فرآیندهای تولید فولادهای با کیفیت و پیشرفته، باعث تحول گسترده‌ای در این صنعت گردد.

در این مجمع پس از تلاوتی از کلام ا... مجید و پخش سرود ملی، اعضای هیات رئیسه انتخاب شدند، سپس بر طبق دستور جلسه در ابتدا گزارشی توسط آقای دکتر نجفی زاده در مورد فعالیت‌های انجمن و عملکرد آن در

فاصله زمانی بین دو مجمع به استحضار حاضرین رسید. سپس گزارشی از خزانه دار، بازرس و حسابرس قانونی ارائه شد. در پایان جلسه مجمع نیز صورت‌های مالی و ترازنامه سال ۹۶ به اتفاق آراء مورد تصویب قرار گرفت.



#### ◆ برگزاری سمپوزیوم فولاد ۹۷ در جزیره کیش

بیست و یکمین سمپوزیوم فولاد ۹۷ با شعار "اثرات رشد نامتوازن صنعت فولاد بر پایداری آن" قرار است در تاریخ‌های ۳۰ بهمن و ۱ اسفند ماه سال جاری در مرکز همایش‌های بین‌المللی کیش واقع در جزیره کیش توسط انجمن آهن و فولاد ایران و با حمایت مالی ۱۰ شرکت فولادی و معدنی به مدت دو روز برگزار گردد. در این خصوص طی جلساتی، قراردادی با شرکت توسعه و تجارت کیش جهت گذاشتن فضاهای لازم با امکانات مورد نیاز برای برگزاری این همایش و همچنین نمایشگاه بین‌المللی سمپوزیوم فولاد ۹۷ منعقد شد. برگزاری سالانه این همایش همزمان با نمایشگاه بین‌المللی فولاد این فضا را برای شرکت کنندگان فراهم می‌آورد که با آخرین دستاوردهای تکنولوژی و تحقیقات علمی در زمینه آهن و فولاد آشنا شوند. بعلاوه این فضا مکان مناسبی جهت طرح مشکلات و چالش‌های فرآوری صنعت فولاد و تبادل نظر حضوری بین کارشناسان و مدیران را فراهم می‌کند. حامیان مالی سمپوزیوم فولاد امسال شرکت‌هایی از جمله: شرکت فولاد مبارکه اصفهان، شرکت فولاد خوزستان، شرکت سهامی ذوب آهن اصفهان، شرکت فولاد آلیاژی ایران،

شرکت تهیه و تولید مواد معدنی ایران، شرکت معدنی و صنعتی گل‌گهر، شرکت سرمایه‌گذاری و توسعه گل‌گهر، مجتمع جهان فولاد سیرجان، شرکت سنگ آهن گل‌گهر زمین، شرکت توسعه آهن و فولاد گل‌گهر می‌باشند. در ضمن پوستر و بروشور این سمپوزیوم در سراسر کشور توزیع و اطلاع‌رسانی گردید.

#### ◆ جلسه هیات مدیره شرکت فناوری و پژوهش سهند آهن و فولاد خاورمیانه

این جلسه در مورخ ۹۷/۰۲/۲۶ در ساختمان انجمن آهن و فولاد ایران با حضور اکثریت اعضای هیأت مدیره برگزار گردید. در این جلسه آقای دکتر نجفی زاده (رئیس هیات مدیره شرکت) و آقای دکتر شفیعی (مدیر عامل شرکت) گزارشی مربوط به جلسات متعددی که به منظور واگذاری زمین جهت تأسیس شرکت با رئیس دانشگاه صنعتی اصفهان صورت گرفت، ارائه دادند. همچنین مقرر شد کلیه اعضای هیأت مدیره از طریق کانال‌های ارتباطی خود مذاکراتی را برای فروش سهام بی نام شرکت به شرکت‌های خارجی انجام دهند. در این جلسه ترازنامه و صورت‌های مالی سال ۹۶ ارائه شد که پس از بررسی توسط کلیه اعضای هیأت مدیره و بازرس شرکت تأیید و به امضاء حاضرین جلسه رسید.



#### ◆ جلسه مجمع عمومی شرکت فناوری و پژوهش سهند آهن و فولاد خاورمیانه

جلسه مجمع عمومی عادی شرکت با حضور تمامی سهامداران در مورخ ۹۷/۰۴/۰۶ در محل آمفی تئاتر انجمن



آهن و فولاد ایران تشکیل شد. در این جلسه پس از قرائت قرآن کریم و پخش سرود ملی، در ابتدا آقای دکتر شفيعی (مدیر عامل شرکت) گزارشی از اقدامات انجام شده را ارائه نمودند، سپس بازرس قانونی شرکت گزارش خود را در خصوص صورت‌های مالی و تراز سال ۹۶ اعلام کردند که به اتفاق آراء مورد تصویب قرار گرفت.



◆ **دهمین نمایشگاه بین‌المللی متالورژی، فولاد، ریخته‌گری، ماشین‌آلات و صنایع وابسته**  
این نمایشگاه از تاریخ ۱۶ الی ۱۹ مرداد ۹۷ در مکان نمایشگاه بین‌المللی اصفهان برگزار گردید. انجمن آهن و فولاد ایران ضمن حضور در این نمایشگاه، از آن حمایت معنوی کرده است.

از تصمیمات دیگر این مجمع می‌توان به تکمیل سرمایه قبلی سهامداران و همچنین فروش سهام به دیگر شرکت‌های فولادی و معدنی اشاره کرد. در این راستا سهامداران می‌توانند تا سقف ۵۰٪ سهام فعلی، سهام خریداری کنند و تلاش خود را برای جذب شرکت‌های خارجی بکار گیرند. آقای مهندس فریدون واعظ زاده بعنوان بازرس اصلی و آقای دکتر محمد ناظمی بعنوان بازرس علی‌البدل شرکت برای سال ۹۷ انتخاب شدند.



◆ **تشکیل جلسه امکان‌سنجی تولید فرومگنز در کوره‌های بلند**  
جلسه‌ای تحت عنوان امکان‌سنجی تولید فرومگنز در کوره‌های بلند ذوب آهن اصفهان در تاریخ ۹۷/۰۴/۰۵ با حضور آقای مهندس جولازاده (عضو هیأت مدیره انجمن آهن و فولاد ایران) در ذوب آهن اصفهان تشکیل گردید. شرکت ذوب آهن اصفهان طی نامه‌ای مراتب تقدیر و تشکر جهت حضور در این جلسه را به این انجمن اعلام نمود.



## ♦ برگزاری کارگاه آموزشی با عنوان آنالیز و ارزیابی تجارت محصولات فولادی جهان در سال ۲۰۱۶ توسط انجمن آهن و فولاد ایران

در راستای اهداف انجمن آهن و فولاد ایران، کارگاه آموزشی با عنوان "آنالیز و ارزیابی تجارت محصولات فولادی جهان در سال ۲۰۱۶" در تاریخ ۹۷/۰۵/۰۳ در محل آمفی تئاتر انجمن آهن و فولاد ایران برگزار گردید. این کارگاه با هدف شناخت تجارت صنعت فولاد جهان و افزایش رقابت و نفوذ به عرصه تجارت فولاد جهان با حضور واحدهای خرید و فروش و توسعه بازار، پژوهش و استراتژی شرکت‌های فولادی توسط آقای مهندس جولزاده ارائه گردید.

### آقای مهندس منصور یزدی زاده

بدینوسیله انتصاب بجا و شایسته جنابعالی را به سمت مدیر عامل شرکت سهامی ذوب آهن اصفهان تبریک عرض نموده، توفیق روزافزون حضرتعالی را از درگاه ایزد منان خواستارم.  
دکتر عباس نجفی زاده  
رئیس هیئت مدیره انجمن آهن و فولاد ایران

### آقای مهندس حسن یونسیان

بدینوسیله انتصاب بجا و شایسته جنابعالی را به سمت مدیر عامل شرکت ملی فولاد ایران تبریک عرض نموده، توفیق روزافزون حضرتعالی را از درگاه ایزد منان خواستارم.  
دکتر عباس نجفی زاده  
رئیس هیئت مدیره انجمن آهن و فولاد ایران

### آقای مهندس علیرضا چایچی یزدی

بدینوسیله انتصاب بجا و شایسته جنابعالی را به سمت مدیر عامل شرکت فولاد آلیاژی ایران تبریک عرض نموده، توفیق روزافزون حضرتعالی را از درگاه ایزد منان خواستارم.  
دکتر عباس نجفی زاده  
رئیس هیئت مدیره انجمن آهن و فولاد ایران

# اخبار اعضای حقوقی

## انجمن آهن و فولاد ایران



### شرکت فولاد مبارکه اصفهان

لازم برای ایجاد شرایط تولید این گرید انجام شد.

#### شرکت سهامی ذوب آهن اصفهان

#### تدبیر بخش آگلومراسیون در مقابله با بحران کم آبی

به گزارش روابط عمومی شرکت سهامی ذوب آهن اصفهان، در راستای مقابله با بحران کمبود آب و انجام صرفه جویی مصرف آب سرد صنعتی در بخش آگلومراسیون اقدامات مختلفی اجرا گردید تا میزان مصرف آب سرد صنعتی در بخش آگلومراسیون به حداقل رسانده شود. یکی از مهمترین اقدامات انجام شده به همین منظور جهت سرد کردن تجهیزات خردکن آگلومرات آگلوماشین چهار، مصرف آب سرد صنعتی در آن قطع و به جای آن انشعابی از پمپ خانه آب سیکل گردش بخش جایگزین گردید. همچنین با همکاری مدیریت های امور فنی و برنامه ریزی تولید و آبرسانی کمبود آب سیکل گردش بخش آگلومراسیون از طریق اضافه کردن آب با تانکرهای حمل آب از چاه های پساب موجود در سطح کارخانه تأمین شده و تا حد بسیار زیادی وابستگی آب سیکل گردش بخش آگلومراسیون به تزریق آب سرد صنعتی منتفی شده است.

#### دستیابی به رکوردهای تولید در شرکت فولاد هرمزگان

بنا به گزارش روابط عمومی فولاد مبارکه اصفهان، در واحد احیا مستقیم رکورد تولید آهن اسفنجی در مدول A به ۸۰ هزار و ۸۲۹ تن و در مجموع دو مدول به ۱۵۸ هزار و ۲۴۱ تن رسید. رکورد قبلی مدول A مربوط به اردیبهشت ماه سال قبل و به میزان ۷۶ هزار و ۲۱۵ تن و تولید مجموع دو مدول ۱۵۱ هزار و ۶۳۸ تن اعلام شده بود. دستیابی به رکورد تولید تختال در خرداد ماه یکی دیگر از گام های مؤثر این شرکت برای بهبود مستمر و رسیدن به ظرفیت اسمی فولاد هرمزگان بود که با تولید ۱۳۵ هزار و ۶۹۹ تن فولاد خام به دست آمد. رکورد قبلی تولید تختال در فولاد هرمزگان مربوط به فروردین ماه سال جاری و به میزان ۱۳۵ هزار و ۱۵۰ تن بوده است.

#### تولید تختال با ضخامت ۲۵۰ میلیمتر

بنا به گزارش روابط عمومی فولاد مبارکه اصفهان، این شرکت برای اولین بار موفق به تولید تختال با ضخامت ۲۵۰ میلیمتر با گرید API 5LX60(MS) شد. تولید این محصول با گرید داخلی ۵۹۴۶ گاز ترش مخصوص لوله های انتقال گاز در دستور کار قرار گرفت. در همین راستا پس از تهیه کارت ساخت در واحد متالورژی و روش های تولید و تأیید آن در ناحیه فولادسازی اقدامات



## شرکت فولاد خوزستان

### رشد ۳ درصدی تولید شمش فولاد خوزستان تا پایان بهار ۹۷

بنا به گزارش روابط عمومی شرکت فولاد خوزستان، فولاد خوزستان طی سه ماه نخست سال ۹۷ با سه درصد رشد، تولید خود را در فصل بهار به یک میلیون تن نزدیکتر کرد. بیشترین رشد تولید در این مدت مربوط به گندله سنگ آهن در کارخانه شماره یک و بریکت سازی با ۱۵ درصد و ماشین ریخته گری شمش اسلب با ۱۴ درصد رشد بوده است. این شرکت طی سه ماه بهار امسال توانست به تولید ۹۷۶ هزار و ۴۳۴ تن شمش فولاد دست یابد که نسبت به مدت مشابه سال پیش رشدی معادل ۳ درصد را نشان می‌دهد. در همین مدت ۶ درصد رشد تولید گندله سنگ آهن و ۵ درصد رشد تولید شمش بیلت نیز حاصل تلاش فولادگران خوزستان در بخش‌های مواد اولیه و فولادسازی بوده است.

### ارتقاء مهندسی جمع‌آوری غبار در فولادسازی

به گزارش روابط عمومی شرکت فولاد خوزستان، این شرکت در یک تلاش مؤثر در بهبود عملکرد صنعت در محیط زیست طی سه سال ۹۳ تا ۹۶، با تغییرات بسیار مهم و تاثیرگذار خود در سیستم جمع‌آوری غبار فولادسازی شرکت، موفق شد با جمع‌آوری ۱۷ هزارتن

غبار بیشتر، عملکرد این تجهیز مهم زیست محیطی را ۳۴ درصد ارتقا بخشید. این بهبود چشمگیر بدون سرمایه گذاری خاص و تنها با بهبود عملکرد تجهیزات و ارتقای برنامه‌های کاری و بهره‌وری سیستم حاصل شده و نتیجه یک تلاش جمعی شبانه‌روزی توسط کارکنان این قسمت در بخش فولادسازی بوده است.

### شرکت تهیه و تولید مواد معدنی ایران

### دستیابی به رشد ۳۰ و ۷۶ درصدی در ۳ ماهه نخست سال ۹۷

به گزارش روابط عمومی شرکت تهیه و تولید مواد معدنی ایران، به گفته مدیر مجتمع طلای موته، رشد ۳۰ درصدی تولید شمش طلا در ۳ ماهه اول سال جاری نسبت به مدت مشابه سال قبل در این شرکت به دست آمد. این مجتمع توانست تا پایان خرداد ماه سال جاری ۱۳۰ هزار گرم شمش طلا تولید کند و این در حالیست که در مدت مشابه سال ۹۶ موفق به تولید ۱۰۰ هزار گرم شمش طلا شد. همچنین به نقل از مدیر مجتمع طرح‌های اکتشافی و معدنی سیستان و بلوچستان، رشد ۷۶ درصدی تولید شمش آنتیموان در ۳ ماهه اول سال جاری نسبت به مدت مشابه سال قبل به دست آمد. این مجتمع توانست تا پایان خرداد ماه سال جاری ۱۳۴۰ کیلوگرم شمش آنتیموان تولید کند که این آمار حاکی از رشد ۴۳ درصدی تولید نسبت به برنامه پیش‌بینی شده می‌باشد.

#### آقای دکتر ابطحی

بدینوسیله انتصاب بجا و شایسته جنابعالی را به سمت ریاست شهرک علمی و تحقیقاتی اصفهان تبریک عرض نموده، توفیق روزافزون حضرت‌تعالی را از درگاه ایزد منان خواستارم.

دکتر عباس نجفی زاده  
رئیس هیئت مدیران انجمن آهن و فولاد ایران

#### آقای دکتر رضا نظام‌الاسلامی

بدینوسیله انتصاب بجا و شایسته جنابعالی را به سمت مدیر عامل شرکت صنعت فولاد آلیاژی اصفهان تبریک عرض نموده، توفیق روزافزون حضرت‌تعالی را از درگاه ایزد منان خواستارم.

دکتر عباس نجفی زاده  
رئیس هیئت مدیران انجمن آهن و فولاد ایران



## اخبار بین‌المللی

### ♦ مواد فلزی خودترمیم شونده

محققین دانشگاه سی جانگ طی پژوهشی اقدام به ساخت آلیاژ خود-ترمیم شونده پایه Al-Cu-Si-Sn-Bi نموده‌اند. در این پژوهش، آلیاژهای  $(Al_{81}Cu_{13}Si_6)_{100-x}(Sn_{57}Bi_{43})_x$  برای ساخت کامپوزیت‌های یوتکتیک و مطالعه ریزساختار و خواص خود-ترمیم شوندگی، مورد بررسی قرار گرفته‌اند. خواص خود-ترمیم شوندگی در این کامپوزیت‌ها، از طریق قابلیت پر کردن ترک مورد بررسی قرار گرفته است. برپایه نتایج این تحقیق، یک روش نوین برای ساخت مواد فلزی با قابلیت خود-ترمیم شوندگی از طریق پر شدن ترک‌ها، ارائه می‌شود که می‌تواند در پژوهش‌های آتی مورد استفاده قرار گیرد.

### ♦ گزارش انجمن جهانی فولاد

انجمن جهانی فولاد گزارش داد: میزان تولید فولاد خام ایران طی ۶ ماهه نخست ۲۰۱۸ میلادی، ۲۵٫۸ درصد

۱-مراجع:

[www.sciencedaily.com](http://www.sciencedaily.com)  
[www.sciencealert.com](http://www.sciencealert.com)  
[www.worldsteel.org](http://www.worldsteel.org)  
[www.aist.org](http://www.aist.org)  
[www.issuu.com](http://www.issuu.com)  
[www.me-metals.ir](http://www.me-metals.ir)  
[www.matres.ir](http://www.matres.ir)  
[www.imidro.gov.ir](http://www.imidro.gov.ir)  
[www.fooladnews.com](http://www.fooladnews.com)  
[www.steelpedia.ir](http://www.steelpedia.ir)  
[www.imereport.ir](http://www.imereport.ir)

### ♦ ساخت فولاد مارتنزیتی کم آلیاژ با کربن بالا با استحکام تسلیم ۲/۶ گیگاپاسکال و شکل پذیری خوب

محققین دانشگاه ژیان جیاتونگ چین، موفق به تولید یک فولاد کم آلیاژ مارتنزیتی با کربن بالا (۰٫۶۶٪) با دانه‌های بسیار ریز شدند. در ساخت این فولاد از فرایند ترکیبی تمپورمینگ (تمپرینگ و تغییر شکل فولاد کوئنچ شده) استفاده شده است که سپس دوباره به فولاد حرارت داده شده و پس از آن، عملیات کوئنچ در آب صورت گرفته و دوباره عملیات تمپرینگ در دمای پایین صورت می‌گیرد. پس از انجام این فرایند، اندازه دانه‌های اولیه آستینیت به ۲/۴ میکرومتر کاهش یافته و استحکام تسلیم آن به ۲/۶ گیگاپاسکال می‌رسد، که ۷٪ نیز تغییر شکل نشان داده است. این میزان استحکام تسلیم، بالاترین سطح در مقایسه با فولادهای کم آلیاژ با استحکام بالا به شمار می‌رود. میکروساختار مارتنزیت کربن بالا دارای تراکم بالای نابجایی‌ها، کاربیدهای کروی حل نشده و فازهای  $Fe_3C$  و  $Fe_3C_2$  نانومتری است که در داخل فاز مارتنزیت و پس از تمپرینگ، رسوب یافته‌اند. مکانیزم‌های افزایش استحکام فولاد مارتنزیتی با دانه‌های بسیار ریز، عمدتاً استحکام‌دهی از طریق نابجایی و پیرسختی و ریزدانه شدن، است. استحکام تسلیم و داکتیلیته این فولاد در مقایسه با فولادهای ماریچینگ فعلی مانند C350، بسیار بهتر است، در حالی که عناصر آلیاژی در آن به کار نرفته است و هزینه مواد این فولاد کم آلیاژ نیز، یک-پنجاهم فولاد C350 است. تمام این مزیت‌ها، موجب می‌شود که این فولاد نوین کم آلیاژ با هزینه بسیار پایین، کاربردهای گسترده‌ای در صنعت داشته باشد.

افزایش یافت. به گزارش روابط عمومی سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران، بنا به جدیدترین گزارش انجمن جهانی فولاد، بنا به جدیدترین گزارش انجمن جهانی فولاد، میزان تولید فولاد ایران از ماه ژانویه تا ژوئن ۲۰۱۸ میلادی، ۱۲ میلیون و ۵۱۶ هزار تن اعلام شده است. این رقم در مدت مشابه سال ۲۰۱۷ میلادی، ۹ میلیون و ۹۴۷ هزار تن بود. همچنین، ایران در ماه ژوئن ۲۰۱۸ میلادی، ۲ میلیون و ۸۰ هزار تن فولاد خام تولید کرد که در مقایسه با رقم مدت مشابه سال گذشته میلادی (یک میلیون و ۷۸۵ هزار تن)، ۱۶/۵ درصد افزایش یافت. طی ۶ ماهه اخیر، ۶۴ کشور جهان ۸۸۱ میلیون و ۴۵۵ هزار تن فولاد خام تولید کردند که نسبت به میزان تولید مدت مشابه سال ۲۰۱۷ میلادی (۸۴۲ میلیون و ۳۶۰ هزار تن)، ۴/۶ درصد رشد نشان می دهد. بزرگ ترین تولید کنندگان فولاد شامل چین (۴۵۱ میلیون و ۱۵۷ هزار تن)، ژاپن (۵۲ میلیون و ۹۸۰ هزار تن)، هند (۵۲ میلیون و ۸۳۱ هزار تن) آمریکا (۴۱ میلیون و ۸۴۹ هزار تن)، روسیه (۳۶ میلیون و ۶۶ هزار تن) و کره جنوبی (۳۶ میلیون و ۶۶ هزار تن) بودند.

#### ◆ رشد تولید فولاد چین

آماري که از سوی اداره ملی آمار چین منتشر شد، نشان داد تولید فولاد خام این کشور که بزرگترین تولیدکننده فولاد دنیاست، در نیمه نخست سال جاری میلادی از رشد ۷ درصد رشد داشته است. افزایش قیمت‌ها در بازار داخلی و بهبود تقاضا موجب شد تولید افزایش یابد. تولید فولاد چین در هفت ماه نخست امسال ۶/۳ درصد رشد کرد و به ۵۳۲/۹ میلیون تن رسید. فولادسازان چینی با فزاینده بردن فعالیت کوره‌های فولادسازی از حد معمول، محدودیت‌های تولیدی که از سوی دولت تحمیل شده بود را جبران کرده‌اند. حاشیه سود با افزایش قیمت‌ها بالا رفته و وعده سیاستگذاران برای افزایش سرمایه‌گذاری‌های زیرساختی، دورنمای تقاضا را روشن کرده است. چین که بزرگترین تولیدکننده فولاد جهان است اصلاحاتی را در دو سال گذشته به اجرا گذاشته است که تحت آن، کارخانه‌های فرسوده و غیرقانونی تعطیل شده‌اند. همچنین تولید مناطق آلوده در فصل زمستان به شدت محدود شده است. با وجود این آمار رسمی نشان می‌دهد که تولید به رکورد بالایی

رسیده است. بخشی از دلیل این افزایش تولید ناشی از استفاده کارخانه‌های فولادسازی از سنگ آهن مرغوب برای بالا بردن بهره‌وری و همچنین افزایش سهم فولاد قراضه در خوراک آنها از حدود ۱۰ به ۳۰ درصد است.

#### ◆ تولید جهانی مس در مسیر صعودی

به گزارش روابط عمومی سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران، براساس جدیدترین گزارش گروه مطالعات بین‌المللی مس (ICSG)، تولیدکنندگان معادن مس جهان از ابتدای ژانویه تا پایان آوریل ۲۰۱۸، بیش از ۶ میلیون و ۵۸۷ هزار تن ماده معدنی تولید کردند. این رقم در مدت مشابه سال ۲۰۱۷ میلادی، ۶ میلیون و ۲۰۶ هزار تن بود. از این میزان، ۳ میلیون و ۵۶۶ هزار و ۸۰ تن مربوط به قاره آمریکا، یک میلیون و ۳۷۲ هزار و ۷۰۰ تن آسیا، ۶۸۷ هزار و ۴۰۰ تن آفریقا، ۶۰۵ هزار و ۱۰۰ تن اروپا و ۳۵۵ هزار تن مربوط به اقیانوسیه بوده است. تولیدکنندگان جهانی مس طی ۴ ماهه نخست سال جاری میلادی، ۷ میلیون و ۷۵۷ هزار تن مس تصفیه شده تولید کردند. این رقم در مدت مشابه سال ۲۰۱۷ میلادی، ۷ میلیون و ۶۴۲ هزار تن بود که نشان دهنده افزایش ۱/۵ درصدی است. در همین مدت، ظرفیت معادن مس جهان به ۸ میلیون و ۱۱۳ هزار تن رسید که نسبت به مدت مشابه سال ۲۰۱۷ میلادی (۷ میلیون و ۹۵۰ هزار تن)، حاکی از رشد ۲ درصدی است. قیمت جهانی مس بنا به این گزارش، قیمت جهانی مس طی ماه‌های اخیر با کاهش مواجه شده، به طوری که قیمت این فلز از حدود ۶۸۸۰ دلار بر تن در ماه آوریل به حدود ۶۲۴۰ دلار در تن طی روزهای اخیر رسیده است.

#### ◆ نیمی از معادن بزرگ مس در شیلی و پرو

کشورهای شیلی و پرو نیمی از ۲۰ معدن بزرگ مس جهان را در اختیار دارند. به گزارش روابط عمومی سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران (ایمیدرو)، به نقل از وب سایت the balance، بیست معدن بزرگ جهان حدود ۴۰ درصد از مس جهان را تولید می‌کنند که نیمی از این معادن در شیلی و پرو قرار دارند. معدن اسکونديدا در شیلی که یک میلیون و ۲۷ هزار تن ظرفیت سالیانه تولید مس دارد، بزرگترین معدن مس جهان است.




ISIJ International, August 2018 Volume 58 Issue 8

 **Oxide Stability Diagram of Liquid Steels**

Youn-Bae Kang, Sung-Hoon Jung, Pages 1371-1382

 **Overview of Dynamic Strain Aging and Associated Phenomena in Fe–Mn–C Austenitic Steels**

Motomichi Koyama, Takahiro Sawaguchi, Kaneaki Tsuzaki, Pages 1383-1395

 **Raceway Formation in a Moving Bed**


Vinci Mojamdar, Govind Sharan Gupta, Agin Puthukkudi, Pages 1396-1401

 **Properties of Low-MgO Ironmaking Blast Furnace Slags**

Xiaodong Ma, Mao Chen, Jinming Zhu, Haifa Xu, Geoff Wang, Baojun Zhao, Pages 1402-1405

 **Effect of MgO on Formation and Crystallization Behaviors of Calcium Ferrite during Heating and Cooling Processes**

Nan Yang, Xing-Min Guo, Noritaka Saito, Kunihiko Nakashima, Jie-Ting Z ..., Pages 1406-1412

 **In-situ Evaluation Method for Crack Generation and Propagation Behaviors of Iron Ore Burden during Low Temperature Reduction by Applying Acoustic Emission Method**

Moritoshi Mizutani, Tsunehisa Nishimura, Takashi Orimoto, Kenichi Higu ..., Pages 1413-141

 **Numerical Analysis of Reaction Degradation for Three-dimensional Coke Pore Structure**

Yui Numazawa, Daisuke Igawa, Shohei Matsuo, Yasuhiro Saito, Yohsuke Ma ..., Pages 1420-1426

 **Granulation Effectiveness of Iron Ore Sinter Feeds: Effect of Ore Properties**

Congcong Yang, Deqing Zhu, Jian Pan, Liming Lu, Pages 1427-1436

 **Effect of Silicon on TiN Formation in Liquid Iron**

Kyung-Hyo Do, Jung-Mock Jang, Hae-Sol Son, Min-Kyu Paek, Jong-Jin Pak, Pages 1437-1442

مجله علمی و فنی در زمینه علم و فن


آهن و فولاد ایران

International Journal of Iron & Steel Society of Iran


(Volume 15, Number 1, (June 2018)

 **The Interface Structure in Dissimilar Welding of AISI 4130 to AISI 316L Steels Using ERNiCr-3 Filler Metal**

H. Mostaan; M. Poorkabirian; M. Rafiei, Pages 1-8

 **Investigation of Standoff Distance Effect on Corrosion Behavior of Explosively Welded Joint between Two Aluminum Plates and Steel**

M. Khanzadeh Gharah Shiran; H. Bakhtiari; M. M. Ghafari; S. Rajae; M. MohammadNejad, Pages 9-18

 **The Effect of Welding Parameters on the Room and High Temperature Tribological Behavior of the Weld Overlaid Die**


S. Abdi; I. Ebrahimzadeh, Pages 19-27

 **Improvement of Mechanical Properties and Work-Hardening Behavior of Intercritically Annealed Dual Phase Steel**

M. Zamani; H. Mirzadeh; M. Maleki; F. Jamei, Pages 28-32

 **Surface Quality in Dry Machining of 55Cr3 Steel Bars**

M. Safari; J. Joudaki; M. Emadi, Pages 33-39

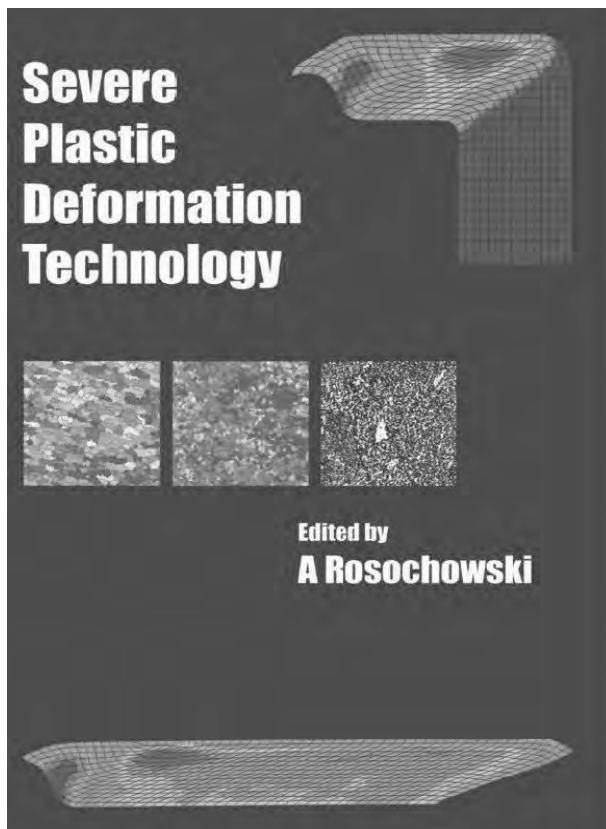
 **The Most Cost Effective Gas Cleaning Device in Steel Industry with Industrial Ecology Approach**

P. Jafari Fesharaki, Pages 40-48

 **Mathematical Simulation for the Effects of Flow Control Devices in a Six- strand Tundish in Continuous Casting of Steel Billet**

M. Tayyebi; F. Ghanbari; A. Kumar, Page 49-53





**عنوان کتاب:**

تغییر شکل پلاستیکی شدید

**عنوان به انگلیسی:**

Severe Plastic Deformation

**ویرایش:**

Andrzej Rosochowski

**سال نشر:**

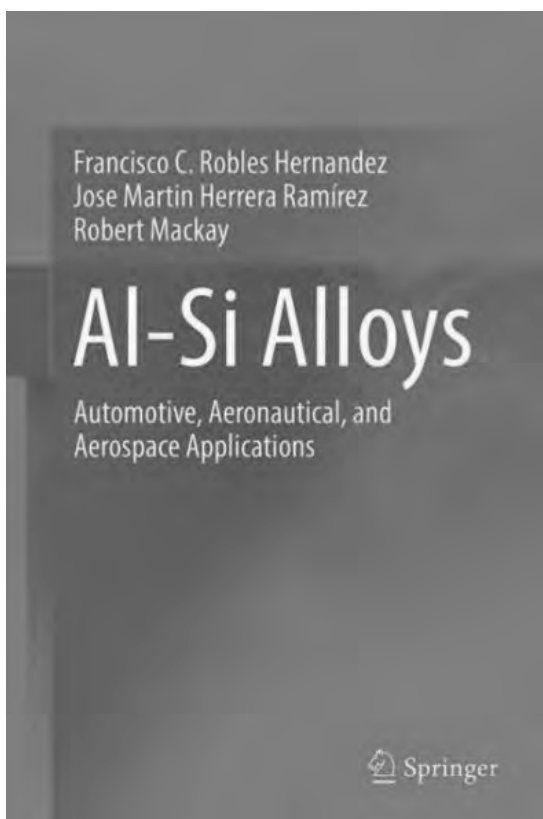
۲۰۱۷

**انتشارات:**

University of Strathclyde

**معرفی کتاب:**

در این کتاب برای اولین بار به پوشش همه جنبه‌های تکنولوژی تغییر شکل پلاستیکی شدید (SPD)، که روشی است برای اصلاح ساختار دانه در مواد فلزی، پرداخته شده است. در این کتاب پایه‌های اولیه این روش و همچنین تجهیزات مورد استفاده در آن از جمله ماشین آلات و ابزار شرح داده شده است. این کتاب محبوب‌ترین فرآیند SPD یعنی فشار در کانال مساوی زاویه دار، ECAP و نسخه پیشرفته آن، I-ECAP را پوشش می‌دهد. در فصل جداگانه‌ای به ابزار مورد استفاده در ECAP / I-ECAP پرداخته شده است. یکی دیگر از فرآیندهای رایج SPD، پیچش تحت فشار زیاد (HPT) است که نتایج خوبی در اصلاح ساختار دانه‌ای ارائه می‌دهد اما با مشکلات فنی مواجه است. یکی دیگر از فرآیندهای SPD که کمتر در مورد آن صحبت شده، فرآیند فشار و اکستروژن متوالی (CEC) است که به طور کامل در این کتاب به آن پرداخته می‌شود. در نهایت، یک فرآیند اصلی در SPD یعنی نورد تجمعی یا اتصال نوردی انباشتی (ARB)، که قادر به اصلاح ساختار دانه در ورق است، مورد بحث قرار می‌گیرد. این کتاب برای دانشجویان و محققان و متخصصانی است که در زمینه پالایش ساختار دانه‌های فلزات توسط SPD فعالیت دارند.



**عنوان کتاب:**

آلیاژهای Al-Si: مورد استفاده در صنایع خودرو و هوا-فضا

**عنوان به انگلیسی:**

Al-Si Alloys: Automotive, Aeronautical, and Aerospace Applications

**نویسندگان:**

F. C. R. Hernandez, J. M. H. Ramirez, R. Mackay

**سال نشر:**

۲۰۱۷

**انتشارات:**

Springer

**معرفی کتاب:**

این کتاب جزئیات اصول تولید، ترمودینامیک و دیگر ویژگی‌های اصلی آلیاژهای آلومینیوم را با تمرکز بر روی سیستم‌های آلومینیوم-سیلیسیم شرح می‌دهد. در همین راستا کاربرد این آلیاژها در صنایع مختلف از جمله صنایع خودروسازی، هواپیما سازی و در تجهیزات فضایی را مورد ارزیابی قرار داده است.

بخش‌های مختلف این کتاب شامل:

۱- آلیاژهای آلومینیوم، عناصر جزئی، عمده و ناخالصی

۲- تجزیه و تحلیل حرارتی

۳- فرایند ریخته‌گری فلزی

۴- متالورژی پودر

۵- عملیات ذوب نیمه جامد و مایع

۶- خواص مکانیکی

۷- کاربرد در صنعت خودرو و هوافضا

۸- اصول جامد سازی

۹- اصلاح دانه

## سینارهای بین المللی

No	Title	Location	Date	Organization
1	8th International Congress on the Science and Technology of Ironmaking (ICSTI2018)	Vienna, Austria	25-27 Sep 2018	<a href="http://www.icsti2018.org">www.icsti2018.org</a>
2	3rd Ingot Casting, Rolling and Forging Conference, ICRF 2018	Philadelphia, USA	16-19 Oct 2018	<a href="http://www.icrf2018.com">www.icrf2018.com</a>
3	Symposium of International Committee of Analysis for Steel & Iron Industry	China National Convention Center, Beijing, China	17-18 Oct 2018	<a href="http://www.ccatm.cn">www.ccatm.cn</a>
4	International Symposium on High-temperature Oxidation and Corrosion 2018	Matsue, Shimane Japan	21-26 Oct 2018	<a href="http://www.10times.com">www.10times.com</a>
5	The 13th International Symposium on Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics	85 Sky Tower Hotel, Kaohsiung City, Taiwan	30 Oct, 2 Nov 2018	<a href="http://www.2018-13th-isem.webnode.tw">www.2018-13th-isem.webnode.tw</a>
6	6th International Conference on Advanced Steels	Ramada Plaza Jeju Hotel, Jeju, Korea.	18-21 Nov 2018	<a href="http://www.icas2018.org">www.icas2018.org</a>
7	International Symposium on Joining Technologies in Advanced Automobile Assembly 2018	Kitakyushu International Conference Center, Kitakyushu, Japan	27-28 Nov 2018	<a href="http://www.jwri.osaka-u.ac.jp">www.jwri.osaka-u.ac.jp</a>

## سمینارهای داخلی



ردیف	عنوان	زمان	پایگاه اینترنتی
۱	کنفرانس ملی نخبگان علوم پایه و مهندسی	۲۵ شهریور ماه ۱۳۹۷	www.jdmjournal.com
۲	اولین کنفرانس ملی مدل‌سازی رفتار مکانیکی مواد	۲۵ تا ۲۶ مهر ماه ۱۳۹۷	www.cmbm2018.uk.ac.ir
۳	چهارمین همایش و نمایشگاه ملی تجهیزات و مواد آزمایشگاهی صنعت نفت ایران	۱۳ تا ۱۴ آبان ماه ۱۳۹۷	www.iranlabconf.ir/
۴	پانزدهمین همایش علمی دانشجویی مهندسی مواد و متالورژی ایران	۲۲ تا ۲۳ آبان ماه ۱۳۹۷	www.cmat.iromes.ir
۵	دومین کنفرانس دوسالانه بین‌المللی نفت، گاز و پتروشیمی	۲۳ آبان ماه ۱۳۹۷	www.ogpc2018.ir
۶	سومین جشنواره ملی و کنگره بین‌المللی علوم و فناوری‌های سلول‌های بنیادی و پزشکی بازساختی	۱۰ تا ۱۱ شهریور ۱۳۹۷	www.stemcellfestival.com
۷	ششمین کنفرانس بین‌المللی کامپوزیت، مشخصه سازی، ساخت و کاربرد	۲۰ تا ۲۱ آذر ماه ۱۳۹۷	www.ccfa.iust.ac.ir
۸	هفتمین همایش ملی فناوری نانو از تئوری تا کاربرد	بهمن ماه ۱۳۹۷	www.ncnta.ir
۹	سمپوزیوم فولاد ۹۷	۳۰ بهمن و ۱ اسفند ماه ۱۳۹۷	www.issiran.com

## برگزاری دوره های آموزشی انجمن آهن و فولاد ایران

کمیته آموزش انجمن آهن و فولاد ایران به منظور شناخت هر چه بیشتر نیازها و استعداد های واحدهای صنعتی و گسترش امر آموزش آمادگی خود را در برپایی دوره های آموزشی - کاربردی در زمینه های مختلف آهن و فولاد اعلام می دارد. لذا از کلیه مسئولان و صاحبان صنایع که علاقمند به برگزاری دوره های آموزشی که تاکنون از طرف انجمن ارائه شده و یا دوره های آموزشی خاص دیگری که مورد نیاز آن مؤسسه است تقاضا می گردد از طریق تکمیل فرم زیر این انجمن را مطلع فرمایند. بدیهی است دوره های پیشنهادی از طرف متقاضیان قابل بررسی و اجراست. ضمنا در صورت نیاز دورها در محل شرکت درخواست کننده قابل برگزاری است.

### فرم درخواست برگزاری دوره های 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 :..... نامبر :.....  
امضاء و تاریخ

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 کنورتور اکسیژنی	مهندس جولازاده	۳ روزه
۶	شاخص های پایداری در صنایع فولاد	مهندس جولازاده	۱ روز
۷	مدیریت 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 ریخته گری مداوم	دکتر علیزاده	۳ روزه
۱۰	فرآیند انجماد در ریخته گری مداوم	دکتر علیزاده	۳ روزه
۱۱	ایمنی و بهداشت (بسته به استفاده مواد شیمیایی)	دکتر رضائیان	۱ روزه



ردیف	عنوان دوره	نام استاد	مدت
۱۲	ترکیب بهینه بار کوره بلند	مهندس جولانزاده	۵ روزه
۱۳	فناوری نوین در کوره بلند	مهندس جولانزاده	۵ روزه
۱۴	بازرسی زغال و کک	مهندس جولانزاده	۳ روزه
۱۵	توازن کربن و کک در کوره بلند	مهندس جولانزاده	۲ روزه
۱۶	پایش خوردگی و استفاده از کوبن‌ها و سنسورهای خوردگی در صنعت	دکتر اشرفی	۱ روزه
۱۷	طراحی و انتخاب مواد مقاوم به خوردگی	دکتر اشرفی	۱ روزه
۱۸	بررسی مکانیزم تخریب قطعات و تجهیزات صنعتی	دکتر اشرفی	۲ روزه
۱۹	آزمون های خوردگی	مهندس زمانی	۳ روزه
۲۰	فرصت‌های صرفه جویی انرژی در کوره‌های پیش گرم نورد	مهندس جولانزاده	۲ روز
۲۱	تکنولوژی تولید فولادهای آلیاژی در کوره‌های قوس الکتریکی	مهندس جولانزاده	۲ روز
۲۲	تحولات و توسعه در فرایند فولاد سازی کوره قوس الکتریکی	مهندس جولانزاده	۲ روزه
۲۳	تزریق سوخت‌های کمکی در کوره بلند	مهندس جولانزاده	۲ روزه
۲۴	فرصت‌های صرفه جویی انرژی در کوره‌های قوس الکتریکی	مهندس جولانزاده	۲ روزه
۲۵	فرایند تولید کک به روش بازیافت حرارتی	مهندس جولانزاده	۳ روزه
۲۶	ترمودینامیک کوره‌های قوس از جهت رفتار عناصر آلیاژی	دکتر علیزاده	۲ روزه
۲۷	فرایند تولید فولاد به روش کوره قوس الکتریکی	مهندس جولانزاده	۳ 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 طرخی نژاد	۲ 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	خریب قطعات در صنعت و تحلیل شکست (Failure Analysis)	دکتر اشرفی زاده	۲ 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	فرآیند ریخته گری مداوم تختال نازک	دکتر اعلائی	۲ روزه
۳۸	بازدارنده‌های خوردگی	مهندس نصیرالاسلامی	۳ روزه



انجمن آهن و فولاد ایران

لیست انتشارات

انجمن آهن و فولاد ایران

عنوان	گردآورنده	تاریخ انتشار	مبلغ (ریال)
مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۷۵	دانشکده مهندسی مواد دانشگاه صنعتی اصفهان	مهر ماه ۱۳۷۵	۲۸۰/۰۰۰
مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۷۸	انجمن آهن و فولاد ایران	اردیبهشت ماه ۱۳۷۸	۲۸۰/۰۰۰
مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۷۹	انجمن آهن و فولاد ایران	بهمن ماه ۱۳۷۹	۲۸۰/۰۰۰
مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۰	انجمن آهن و فولاد ایران	بهمن ماه ۱۳۸۰	۲۸۰/۰۰۰
مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۱	انجمن آهن و فولاد ایران	بهمن ماه ۱۳۸۱	موجود نیست
مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۲	انجمن آهن و فولاد ایران	بهمن ماه ۱۳۸۲	موجود نیست
مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۳	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ماه ۱۳۸۳	۳۲۰/۰۰۰
مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۴	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ماه ۱۳۸۴	۳۲۰/۰۰۰
مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۵	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ماه ۱۳۸۵	۳۵۰/۰۰۰
مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۶	انجمن آهن و فولاد ایران	بهمن ماه ۱۳۸۶	۳۸۰/۰۰۰
مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۷	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ماه ۱۳۸۷	۳۸۰/۰۰۰
مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۸	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ماه ۱۳۸۸	۳۸۰/۰۰۰
مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۹	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ماه ۱۳۸۹	۳۸۰/۰۰۰
مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۹۰	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ماه ۱۳۹۰	۳۸۰/۰۰۰
مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۹۱	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ماه ۱۳۹۱	۴۳۰/۰۰۰
مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۹۲	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ماه ۱۳۹۲	۵۴۰/۰۰۰
مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۹۳	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ماه ۱۳۹۳	۶۵۰/۰۰۰
مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۹۴	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ماه ۱۳۹۴	۷۰۰/۰۰۰
مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۹۵	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ماه ۱۳۹۵	۸۰۰/۰۰۰
مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۹۶	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ماه ۱۳۹۶	۸۰۰/۰۰۰



۱۱۰/۰۰۰	زمستان ماه ۸۲	Glyn Meyrick- Robert H. wagoner-wei Gan	Physical Metallurgy of Steel (2001)
۱۱۰/۰۰۰	زمستان ماه ۸۲	Glyn Meyrick- Robert H. wagoner-wei Gan	Physical Metallurgy of Steel (2001)
۱۱۰/۰۰۰	زمستان ماه ۸۲	The Southern African Institute of Steel Construction	Introduction to the Economics of Structural Steel Work (2001)
۲۲۰/۰۰۰	شهریور ماه ۸۷	H. K. D. H. Bhadeshia and Sir Robert Honeycombe	Steels "Microstructure and Properties", Third Edition
۱۱۰/۰۰۰	شهریور ماه ۸۷	Iron & Steel Society of Iran	Advanced High Strength Steel (AHSS) Application Guidelines, Version 3
افراد حقیقی ۱۴۰/۰۰۰ مؤسسات حقوقی ۲۷۵/۰۰۰	از پاییز ۸۹ لغایت زمستان ۹۶	Iron & Steel Society of Iran	(International Journal of Iron & Steel Society of Iran)
افراد حقیقی ۱۸۰/۰۰۰ مؤسسات حقوقی ۳۵۰/۰۰۰	از بهار ۹۷	Iron & Steel Society of Iran	(International Journal of Iron & Steel Society of Iran)
۱۶۰/۰۰۰	شهریور ماه ۸۴	مهندس محمد حسین نشاطی	کتاب فولاد سازی ثانویه
۳۲۰/۰۰۰	شهریور ماه ۸۸	مهندس پرویز فرهنگ	کتاب فرهنگ جامع مواد
۶۰/۰۰۰	از پاییز ۹۰ لغایت زمستان ۹۴	انجمن آهن و فولاد ایران	فصلنامه علمی - خبری پیام فولاد از شماره ۴۴ لغایت شماره ۶۱
۷۰/۰۰۰	از بهار ۹۵ لغایت زمستان ۹۵	انجمن آهن و فولاد ایران	فصلنامه علمی - خبری پیام فولاد از شماره ۶۲ لغایت شماره ۶۵
۸۰/۰۰۰	از بهار ۹۶ لغایت زمستان ۹۶	انجمن آهن و فولاد ایران	فصلنامه علمی - خبری پیام فولاد از شماره ۶۶ لغایت شماره ۶۹
۱۰۰/۰۰۰	از بهار ۹۷	انجمن آهن و فولاد ایران	فصلنامه علمی - خبری پیام فولاد از شماره ۷۰
۱۱۰/۰۰۰	اسفند ماه ۸۸	مهندس محمد حسین نشاطی	کتاب راهنمای انتخاب و کاربرد فولاد ابزار
۴۵/۰۰۰	آذر ماه ۸۹	مهندس محمد حسن جولازاده	کتاب مرجع فولاد
۵۵/۰۰۰	آذر ماه ۹۰	مهندس محمد حسن جولازاده	کتاب مرجع فولاد ۱۳۹۰
۶۵/۰۰۰	آذر ماه ۹۱	مهندس محمد حسن جولازاده	کتاب مرجع فولاد ۱۳۹۱
۱۱۰/۰۰۰	آذر ماه ۹۲	مهندس محمد حسن جولازاده	کتاب مرجع فولاد ۱۳۹۲
۱۶۰/۰۰۰	آذر ماه ۹۳	مهندس محمد حسن جولازاده	کتاب مرجع فولاد ۱۳۹۳
۲۰۰/۰۰۰	آذر ماه ۹۴	مهندس محمد حسن جولازاده	کتاب مرجع فولاد ۱۳۹۴
۲۵۰/۰۰۰	آذر ماه ۹۵	مهندس محمد حسن جولازاده	کتاب مرجع فولاد ۱۳۹۵
۳۰۰/۰۰۰	آبان ماه ۹۶	مهندس محمد حسن جولازاده	کتاب مرجع فولاد ۱۳۹۶
۲۵۰/۰۰۰	اردیبهشت ماه ۹۶	مهندس زهرا السادات رضوی دینانی، دکتر نوراله میرغفاری، مهندس محمد حسن جولازاده	حفاظت محیط زیست در صنایع آهن و فولاد (فاضلاب، هوا و پسماند)



انجمن آهن و فولاد ایران

## فرم درخواست عضویت حقیقی و حقوقی در

## انجمن آهن و فولاد ایران

توجه: لطفا در قسمتهای تیره چیزی ننویسید و نام و نام خانوادگی و محل کار خود را به لاتین در محل مربوط بنویسید.

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

امضاء :  
تاریخ :

### مدارک لازم برای عضویت:

- ۱- برگ درخواست عضویت تکمیل شده.
- ۲- فتوکپی آخرین مدرک تحصیلی (برای دانشجویان ارائه کپی کارت دانشجویی کافی است.) + دو قطعه عکس ۳×۲.
- ۳- فیش بانکی به مبلغ (برای مؤسسات حقوقی وابسته ۸/۴۰۰/۰۰۰ ریال، برای اعضاء حقیقی ۹۶۰/۰۰۰ ریال، برای دانشجویان ۳۶۰/۰۰۰ 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: ۰۳۱-۳۳۹۳۲۱۲۵، پست و یا تحویل حضوری).



## فراخوان مقاله برای مجله بین المللی 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، دانشگاهیان 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 دانشگاه ها و مؤسسات پژوهشی دعوت می گردد جهت هر چه پربار شدن این مجله مقالات خود را به زبان انگلیسی بر اساس راهنمای موجود به آدرس زیر ارسال نمایند.

ضمناً مقالات بایستی تحت یکی از عناوین زیر تهیه گردند.

۱- آهن سازی ۲- فولادسازی ۳- ریخته گری و انجماد ۴- اصول، تئوری، مکانیزمها و کینتیک فرآیندهای دمای بالا  
۵- آنالیزهای فیزیکی و شیمیائی 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- نوسزهای مصرفی در صنایع فولاد

آدرس دبیرخانه مجله: دانشگاه صنعتی اصفهان، شهرک علمی تحقیقاتی اصفهان، خیابان ۱۲، پلاک ۳۰۶ A

کدپستی: ۸۳۲۲۸-۸۴۱۵۶

دبیرخانه مجله بین المللی انجمن آهن و فولاد ایران

تلفن: ۰۳۱-۳۳۹۳۲۱۲۱ تا ۰۳۱-۳۳۹۳۲۱۲۵، دورنویس: ۰۳۱-۳۳۹۳۲۱۲۵

E-mail: [journal@issiran.com](mailto:journal@issiran.com)

website: [journal.issiran.com](http://journal.issiran.com)

# راهنمای نویسندگان مقاله مجله علمی - پژوهشی بین المللی آهن و فولاد ایران

## متن اصلی مقاله

متن مقاله باید در قالب یک نسخه فایل مایکروسافت ورد در حداقل هفت صفحه کامل و حداکثر بیست صفحه نوشته شود. لازم به ذکر است نسخه ارسالی شامل متن اصلی مقاله بدون ذکر نام نویسندگان باشد و کلیه جداول و اشکال نیز در مکان مناسب در متن آورده شده باشد. با توجه به احتمال وجود تفاوت میان نسخه نرم افزار آفیس مورد استفاده داوران گرامی با نویسندگان محترم، به منظور جلوگیری از هرگونه بهم ریختگی مقاله و تضییع حقوق نویسندگان، لازم است تایپ مقاله در آفیس ۲۰۱۰ به بالا صورت گیرد. شایان ذکر است که رعایت این استاندارد سبب تسریع فرآیند ویراستاری و صفحه آرایی نیز خواهد شد.

## کلمات کلیدی

در این بخش کلمات کلیدی بین سه تا شش کلمه باید باشند و درست زیر چکیده مقاله جای می گیرند.

## ۱. مقدمه

در این بخش، ابتدا باید کلیات موضوع مورد بحث بیان شود و سپس خلاصه‌ای از تاریخچه موضوع و مطالعات انجام شده همراه با ویژگی‌های آن‌ها (به نحوی که اهمیت انجام کار برای خواننده روشن شود)، توضیح داده شود. در ادامه، نوآوری و مشارکت پژوهش انجام شده در مرزهای دانش و فناوری برای رفع مشکلات و کاستی‌ها، گشودن گره‌ها و یا حرکت به سمت یافته‌های نوین، در یک یا دو پاراگراف توضیح داده شود.

## ۲. روش تحقیق

مطالب اصلی بیان شده در این بخش باید شامل تعریف طرح مسئله، مفاهیم مورد نیاز، روش‌های الگوسازی نظری یا تجربی و راه حل‌های ارائه شده باشد. در صورت استفاده از شکل‌ها، جدول‌ها و رابطه‌های ریاضی به کاررفته در مقاله، باید در متن مقاله به آن‌ها ارجاع داده شود.

## ۳. نتایج و بحث

مهمترین بخش یک مقاله علمی پژوهشی، ارائه روان نتایج به دست آمده خواهد بود. بنابراین باید به روشنی نشان داده شود که الگوی توسعه یافته، نتایج درستی را به لحاظ کمی و کیفی ارائه داده است. همچنین در ادامه لازم است تا در ارتباط با رفتار تمامی نتایج در شکل‌ها و جدول‌های مختلف بطور کامل بحث شود تا خواننده نسبت به درستی کار انجام شده، اطمینان کافی حاصل نماید.

## ۴. نتیجه گیری

در این بخش، باید نکات مهم بطور خلاصه مرور شوند، به نحوی که خواننده به نتایج اصلی کار با راحتی آگاه شود. در این بخش می‌توان به کاربردهای تحقیق انجام شده اشاره کرد و نکات مبهم و قابل بررسی جدید را مطرح نمود و یا گسترش موضوع بحث را به زمینه‌های دیگر پیشنهاد داد.

## نام نویسندگان

نام کلیه نویسندگان مقاله بطور کامل در بخش Author ذکر شود. همچنین نویسندگان باید فرد عهده‌دار مکاتبات را با قرار دادن علامت ستاره (\*) در بالای اسم او در لیست نام نویسندگان مشخص کنند.

## مشخصات نویسندگان

مشخصات نویسندگان شامل مرتبه علمی، نام دانشکده، نام دانشگاه، نام شهر، نام کشور، پست الکترونیک و شماره تلفن/دورنگار است. هر مقاله به بخش‌های مختلفی تقسیم می‌شود که عبارتند از:

## عنوان

عنوان مقاله باید حداکثر شامل ۱۵ کلمه باشد و تمامی ویژگی‌های تحقیق انجام شده را نیز مشخص کند. در عنوان مقاله باید از ذکر کلمات اختصاری اجتناب شود.

## چکیده

چکیده باید بصورت مختصر موضوع اصلی، هدف و یافته‌های اصلی مقاله را در حداقل ۱۵۰ و حداکثر ۲۵۰ کلمه ارائه دهد. ضمناً نمادها بطور کامل توضیح داده شود و از به کار بردن اختصار کلمات و قرار دادن مراجع در آن جداً خودداری شود.

## مراجع

مراجع می‌تواند شامل کتاب‌ها، مقالات مجلات علمی، اختراعات ثبت شده، مقالات کنفرانس‌ها، پایان‌نامه‌ها، گزارش‌های فنی، کارگاه‌های آموزشی، وبسایت‌های معتبر و دیگر منابع قابل استناد بوده و از ارجاع به گزارش‌های منتشر نشده، مقالات پذیرفته نشده و دیگر منابع غیرقابل استناد باید خودداری نمود.

لیست مراجع باید به ترتیب استفاده در متن مقاله تهیه و در انتهای مقاله آورده شود (مانند [1]). بنابراین، در صورت استفاده از مراجع فارسی، باید مشخصات آن‌ها به انگلیسی برگردانده شود و عبارت (in Persian) در انتهای آن قرار گیرد. مراجع بر چند دسته‌اند که هر کدام باید مطابق دستورالعمل زیر تنظیم شوند:

### - مجلات:

اول نام نویسندگان و سپس فامیل آن‌ها قرار می‌گیرد. بعد از نام نویسندگان علامت دو نقطه قرار می‌گیرد. بعد از آن نام مجله که حتماً باید از مخفف مجلات در مراجع استفاده شود. پس از آن شماره جلد مجله، سال انتشار و شماره صفحه اول مقاله به شکل زیر قرار می‌گیرد. بطور مثال:

[1] H. Luo, H. Dong, M. Huang: Mater. Des., 83(2015), 42.

### - مجموعه مقالات کنفرانس‌ها

بعد از ذکر نام نویسندگان به سبک قبلی که در قسمت مجلات گفته شد، به ترتیب: مخفف مجموعه مقالات، نام ویرایشگر (اگر دارد)، نام منتشر کننده، مکان انتشار، سال انتشار و شماره صفحه آن قرار می‌گیرد. بطور مثال:

[1] H.J. Jun, O. Yakubovsky, N. Fonstein: 1st Int. Conf. on High Manganese Steels, Seoul, Korea. (2011), 215.

### - کتاب

بعد از ذکر نام نویسندگان به سبک قبلی که در قسمت مجلات گفته شد، عنوان کتاب، شماره جلد، نام ویرایشگر، نام منتشر کننده، مکان انتشار، سال انتشار و شماره صفحه آن قرار می‌گیرد. بطور مثال:

[1] W. C. Leslie: The Physical Metallurgy of Steels, McGraw-Hill, New York, (2002), 621.

لازم به ذکر است که باید به تمامی مراجع در متن مقاله ارجاع داده شده و برای ارجاع به مراجع نیز تنها از شماره آن‌ها در لیست مراجع و در داخل نیم پرانتز و بالانویس در آخر جمله استفاده شود.

برای ارجاع به دو مرجع و یا چند مرجع با شماره‌های غیرمتوالی باید از کاما و برای ارجاع به چند مرجع با شماره‌های متوالی باید از خط تیره استفاده نمود.

## شکل‌ها

طرحواره‌ها، نمودارها و شکل‌های بکاررفته همگی باید با عنوان «Fig» نامگذاری شوند و به صورت وسط چین در مقاله قرار بگیرند. شکل‌های موجود در مقالات ارسالی باید دارای کیفیتی مناسب باشند. بعد از مرحله داوری و پذیرش مقاله نیز لازم است تا شکل‌ها با وضوحی حداقل برابر با ۳۰۰ پیکسل در اینچ و در قالب JPEG یا TIFF و همچنین فایل اکسل نمودارها به صورت جداگانه ارسال شوند. در نامگذاری محورهای نمودار باید عنوان محور همراه با ذکر واحد در داخل کروش به ادامه آن آورده شود. خواهشمند است قلم تمامی شکل‌ها Times New Roman باشد.

## جدول‌ها

نوشته‌های داخل جدول باید به صورت وسط چین نوشته شود و در صورت استفاده از پاورقی در جدول‌ها، باید محل قرارگیری آن‌ها در زیر همان جدول باشد. لازم به ذکر است که جدول‌ها نباید به صورت عکس ارائه شوند.

## رابطه‌های ریاضی

ابزار م‌تایپ (Math Type) برای نوشتن رابطه‌های ریاضی از کارایی بسیار بالایی برخوردار است و تمامی رابطه‌های بکاررفته در مقاله باید با استفاده از این ابزار نوشته شوند. به دلیل به هم ریختگی برخی معادلات تولیدشده به وسیله ابزار معادله آفیس و ایجاد اختلال در فرآیند داوری، تنها ابزار مجاز برای نگارش روابط، م‌تایپ می‌باشد.

## سیستم واحدها

سیستم واحد قابل قبول، سیستم بین‌المللی (متریک) است و در مواقع ضروری، می‌توان معادل آن در سیستم واحد دیگر در داخل پرانتز بکار برد.



## GUIDE FOR PREPARATION OF MANUSCRIPT

International Journal of Iron & Steel Society of Iran (IJSSI) 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 IJSSI. 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.

## راهنمای اشتراک در

## 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 می توانید 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، دانشگاه صنعتی اصفهان، شهرک علمی تحقیقاتی اصفهان، خیابان ۱۲، واحد ۳۰۶، کدپستی: ۸۴۱۵۶-۸۳۲۲۸ ارسال فرمایید.

- ۳- کپی فیش بانکی را تا زمان دریافت نخستین شماره اشتراک نزد خود نگه دارید.
- ۴- مبلغ اشتراک برای یک سال با هزینه پست و بسته بندی ۴۰۰۰۰۰ ریال می باشد.
- ۵- در صورت نیاز به اطلاعات بیشتر با تلفن های ۲۴-۳۳۹۳۲۱۲۱ (۰۳۱) تماس حاصل فرمائید.

### فرم اشتراک

بیوست فیش بانکی به شماره ..... به مبلغ ..... ریال  
بابت حق اشتراک یک ساله فصلنامه پیام فولاد ارسال می گردد.  
خواهشمند است مجله را برای مدت یک سال از شماره ..... به نشانی زیر بفرستید.  
قبلاً مشترک بوده ام  شماره اشتراک قبل  مشترک نبوده ام

نام ..... نام خانوادگی .....  
نام شرکت یا مؤسسه .....  
شغل ..... تحصیلات .....  
سن ..... نشانی: استان ..... شهرستان .....  
خیابان .....  
کدپستی: ..... صندوق پستی: .....  
تلفن: ..... فاکس: .....

برای اعضاء انجمن این نشریه بصورت رایگان ارسال می گردد.

## فرم قرارداد درج آگهی در فصلنامه پیام فولاد

اینجانب خانم / آقای ..... نماینده شرکت ..... به آدرس .....

شماره تلفن ..... با اطلاع کامل از ضوابط ذیل و شرایط عمومی طرح آگهی نسبت به عقد قرارداد اقدام می  
نمایم.

• بازه زمانی چاپ آگهی یک فصل چهار فصل (۱۰٪ تخفیف) هشت فصل (۱۵٪ تخفیف) و محل چاپ  
آگهی ..... می باشد.

• هزینه هر فصل آگهی ..... ریال و طراحی ۱,۰۰۰,۰۰۰ ریال (در صورت تمایل) به مبلغ کل ..... ریال تعیین می گردد.

محل چاپ آگهی
پشت جلد
صفحات داخلی جلد
صفحه استاپ
پنج صفحه اول و آخر
سایر صفحات

طرح آگهی به فرمت TIFF یا PDF به صورت CMYK و با وضوح dpi ۳۰۰ در ابعاد ۲۹/۷ \* ۲۱ سانتی متر (به صورت عمودی) میباشد.  
\* همچنین شرکت محترم موظف است پس از چاپ آگهی هزینه مربوطه را نقداً / چکی (تاریخ وصول کاملاً توافقی) پرداخت نماید و  
همچنین در صورت اعلام انصراف پس از عقد قرارداد ۵۰٪ هزینه ی چاپ آگهی را تا پایان قرارداد محاسبه و پرداخت نماید.  
\* در صورت انصراف از همراهی با ما پیش از آغاز فصل جدید، با واحد تبلیغات هماهنگ شوید در غیر این صورت آگهی شما به  
صورت خودکار چاپ می گردد.

\* 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) به نام انجمن آهن و فولاد ایران واریز و فیش مربوطه  
را به پیوست فرم تکمیل شده ذیل به شماره تلفن ۳۳۹۳۲۱۲۵ - ۰۳۱ فاکس نمایند.

امضاء

## دستورالعمل تهیه مقاله در فصلنامه پیام فولاد

بین المللی (SI) برای واحدها در نظر گرفته شود.  
۶- تصاویر و عکس ها: اصل تصاویر و عکس ها باید به ضمیمه مقاله ارسال شود. در مورد مقالات ترجمه شده ارسال اصل مقاله همراه با تصاویر و عکس های آن ضروری است.  
۷- واژه ها و پی نوشت ها: بالای واژه های 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 عکس ها بر عهده نویسندگان/ مترجمان مقاله است.
- فصلنامه پیام فولاد از بازگرداندن مقاله معذور است.

۱- مطالعات موردی می تواند شامل چکیده، نتایج، بحث، جمع بندی و در صورت نیاز مراجع باشد. رعایت سایر موارد ذکر شده فوق در مورد مطالعات موردی الزامی 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 مینماید.

### 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 A<sub>4</sub> 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 آزمایش ها، نتایج و بحث، نتیجه گیری و مراجع

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

# درافزاشیمی

مواد شیمیایی صنایع ریخته گری



انواع پوشان های پایه آبی  
انواع پوشان های پایه الکی  
انواع چسب های قالب و ماهیچه  
انواع مواد گاز زدا ، فسفر زدا و گوگرد زدا  
انواع فلاکس های پوششی و سرباره گیر ها  
انواع پوشان های فوق دما بالا و فوق روانکار  
انواع تغذیه های آماده و پد های عایق و گرمازا  
انواع روانکارها جهت مصرف در صنایع فورج و دایکست  
انواع قرصهای گاززدا، بهساز و جوانه زای مذاب آلومینیوم

تولیدات فوندرچم :

تهران، اتوبان ستاری، بلوار  
فردوس غرب، تقاطع سازمان  
برنامه، ساختمان ۴۹۵، طبقه  
اول، واحد ۳



کدپستی : ۱۴۸۳۷۵۶۴۶۴

۴۶۰۹۶۲۰۰

۴۶۰۹۶۳۰۰

الی

۴۶۰۹۶۸۰۰





**GHALTAK SAZAN**

## شرکت غلتک سازان سپاهان

تولید کننده قطعات ریخته گری سنگین چدن و فولادی  
تا وزن ۱۰۰ تن و ریخته گری مداوم شمش های فولادی

### • صنایع فولاد سازی ، نورد و گندله سازی :

پاتیل سر باره ، کوکیل فولاد ریزی ، کاور تاندیش ، قفسه نورد ، چوک ، میز راهنما و سترپارت



پاتیل سر باره



استند قفسه نورد



کوکیل



پالت کار



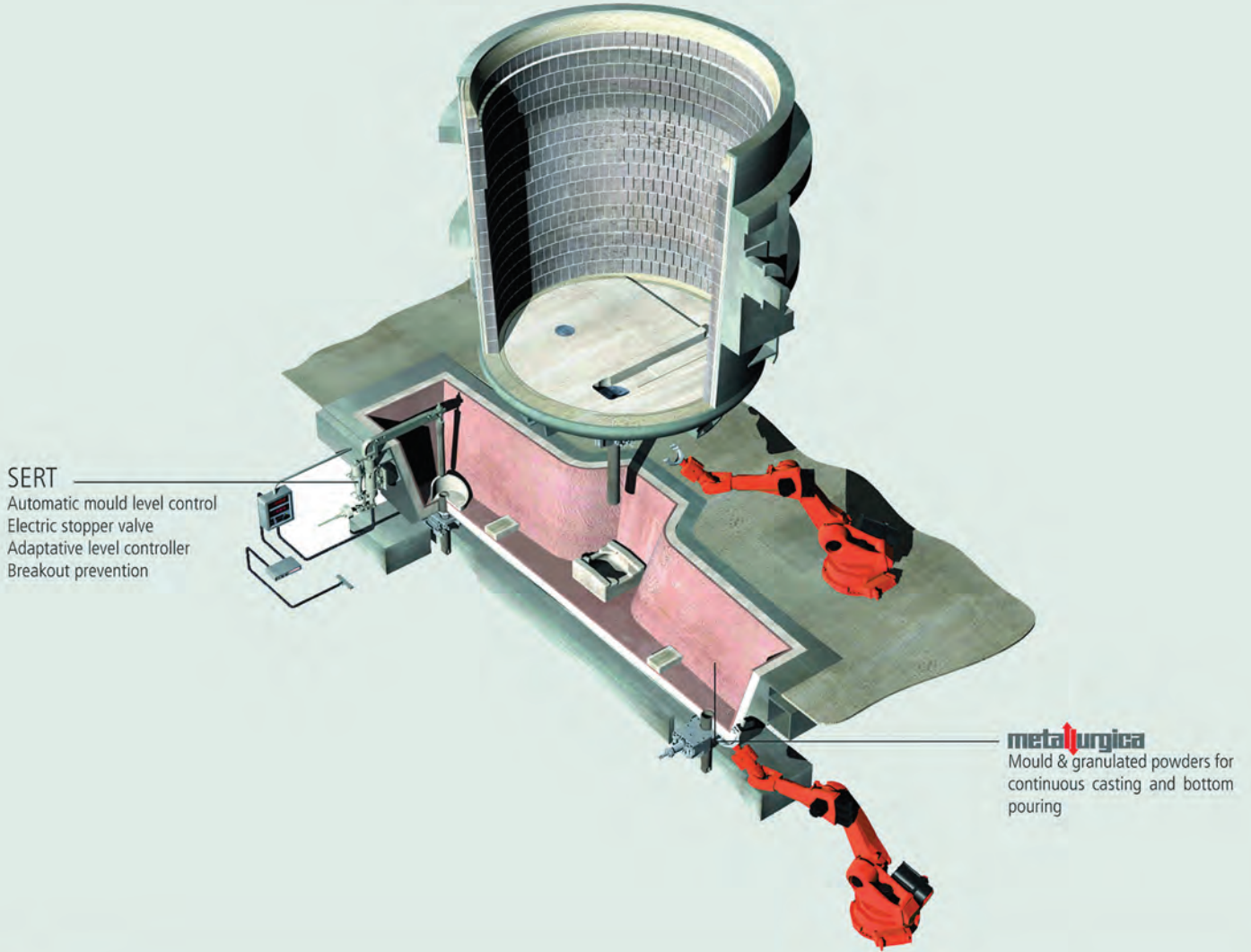
چوک



[www.ghaltaksazan.com](http://www.ghaltaksazan.com)  
[Sales@ghaltaksazan.com](mailto:Sales@ghaltaksazan.com)



# Solutions through Technology



You can't create experience. You must undergo it.

Vesuvius Corporation SA  
Salita delle Ginestre 10, 6900  
Lugano - Cassarate Switzerland  
Email: [Luis.bottini@vesuvius.com](mailto:Luis.bottini@vesuvius.com)  
Tel: +41 91 9724572  
Fax: +41 91 9712638  
Email: [Kivanc.Sircan@vesuvius.com](mailto:Kivanc.Sircan@vesuvius.com)

  
**VESUVIUS**  
[www.vesuvius.com](http://www.vesuvius.com)

تهران: خیابان میرداماد، پلاک ۲۱۷  
کدپستی: ۱۹۱۹۶۱۴۶۸۹  
تلفن: ۲۲۲۲۵۶۶۴ فکس: ۲۲۲۷۹۳۳۳  
موبایل: ۰۹۱۲ ۱۱۶۸۶۳۶ پارسا  
پست الکترونیکی: [Info@zaribco.com](mailto:Info@zaribco.com)



تامین‌گر  
TAMINGAR

تولید و تامین‌کننده تجهیزات  
قطعات و مواد مصرفی صنعت فولاد

Producer and Supplier of equipment  
parts and consumable materials of  
steel industry



### مواد اولیه فولاد سازی:



کک متالورژی

فروسیلیس

فرومنگنز

فروسیلیکومنگنز

گرافیت

### نسوزهای تاندیش:



ملات سبز

جرم تاندیش

پلاستر تاندیش

صفحات گارنگس

نازل تاندیش

### نسوزهای پاتیل و کوره:



جرم گانینگ

پروس پلاگ

نازل درونی پاتیل

نازل بیرونی پاتیل

صفحات اسلاید گیت

ول بلوک

### قطعات یدکی:



سیستم اسلاید گیت

دسته لنس

لوله لنس

افشانک

تیوب مسی

رنگ عایق کویل

کابل آب و برق

شینگ بدون کربن

تریستور

خازن



# بین المللی فولاد تکنیک شرکت مهندسی



## زمینه فعالیتها

- اجرای پروژه ها به روش طرح و ساخت (EPC)
- مشاوره مهندسی و نظارت
- مطالعات امکان سنجی
- مدیریت طرح و کنترل پروژه
- بازرسی فنی و کالا
- مدرنیزاسیون واحدهای صنعتی



## اهم پروژه ها

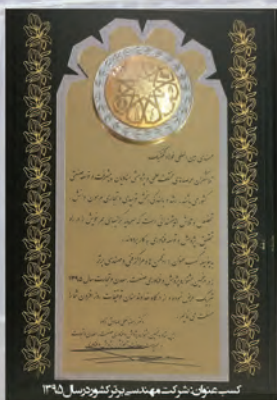
- مشاوره مجتمع فولاد ارفع (۸۰۰ هزار تن در سال)
- مطالعات جامع فولاد کشور
- مدرنیزاسیون سیستم کوره بلند ۲ ذوب آهن
- واحد آبرسانی ریخته گری شماره ۵ مجتمع فولاد مبارکه
- سیستم انتقال مواد گل گهر
- نورد بردسیر (۵۰۰ هزار تن میلگرد در سال)
- مشاوره طرح توازن ذوب آهن اصفهان (۱/۴ میلیون تن در سال)
- ایستگاه پمپ خانه آب زیرزمینی کاشان (۳ هزار لیتر بر ثانیه)
- گندله سازی سیرجان (۲/۵ میلیون تن در سال)



- احیاء مستقیم و فولادسازی نی ریز (۸۰۰ هزار تن در سال)
- احیاء مستقیم فولاد بردسیر (۱ میلیون تن در سال)
- ذوب آهن و نورد ازن (۱/۹ میلیون تن در سال)
- فولاد سرمد ابرکوه (۶۰۰ هزار تن در سال)
- نورد صبا زاگرس / فولاد کویر / فولاد بافق / بردسیر
- نمک زدایی گچساران (۱۱۰ هزار بشکه در روز)
- افزایش ظرفیت نوارنقاله مجتمع مس سرچشمه (۶ هزار تن در ساعت)
- توسعه کارخانه اسید سولفوریک مس سرچشمه (۳۰۰ هزار تن در سال)
- سیگنالینگ، مخبرات و تأمین توان قطار شهری اصفهان (طول خط ۲۱ کیلومتر)

## اهم گواهینامه ها

- گواهینامه طرح و ساخت (رتبه ۱ - معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی)
- صلاحیت پیمانکاری (پایه ۱ - معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی)
- گواهینامه پیمانکاری EPC (رتبه A - وزارت صنعت معدن و تجارت)
- صلاحیت خدمات مشاوره (معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی)
- مطالعات امکان سنجی و نظارت بر طرحها (رتبه الف - کانون مشاوران)
- بازرسی فنی و کالا (مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی)
- کسب تندیس سیمین در ششمین جشنواره جایزه ملی مدیریت پروژه ایران
- کسب عنوان شرکت مهندسی برتر کشور در پنجمین جشنواره پژوهش و فناوری صنعت، معدن و تجارت



### دفتر تهران:

میدان فاطمی - خیابان شهید بهرام مصیری  
کوچه کامران سابق - شماره ۱۸  
تلفن: ۸ - ۸۸۹۲۶۷۷۶ (+۹۸-۲۱)  
نمابر: ۰۳۵۵ - ۸۸۸۹۰ (+۹۸-۲۱)  
کدپستی: ۱۴۱۵۸۹۳۶۳۱

www.fooladtechnic.ir  
info@fooladtechnic.ir

### دفتر مرکزی:

اصفهان - خیابان دانشگاه  
تلفن مستقیم: ۳۶۲۷۵۷۰۲ - ۳۶۲۷۹۲۱۸ (+۹۸-۳۱)  
تلفخانه: ۴ - ۳۶۲۶۸۰۰۱ (+۹۸-۳۱)  
۱۷ - ۳۶۲۷۲۹۱۴ (+۹۸-۳۱)  
۲۱ - ۳۶۲۷۹۲۱۹ (+۹۸-۳۱)  
۲۳ - ۳۶۲۷۹۲۲۳ (+۹۸-۳۱)  
کدپستی: ۸۱۷۳۹ - ۳۹۷۹۱





# ایران

## ارتعاشات صنعتی ایران IRAN INDUSTRIAL VIBRATIONS CO.



 **ALFAGOMMA**

**WITZENMANN**  
managing flexibility

 **DUNLOP**



[www.iivco.org](http://www.iivco.org)

دفتر اهواز: ۳۴۴۵۵۷۸۹

دفتر تهران: ۸۸۷۳۶۷۶۶