



ریخته‌گری

انتشارات جامعه ریخته‌گران ایران / سال ۴۱ / شماره ۱۲۸ / زمستان ۱۴۰۰

ISSN 1028-3897

فهرست مطالب

- بررسی امکان تولید قطعات چدنی در کوره های القایی با استفاده از لاستیک های فرسوده.....۳
نجم الدین عرب، الهام صدیق
- مشکل ارزیابی قابلیت گرافیت زایی چدن نزدیک به یوتکتیک و چدن پایه برای بهسازی.....۸
عبدالحمید قدیمی
- اخبار دانشگاه ها(دانشگاه یاسوج) ۱۴
- تأثیر سرعت سرد کردن بر خواص رسوب آلیاژ Al-Si-Cu ریختگی.....۱۶
مسعود خاری زاده
- آئین نامه ایمنی در صنایع ریخته گری (قطعه ریزی و لوله ریزی).....۲۰
- اخبار ایران و جهان.....۲۷
- پرسش و پاسخ ۳۶
- واژه نامه ۳۸

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



ریخته‌گری

انتشارات جامعه ریخته‌گران ایران / سال ۴۱ / شماره ۱۲۸ / زمستان ۱۴۰۰

ISSN 1028-3897

قابل توجه علاقمندان به چاپ مقاله در فصلنامه تخصصی ریخته‌گری:

علاقمندان به چاپ مقالات در فصلنامه ریخته‌گری، می‌توانند مقالات خود را بر اساس الگوی نگارش مقالات به نشانی irfs.edu@gmail.com ارسال کنند.

قابل توجه علاقمندان به نشریات تخصصی گروه انتشارات انجمن علمی ریخته‌گری ایران:

از کلیه اعضای دانشجویی، حقیقی و حقوقی این انجمن درخواست می‌شود هر گونه تغییر در نشانی، شماره تماس یا شماره دورنگار خود را به روابط عمومی این انجمن اطلاع دهند. بدیهی است در صورت صحیح نبودن نشانی پستی، این انجمن هیچگونه مسئولیتی در قبال ارسال به موقع نشریات به دریافت‌کنندگان نخواهد داشت.

نشانی نشریه: تهران، خیابان بهار شمالی، جنب اداره برق، شماره ۱۷۴، طبقه سوم کدپستی: ۱۵۷۳۶۳۵۸۶۳
تلفن: ۰۲۰۲۷۲۲۸۸۸-۰۲۷۲۴۹۲۷۸۸۸، دورنگار: ۰۲۰۲۳۴۴۹۰۸۸۸

Website: www.irfs.ir

Email: irfs.edu@gmail.com

Telegram: [irfs1359](https://t.me/irfs1359)

زیر نظر گروه انتشارات مجری طرح: نگارین پرتو (۰۷۳۰۳۰۷۷۷)
چاپ خانه: چاپ علوی تهران

صاحب امتیاز: جامعه ریخته‌گران ایران
مدیر مسئول: دکتر پرویز دوامی
سردبیر: دکتر جلال حجازی
مدیر اجرایی: دکتر مهرداد عضو امینیان

هیات اجرایی:

مهندس اسدالله اسلامی (فولاد طبرستان)
مهندس عبدالحمید قدیمی (انجمن صنفی ریخته‌گری ایران)
مهندس شیوا خاتمی‌زاده (انجمن علمی ریخته‌گری ایران)

هیات تحریریه:

دکتر حسین آشوری (دانشگاه صنعتی شریف)
مهندس اسدالله اسلامی (فولاد طبرستان)
دکتر هاشم بنی‌هاشمی (انجمن علمی ریخته‌گری ایران)
دکتر جلال حجازی (دانشگاه علم و صنعت ایران)
دکتر پرویز دوامی (دانشگاه صنعت شریف)
دکتر مهدی دیواندردی (دانشگاه علم و صنعت ایران)
دکتر سعید شبستری (دانشگاه علم و صنعت ایران)
دکتر نجم‌الدین عرب (دانشگاه آزاد اسلامی)
دکتر مهرداد عضو امینیان (دانشگاه آزاد اسلامی)
مهندس عبدالحمید قدیمی (انجمن صنفی ریخته‌گری ایران)
دکتر سید محمد حسین میر باقری (دانشگاه امیرکبیر تهران)



ریختگی

انتشارات جامعه ریخته گران ایران/ سال ۴۱/ شماره ۱۲۸/ زمستان ۱۴۰۰

فهرست مطالب:

۳ بررسی امکان تولید قطعات چدنی در کوره های القایی با استفاده از لاستیک های فرسوده.....

نجم الدین عرب، الهام صدیق

۸ مشکل ارزیابی قابلیت گرافیت زایی چدن نزدیک به یوتکتیک و چدن پایه برای بهسازی.....

عبدالحمید قدیمی

۱۴ اخبار دانشگاه ها (دانشگاه یاسوج).....

۱۶ تأثیر سرعت سرد کردن بر خواص رسوب آلیاژ ریختگی Al-Si-Cu.....

مسعود خاری زاده

۲۰ آئین نامه ایمنی در صنایع ریخته گری (قطعه ریزی و لوله ریزی).....

۲۷ اخبار ایران و جهان.....

۳۶ پرسش و پاسخ.....

۳۸ واژه نامه.....

بررسی امکان تولید قطعات چدنی در کوره های القایی با استفاده از لاستیک های فرسوده

نجم الدین عرب^۱، الهام صدیق^۲

۱- استادیار گروه مهندسی مواد- دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه najmarab@iau-saveh.ac.ir

۲- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد مهندسی مواد - دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه

Investigation to Production of Cast Irons in Induction Melting Furnaces by Worn Tires

Najmeddin Arab¹, Elham Sedigh²

1-Assistant Professor, Department of Material Science, Saveh Branch, Islamic Azad University, Saveh, Iran

2-MS Graduate, Material Science, Saveh Branch, Islamic Azad University, Saveh, Iran.

چکیده:

تقریباً در هر سال به ازاء هر نفر در دنیا یک تایر به دور ریخته می‌شود. برخی صنایع از گرانولهای درشت استفاده کرده و برخی دیگر به پودر بسیار نرم لاستیک احتیاج دارند. هدف از این پژوهش بررسی امکان پذیر بودن جذب کربن لاستیک های فرسوده به مذاب چدن در کوره های القایی و تاثیر افزودن کربن از طریق لاستیک های فرسوده بر خواص و ساختار میکروسکوپی چدن هاست. در مرحله اول تحقیق با انجام محاسبات وزن لاستیک مورد نظر تعیین شد. مقدار کربن ذوب چدن بدون اینکه لاستیک اضافه شود اندازه گیری شده سپس لاستیک ها در وزن های مختلف اضافه شد و مقدار درصد کربن حاصل را بدست آمد و میزان جذب کربن اندازه گیری شد. سپس نمونه های مورد نظر را ریخته گری شده و درصد کربن موجود در نمونه ها تعیین گردید. نتایج نشان می دهد که درصد جذب کربن کمتر از ۲۰ درصد بود و نمونه های ریخته شده پر از حفره و تخلخل بود. سوختن لاستیک و تولید مقدار زیادی گاز موجب آلودگی محیط کارگاه و پاشش مذاب به بیرون از پاتیل می شود. نتیجه اصلی آن است که این روش اصولاً در فرآیند ذوب چدن ها در کوره های القایی نمی تواند، برای کربن دهی مذاب استفاده شود.

کلمات کلیدی: لاستیک فرسوده، چدن، کوره القایی، افزایش کربن.

Abstract:

Rubber recycling methods are divided into two branches, mechanical and chemical. In the mechanical method, tires are divided into smaller pieces. This is done in several stages by shredders and mills. Each step of this method produces different products that are used in different industries. Some industries use coarse granules and others require very soft rubber powder. In the chemical method, either the tire is burned and the remaining coal and metal wires are used or the tire is pyrolyzed. In the pyrolysis method, the tire is burned in vacuum. In this method, products such as fuel (fuel such as diesel), oil, etc. are extracted. Recently, tires have been used as a source of heat and carbon in the smelting of steel and cast iron. This method has been used successfully in electric arc furnaces for melting steel. The aim of this study was to investigate the possibility of carbon adsorption of worn tires to the molten cast iron in induction furnaces and the effect of adding carbon through worn tires on the microscopic properties and structure of cast irons. In the first stage of the research, the desired tire weight was determined by performing calculations. The amount of molten carbon was measured without adding rubber, then the tires were added in different weights and the percentage of carbon obtained was obtained and the amount of carbon adsorption was measured. Then the desired samples were cast and the percentage of carbon in the samples was determined. The results show that the percentage of carbon uptake was very low and the spilled samples were full of cavities and porosity. Burning rubber and producing a large amount of gas pollutes the workshop environment and spills melt out of the pan. The main conclusion is that this method can not be used to increase carbon in induction furnaces.

Keywords: Worn tires, Cast iron, Induction furnace, Carbon addition.

۱- مقدمه

چدن یکی از مهمترین آلیاژهای مورد استفاده در ساختار ریخته گری است که یک آلیاژ چند جزئی شامل حداقل Fe-C-Si است. که می تواند مطابق با اسناله یوتکتیک پایدار آهن-گرافیت یا یوتکتیک شبه پایدار آهن - سمانتیت منجمد شود [۱]. چدن ها به دلیل مقاومت خوب شان در برابر سایش، در گستره وسیعی از کاربردها استفاده می شوند. آن ها در رینگ های پیستون، یاطاقان ها، دیسک ترمز، کاسه چرخ، بلوک سیلندر خودرو ها، سرسیلندر کامیون ها و کشتی ها و هزاران کاربرد دیگر استفاده می شوند. مقاومت سایشی چدن ها به عناصر و ساختارهای موجود در آن بستگی دارد. این قطعات عموماً دارای زمینه پرلیتی و گرافیت های ورقه ای شکل هستند. معمولاً با کاهش مقدار پرلیت و کاهش گرافیت مقاومت به سایش کاهش می یابد. [۲]. از سوی دیگر سوزاندن محصولات لاستیک فرسوده، موجب آلودگی محیط زیست شده و بازیافت لاستیک به علت وجود همزمان کربن و گوگرد هزینه بالایی داشته و نگرانی های زیست محیطی را به همراه دارد. پلیمرهای با پیوند عرضی می توانند در دمای اتاق به صورت شیمیایی استخراج شوند [۳]. لاستیک های فرسوده بازیابی شده برای اهداف مختلف صنعتی و تجاری مورد استفاده قرار گرفته اند از جمله کاربرد آنها در مهندسی عمران، به عنوان منبع سوخت و به عنوان منبع تامین کربن و گرما در کوره های قوس الکتریک و کوره بلند می توان اشاره کرد [۴-۵]. لذا

جایگزینی کربن موجود در لاستیک های فرسوده به مذاب چدن بسیار حائز اهمیت می باشد، بنابراین در این تحقیق امکان کربن دهی از طریق لاستیک به مذاب چدن مورد بررسی قرار گرفت.

۲- سوابق تحقیقات

حدود ۸ میلیون عدد لاستیک اتومبیل های مسافری و کامیون هر سال فرسوده می شوند که می تواند آثار زیان بار زیست محیطی به همراه داشته باشد. لذا استفاده از لاستیک های فرسوده به جای دفن آن ها در طبیعت و در صورت امکان افزودن به مذاب می تواند مفید باشد. برخی محققین داخلی اولین بار کاربرد لاستیک های ضایعاتی را به عنوان یک ماده قابل بازیافت در صنایع ذوب در اوائل دهه هشتاد مطرح کردند. از آن زمان، این منابع به عنوان یک ماده کربن دهنده و جایگزین کک در صنعت تولید فولاد در کوره های قوس الکتریکی بکار رفت و بازار جدیدی در ایران بوجود آورد، این عمل در آمریکا و فرانسه در سال ۲۰۰۰، و در ژاپن از سال ۱۹۹۸ آغاز شده بود. در حال حاضر در ژاپن حدود ۱۵ درصد از تمامی لاستیک های استفاده شده در کوره های قوس الکتریک مصرف می شود. در آمریکا در سال ۲۰۰۵، ۱/۳۴ میلیون عدد (۱۸۸۰ تن) تیر ضایعاتی توسط کوره قوس الکتریکی مصرف شد. در ایران از دهه هشتاد، استفاده از لاستیک های ضایعاتی برای بالا بردن درصد کربن

کربن موجود در نمونه ها را اندازه گیری می کنیم. با توجه به نتایج بدست آمده، راندمان جذب کربن به مذاب چدن ها را محاسبه می کنیم و با تکرار آزمایش، نتایج بدست آمده را کنترل می کنیم.

برای ذوب از کوره القایی با ظرفیت ۳۰۰ کیلوگرم و توان ۲۵۰ کیلووات و فرکانس ۲۵۰ هرتز استفاده شد. پس از شارژ کوره مذاب پایه با آنالیز نشان داده شده در جدول ۱ آماده شد. سپس پاتیل با ظرفیت ۱۰۰ کیلوگرم تا دمای ۸۰۰ درجه سانتیگراد پیشگرم شد. در دو مرحله به ترتیب مقدار ۲ و ۴ کیلوگرم لاستیک فرسوده اتومبیل در کف پاتیل قرار داده شد و سپس بلافاصله مذاب در دمای ۱۴۰۰ درجه سانتی گراد از کوره به داخل پاتیل تخلیه شد. سپس مذاب در دمای ۱۳۵۰ درجه سانتیگراد در داخل قالب‌های ماسه‌ای سیلیکات/CO₂ ریخته‌گری شد. در هنگام ذوب ریزی با استفاده از قالب نمونه گیری مسی، نمونه‌های پولکی برای آنالیز شیمیایی به روش کوانتومتری تهیه شد. پس از انجماد و سرد شدن، قطعات از داخل قالب خارج شدند و تحت تمیزکاری و برشکاری قرار گرفتند. نمونه‌ها تحت آنالیز کوانتومتری، بازرسی چشمی و بررسی‌های ساختاری با میکروسکوپ نوری و الکترونی روبشی قرار گرفتند. شکل ۲ الف، پاتیل آماده ذوب ریزی و شکل ۲ ب، ذوب ریزی بداخل قالب را نشان می دهند.



شکل ۲ الف- مذاب آماده ذوب ریزی. پاشش زیاد مذاب از پاتیل مشاهده می شود.
شکل ۲ ب - ذوب ریزی بداخل قالب

۴- نتایج و بحث

جدول ۱ آنالیز ذوب پایه و مذاب با افزودن ۱ و ۲ درصد وزنی لاستیک به مذاب در کوره را نشان می دهد.

فولاد در کوره های قوس الکتریک آغاز شد [۴-۵]. در طی سال های گذشته، برخی مطالعات در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه به روش ارزیابی چرخه عمر (LCA: Life Cycle Assessment) انجام گرفته است. روش LCA، شامل ارزیابی اثرات زیست محیطی محصولات، کالاها و خدمات در طول کل دوره تولید، مصرف تا پایان عمر آن کالا می باشد. برای کاهش اثرات مضر محصولات فرسوده از جمله لاستیک، آقای ملینو و همکاران، جایگزینی لاستیک ها به منظور حفاظت از محیط زیست مورد بررسی قرار دادند [۵]. از چنین مطالعه ای نتیجه گیری کرد که انرژی حاصل از سوزاندن لاستیک های فرسوده جایگزین پایدار و مقرون به صرفه در مقایسه با دفع آن در بعنوان زباله است. با توجه به روش LCA مطالعه انجام شده توسط ون بیوکرینگ و همکاران انجام شد. مدت عمر کامل لاستیک کامیون را تجزیه و تحلیل کردند و تاثیرات مرتبط با هریک از مراحل آن را تعیین کردند. آنها نتیجه گرفتند که تولید اجتناب ناپذیر لاستیک ها منجر به اثرات منفی زیست محیطی می شود، که بیشتر با ناکافی بودن استراتژی های دفع نهایی افزایش می یابد. علاوه بر این، آنها نیاز مشخصی برای هماهنگ کردن سیاست های زیست محیطی مدیریت لاستیک فرسوده در غرب و شرق اروپا یافتند [۵]. برخی محققان [۶]، یک LCA مقایسه ای را به عنوان یک ابزار برای طراحی محصولات با لاستیک های فرسوده توسعه دادند. بنابراین آنها جایگزین های محصولات فرسوده سازگار با محیط زیست را در مقایسه با تولید سنتی یک سری از محصولات ارزیابی شده را تحقیق کردند. براساس تحقیقات انجام شده می توان از لاستیک های فرسوده به عنوان مواد خام در تولید آسفالت و چمن مصنوعی نیز استفاده کرد. [۷-۸].

۳- مواد و روش تحقیق

روند اجرای تحقیق با توجه به اهداف مورد نظر به صورت فلوجارت در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱) فلوجارت روش تحقیق

در مرحله اول تحقیق با انجام محاسبات وزن لاستیک مورد نظر تعیین می شود. مقدار کربن ذوب چدن خاکستری را بدون افزودن لاستیک اندازه گیری کرده سپس لاستیک ها را در وزن های مختلف اضافه می کنیم و سپس نمونه های مورد نظر را ریخته گری کرده و درصد

جدول ۱) آنالیز ذوب پایه و مذاب با افزودن ۱٪ و ۲٪ وزنی لاستیک

درصد جذب کربن	S٪	P٪	Mn	Si٪	Cl٪	وزن ذوب در پاتیل KG	وزن لاستیک فرسوده KG	وزن ذوب در کوره KG	نوع ذوب
---	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۳۴	۱/۸	۲/۵	---	۰	۲۰۰	ذوب بدون لاستیک
۰/۲۳	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۳۲	۱/۷۹	۲/۶۳	۱۰۰	۲	۲۰۰	ذوب با ۱٪ لاستیک
۰/۴۱	۰/۱۵	۰/۰۹	۰/۳۱	۱/۷۸	۲/۷۱	۱۰۰	۴	۲۰۰	ذوب با ۲٪ لاستیک

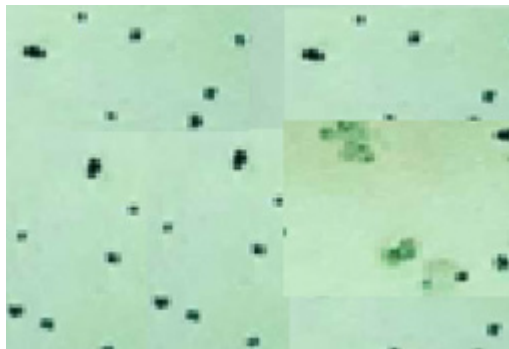
محیط کارگاه و هم پاشش مذاب می شد.

- پس از انجماد مذاب در قالب مشاهده شد که کلیه نمونه ها پر از حفره و تخلخل است.

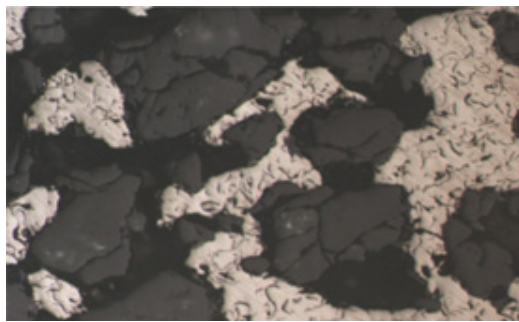
- با اندازه گیری مقدار کربن در نمونه های ریخته شده، درصد جذب کربن کمتر از ۲۰ درصد بود.

- در حین تخلیه مذاب از کوره به پاتیل آنقدر گاز و دوده در محیط کارگاه زیاد شد و آنقدر پاشش ذوب به اطراف زیاد بود که موجب نارضایتی پرسنل کارگاه شد.

- نتیجه گیری اصلی این است که این روش در کوره های القایی نمی تواند، برای بالا بردن کربن استفاده شود.



الف



ب

شکل ۳- الف ساختار زمینه در قطعات با الف- ۱٪ لاستیک و ب- ۲٪ لاستیک

نتایج نشان می دهند که در ذوب با افزودن ۱٪ یا ۱ کیلوگرم لاستیک فرسوده خودرو، درصد جذب کربن نسبت به ذوب پایه ۰/۱۳ درصد و در ذوب دوم با افزودن ۲٪ یا ۲ کیلوگرم لاستیک فرسوده خودرو، درصد جذب کربن نسبت به ذوب پایه در حدود ۰/۲۱ درصد بود که مقدار بسیار ناچیزی می باشد. افزایش درصد گوگرد مذاب ناشی از گوگرد موجود در لاستیک ها است که عملاً کاربرد این چدن خاکستری را مشکل می سازد. آلودگی محیط کارگاه ناشی از افزودن لاستیک به مذاب، آنقدر زیاد بود که نارضایتی کارگران را موجب شد. بازرسی چشمی قطعات، وجود مقدار بسیار زیادی حفره های گازی بی شکل و آخال در قسمت های مختلف قطعات را نشان می داد که موجب ضایع شدن قطعات می گردید و عملاً کاربرد قطعات حتی برای ماشینکاری را ناممکن می ساخت.

شکل ۳- الف ساختار زمینه بدون اچ در قطعه با ۱٪ لاستیک و ۳- ب- قطعه با ۲٪ لاستیک را نشان می دهد. در این نمونه ها گرافیت آزاد دیده نمی شود و تعداد زیادی حفره در ساختار مشاهده می گردد. پایین بودن درصد کربن ذوب و نیز گاز زیادی که با افزودن لاستیک به مذاب در مرحله ذوب و ریخته گری متصاعد گردیده، علاوه بر ایجاد حفره های گازی و سطوح ناصاف و آخال، موجب تلاطم شدید مذاب و حذف مناطق جوانه زنی شده است. در کل این روش برای افزودن کربن به مذاب چدن ها در کوره ای القایی توصیه نمی شود چون موجب تخریب قطعات چه از نظر ظاهری و چه از نظر ساختاری و خواص مکانیکی می گردد.

۵- نتیجه گیری

- بعد از تخلیه مذاب به پاتیل پاشش مذاب به بیرون از پاتیل شدید بود.
- در حین ریخته گری مذاب به قالب، مذاب به اطراف پاشیده می شد که علت آن سوختن لاستیک و تولید مقدار زیادی گاز بود که هم باعث آلودگی

۶- مراجع

- 1- D. M. Stefanescu, «Modeling of cast iron solidification- The defining moments», ASM international 2007, 1433-1446.
- 2- DH Buckley, "Effect of carbon content on friction and wear of cast irons" 1977 - core.ac.uk
- 3- B. C. Yua, J. W. Junga, K. Parka, J. B. Goodenoughc, "A new Approach for recycling waste rubber products in Li-S Batteries , January 2016 (1-16).
- 4- M. H. Joulazadeh, "Environmentally friendly consumption of scrap tires in EAF,s to save power & carbon", Metallurgy and foundry engineering, 34, 1, 2008, ,13-21.

۵- محمدحسن جولازاده، لاستیک های فرسوده جایگزین انرژی و کربن در فولاد سازی، سومین کنگره ملی بازیافت و استفاده از منابع آلی تجدید شونده در کشاورزی، اصفهان ۱۳۸۷

6- Stebbing, F.L., Rex Enterprises LLC, 2013. Methods of using tires and scrap rubber in the manufacture and melting of steel and other metals. U.S. Patent 8,470,069.

7- Stebbing, F.L., Rex Enterprises LLC, 2008. Methods of using tires and scrap rubber in the manufacture and melting of steel and other metals. U.S. Patent 7,393,379.

8- Gorez, J.P., Gros, B., Birat, J.P., Grisvard, C., Huber, J.C. and Le Coq, X., 2003. Charging tires in the EAF as a substitute to carbon. *Revue De Metallurgie Cahiers D Information Techniques*, 100(1), pp.17-24.

مشکل ارزیابی قابلیت گرافیت زایی چدن نزدیک به یوتکتیک و چدن پایه برای بهسازی

عبدالحمید قدیمی، انجمن علمی ریخته گری ایران

The Problem of Assessing the Graphitizing Abilities of Near-eutectic Cast Iron - Basic Cast Iron for Modification

چکیده:

چدن پایه برای نشکن کردن معمولاً ترکیب شیمیایی نزدیک به یوتکتیک دارد به لحاظ نیاز به قابلیت گرافیت زایی بالا است. این قابلیت گرافیت زایی به طور عمده به ترکیب شیمیایی و همچنین به شرایط شیمیایی فیزیکی بستگی دارد و بدین ترتیب وابسته به فرآیند ذوب و ساختار شارژ اولیه است. اغلب مشاهده می شود که چدن ها با ترکیب شیمیایی مشابه قابلیت گرافیت زایی متفاوتی دارند. تحقیق حاضر در خصوص جستجو برای روش جهت ارزیابی قابلیت گرافیت زایی چدن بدست آمده از شارژ ۱۰۰ شمش آهن خام حاصل از ۵۰ درصد شمش آهن خام و ۵۰ درصد قراضه آهن انجام گردیده است. این بررسی به وسیله روش جدید التراسونیک که حساس ترین و دقیق ترین شیوه می باشد، صورت گرفت. براساس توزیع سرعت موج التراسونیک تعیین در نمونه میله ای که از انتها بر روی صفحه فلزی بوده این امکان بوجود آمده تا قابلیت گرافیت زایی چدن تعیین شود. ساختار نمونه گرافیت زایی بالاتر را نشان می دهد. یکنواختی ساختار باروش التراسونیک غیر مستقیم بوسیله اندازه گیری سرعت موج تعیین می شود. این شیوه جدید التراسونیک برای ارزیابی قابلیت گرافیت زایی چدن با یک SC بالا (درجه تشکیل یوتکتیک) و مقدار کربن معادل CE می تواند در بین روش های فن آوری سریع کیفیت چدن جریان ذوب تعیین نماید.

۱- مقدمه

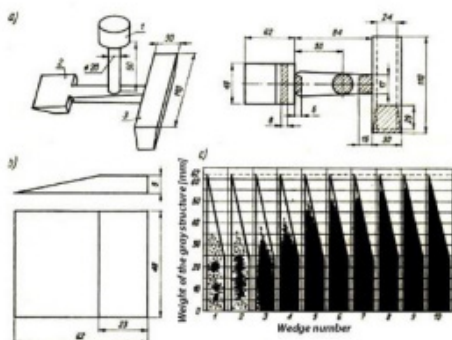
زایی (جوانه های یوتکتیک با یک درصد گرافیت بوجود می آید). و وابسته به چندین عامل مانند ترکیب شیمیایی، سرعت سرد شدن و عوامل ناشی از شارژ فلزی باشد. در خصوص چدن های با کیفیت بالا که با بکارگیری اقدامات متالورژی ثانویه در حالت مذاب (کردی کردن، جوانه زایی یا تلفیقی از هر دوی آنها تولید می شود. قابلیت جوانه زایی بوسیله جوانه های ناهمگن که منتابع آن جوانه زاهاست ایجاد می گردد. صرف نظر از محرک های اضافی مانند بهسازیها برپایه عمدتاً جوانه زاهای فروسیلیسیم (حاوی Al ، Ca ، Sr ، Ba ، Ti گرافیت و غیره) شرایط اولیه فیزیکی- شیمیایی عامل تعیین کننده است. بالاترین قابلیت جوانه زایی این گریدهای چدن بر پایه شمش های آهن خام با کیفیت بالا ذوب شده که دارای مقدار زیادی کربن است. کربن که عمدتاً به شکل گرافیت

قابلیت جوانه زایی چدن یکی از خصوصیات فیزیکی-شیمیایی کیفیت آنرا در شرایط مذاب نشان می دهد. تلاش برای دستیابی به توانایی بالای جوانه زایی بدون توجه به اشکال گرافیت رسوب یافته مربوط به تمامی گریدهای چدن خاکستری است. چدن ها با یک جوانه زایی بالا قابلیت انجماد با مقادیر بالاتر جوانه های یوتکتیک را داشته که موجب ایجاد یک تعداد بیشتر دانه های یوتکتیک شده و ساختاری ظریف شکل گرفته که اغلب باعث بروز خصوصیات مکانیکی می گردد.

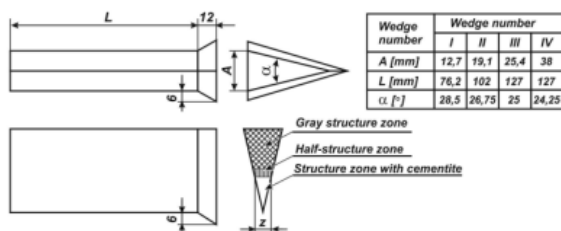
چنینی ساختاری استحکامی بالاتر، نقطه تسلیم بالاتر و انعطاف پذیری بالاتری خصوصاً هنگامی که گرافیت در یک شکل فشرده تری است، دارد. قابلیت جوانه زایی در خصوص چدن باید مرتبط با گرافیت

۱-۱- روش های ارزیابی قابلیت گرافیت زایی چدن

یکی از معیارهای مهم ارزیابی قابلیت گرافیت زایی چدن یا میل به سفید شدن (تشکیل ساختار رسوبات سمنتیت) زمان آزمایش است (۷،۸). به طور کلی هر چه مذاب کمتر در کوره نگهداری شود بهتر است. بر مبنای ارزیابی ترکیب شیمیایی مذاب داخل کوره اصلاح شده بنابراین بررسی نتایج باید هر چه سریع تر انجام شود. این شرایط با یک سری آزمایشات فنی انجام می شود که در آنها نمونه های آزمایشی با اشکالی که سرعت های متنوع سرد شدن را ایجاد می کنند به سرعت منجمد می شوند (شکل های ۱،۲) (۹).



شکل (۱) روش ارزیابی میل به سفید شدن طبق استاندارد 04675-H/61-PN



شکل (۲) آزمون میهانیته (MEEHANITE) برای جوانه زایی چدن، $1 \leq SC$

$$(9) 4.26 \geq CE$$

در نتیجه یک طیف کاملی از ساختارها در سطح شکست آنها بوجود می آید از چدن سفید (لانتیت)، چدن خالدار تا چدن خاکستری. برای چدن نشکن آزمون ریخته گری رینگ مطابق شکل ۳ معمولاً برای بررسی ساختار به کار می رود. سرعت های انجماد چدن در نمونه های آزمایشی متناسب با هدایت حرارتی قالب ماسه ای نسبتاً آرام است. در گروه دوم از روش ها بررسی میل چدن به سفید شدن (عدم قابلیت گرافیت زایی) نمونه ها با استفاده از خنک کننده های فلزی ریخته گری می شوند، بدین ترتیب که خنک کننده (مبرد) به یک دیواره نمونه چسبیده است. در اثر سرعت انتقال حرارت لایه ای از ساختار چدن سفید بوجود می آید که ضخامتش متناسب با قابلیت گرافیت زایی چدن می باشد. این گروه از آزمایشات در شکل های ۴ تا ۶ نشان داده شده است (۱۰، ۱۱، ۱۲).

می باشد در جریان ذوب و در شرایط مذاب به صورت محلول بوده هر چند که بخشی از آن به صورت خوشه های گرافیتی است که هنگام انجماد تبدیل به جوانه طبیعی بسیار خوبی برای تبلور دانه های یوتکتیک خواهند بود. دانش تاثیر دلخواه شمش های آهن بر کیفیت چدن به طور گسترده شناخته شده است. هر چند که به دلیل قیمت آن امروزه بسیار کمتر به عنوان تنها شارژ برای تولید چدن استفاده می شود. این موضوع همچنین مرتبط با تولید گریدهایی که مقدار کربن و سیلیسیم بالایی دارند نیز می باشد.

امروزه بیش از پیش چدن مصنوعی که در آن عامل اصلی شارژ قراضه آهن است به کار می رود. مقدار کربن نیز به وسیله افزودن مواد کربن ده اضافه می شود. این مواد گرافیت طبیعی یا مصنوعی گرده زغال سنگ آنتراسیت، کک و سایر می باشد. روش های مختلفی برای کربن دهی وجود دارد (۱،۲) مانند افزودن گرافیت به شارژ در ابتدای فرآیند ذوب، افزودن آن بر روی سطح مذاب و یا دمیدن آن تا در یک زمان کوتاه به مقدار کربن مورد انتظار حتی تا ۴ درصد دست یافت.

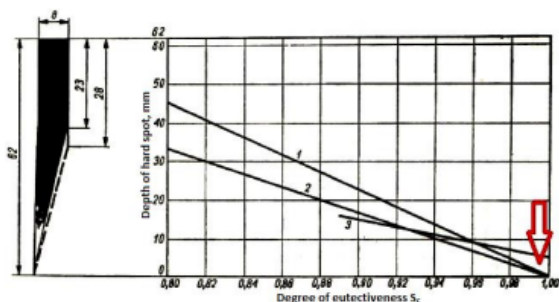
در جریان ذوب و کربن دهی ترکیب شیمیایی مورد نظر از جمله مقدار کربن حاصل خواهد شد. البته این سوال باقی است که آیا چدن مصنوعی یک ماده اولیه مناسب برای عملیات کیفی (بهسازی، نشکن سازی، فشرده سازی گرافیت) مانند مذاب حاصل از شمش آهن خام می باشد؟ یک نظریه اثبات شده از نقطه قابلیت گرافیت زایی مطرح است که تفاوت های قابل توجهی در این مورد وجود دارد. بسیاری از خصوصیات فنی چدن (خصوصاً چدن نشکن) به این قابلیت و همچنین قابلیت تغذیه خود به خود و محدود کردن عیوب ناشی از انقباض بستگی دارد. قابلیت گرافیت زایی بالا یک شرط ضروری برای تولید

قطعات سنگین در فن آوری بدون تغذیه است. (۳، ۴، ۵، ۶)

تحقیقاتی که نتایج آن در ادامه ارائه خواهد شد به طور مستقیم در جستوجو روشی برای ارزیابی گرافیت زایی گرید های چدن با ترکیب شیمیایی نزدیک یوتکتیک بوده اند. از آنجایی که قابلیت گرافیت زدایی این چدن ها بسیار بالاست تخمین این قابلیت با روش های سنتی دشوار است. این در مورد ابتدا چدن های فریتی با استحکام ضربه افزایش یافته (22LT-18LT, ENGLS380-EN-GLS400, EN-GJS400)

مطرح می باشد. به منظور دستیابی به ساختار فریتی، چدن اولیه باید دارای بالاترین قابلیت گرافیت زایی باشد. با انجام تحقیقاتی روش های اندکی برای ارزیابی این قابلیت استفاده شده است. در تمامی این روش ها با انجام آنالیز مقایسه ای هدف یافتن بهره ور ترین شیوه ارزیابی چدن تولید شده در ریخته گری بر پایه شمش آهن خام و همچنین چدن مصنوعی با درجه اشباع یوتکتیک بالا بوده است. در چدن هایی که قابلیت پایین جوانه زایی (گرافیت زایی) دارند حتی یک افزایش کوچک سرعت سرد شدن منجر به تشکیل چدن با ساختارهای خالدار یا کاملاً سفید می گردد. قابلیت پایین جوانه زایی را می توان در بررسی مسیر منحنی های آنالیز حرارتی مشاهده نمود که در آن مقدار مادون تبرید درون محدوده انجماد یوتکتیک یک شاخص خوب است. مطالعات حساسیت پذیری برای سرعت های سرد شدن متمرکز گردیده است.

در تمامی نمونه که نمونه ریختگی با سرعت های مختلفی منجمد می شود در مقطع شکست قسمتی از ساختار سفید می گردد. (شکل ۷) (۱۱). در یک دامنه گسترده از تغییرات ترکیب شیمیایی، این آزمایشات شاخص و نشانگرهای خوبی برای قابلیت گرافیت زایی است. البته همانطور که در شکل های ۱ و ۷ مشخص گردیده هنگامی که قابلیت گرافیت زایی چدن خیلی متنوع نیست، این آزمایشات می تواند حساسیت پذیری پایینی داشته باشد.



شکل ۷ اثر درجه اشباع یونکتیک SC بر سفید شدن خطوط ۱ و ۲ و ۳ مربوط به تحقیقی مشابه در دانشگاه AGH و سایر انستیتوهای تحقیقاتی (۱۱)

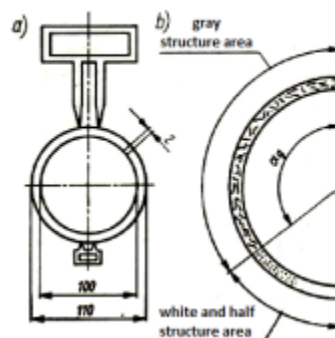
۲- روش آزمایش

آزمایشات ذوب در کارگاه ریختگی دانشکده مهندسی ریخته گری دانشگاه AGH (کراکوا-انگلستان) انجام گردید. کوره القایی فرکانس متوسط با ظرفیت بوته ۱۵ کیلوگرم برای ذوب چدن استفاده شد. شارژ فلزی شامل شمش آهن خام با ترکیب C ۴/۲٪، Si ۰/۹۷٪، Mn ۰/۱۵٪، P ۰/۰۳٪، S ۰/۱۳٪ و قراضه آهن به صورت میلگرد ۱۵×۱۵ میلی متر با ترکیب C ۰/۳۲٪ الی ۰/۳۹٪، Si ۰/۴٪، Mn ۰/۵٪ الی ۰/۸٪، P ۰/۰۴۵٪، S ۰/۰۴۵٪ برای کربن دهی گرافیت گرانوله با اندازه دانه بندی کوچکتر از ۵ میلی متر به کار رفته و برای تامین مقدار سیلیسیم از فرو سیلیسیم ۷۵ درصد استفاده شد. هر بار پس از ذوب، اصلاح ترکیب شیمیایی بوسیله کربن ده و فروآلیاژها انجام گردید. - برای آزمایشات تعیین ترکیب شیمیایی از پولک ریختگی در قالب ریژه مسی استفاده شد.

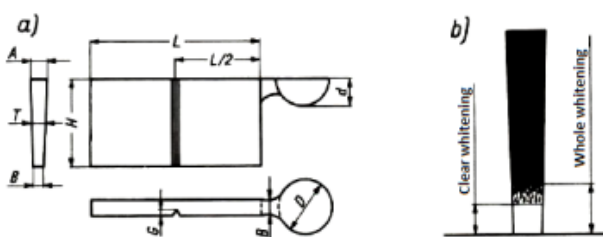
- برای آنالیز حرارتی بارریزی نمونه گیرها برای ثبت منحنی های سرد شدن انجام گردید. - جهت ارزیابی میل به گرافیت زایی از نمونه های گوه ای مطابق شکل ۲ آزمون ها میهنایت مطابق شکل ۳ استفاده شد. - برای آزمایشات نشان داده شده در شکل های ۴ و ۵ شکل نمونه های ریختگی به منظور تسهیل اندازه گیری های بعدی به صورت یک استوانه و یک شکل شش وجهی (سهولت اندازه گیری التراسونیک به دلیل موازی بودن سطح) تغییر داده شوند. یک انتهای نمونه ریختگی استوانه ای بر روی یک مبرد قرار گرفت. تفاوت قابل توجهی بین سرعت سرد شدن و ساختار نمونه استوانه ای و شش وجهی مشاهده گردید.

۳- نتایج

به عنوان بخشی از تحقیق آزمایشات ذوبی زیادی انجام شد. برای آنالیز مقایسه ای نمونه های از یک نوع به صورت دوابی به کار رفت. این ذوب ها اساسا

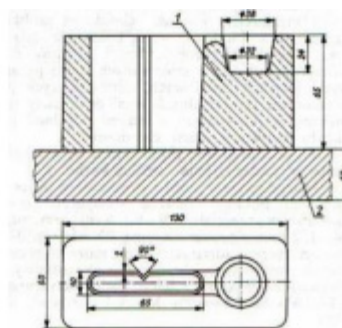


شکل ۳ آزمایش ریخته گری رینگ برای چدن ها با $SC \geq 1$

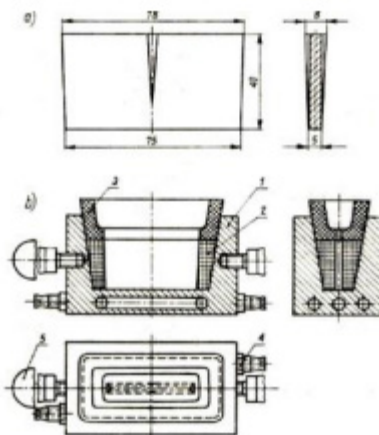


شکل ۴ ریخته گری نمونه در قالب های فلزی براساس استاندارد

ASTM A367

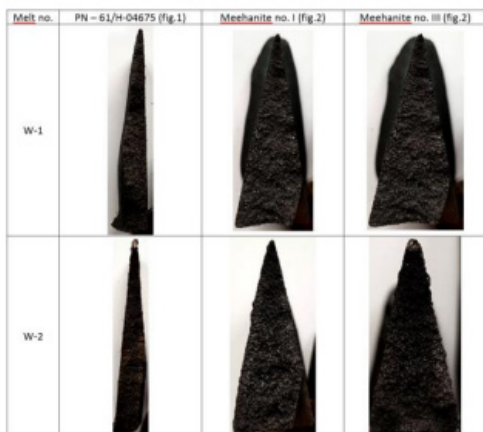


شکل ۵ ریخته گری نمونه ها در قالب های فلزی

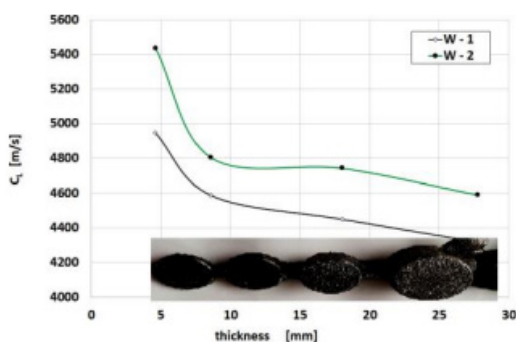


شکل ۶ ریخته گری نمونه ها در یک قالب فلزی آبگرد

سرد شدن حساسیت کمتری داشته است که خود نشان می دهد در روش التراسونیک نوسانات کمتری از سرعت در مقاطع مختلف نمونه وجود دارد. در آزمایش التراسونیک حساسیت نسبت به سرعت سرد شدن را برای ارزیابی و مقایسه دو ذوب مختلف نسبت به آزمون گوه بهتر مشخص می گردد.



شکل ۹) سطوح شکست در آزمایش گوه



شکل ۱۰) آزمایشات حساس پذیری به سرعت سرد شدن به روش التراسونیک



شکل ۱۱) یک نمونه ریختگی برای مطالعه سرعت سرد شدن ب صورت تابعی از فاصله سطحی با مبرد، همراه با تصویر محل استقرار ترموکوپل ها

ریخته گری نمونه برای آزمایش التراسونیک به شکل استوانه ای که از یک طرف بر روی مبرد قرار دارد، یک روش مشخص بهسازی است. سرعت های بالاتر سرد شدن به دلی مبرد این امکان را فراهم می نماید تا تفاوت ها در قابلیت گرافیت زایی چدن نزدیک به یوتکتیک روشن شود. نمونه ها برای این آزمون به صورت استوانه و شش گوشه ریخته گری گردید. برای ثبت شدن سرعت در لایه های مختلف با فواصل متنوع از مبرد (شکل ۱۱) ترموکوپل

ساختارهای متفاوتی از نظر شارژ داشتند. ذوب **W-1** کاملاً براساس آهن خام با ترکیب شیمیایی در قبل ذکر شده بوده در حالی که ذوب **W-2** براساس ۵۰ درصد شمش آهن خام و ۵۰ درصد قراضه آهن (کم کربن) به علاوه گرافیت گرانوله تهیه گردید. در جدول ۱ تمامی ترکیبات شیمیایی نمونه ها ارائه شده است. در هر دو مور، چدن هایپر یوتکتیک با **1SC** و قابلیت بالای گرافیت زایی بوجود آمد. در شکل ۸ سری نمونه هایی که از یک ذوب با درجه حرارت 1420°C ریخته گری شده اند ارائه شده است.



شکل ۸) یک سری از نمونه های ریخته گری شده

جدول ۱) ترکیب شیمیایی چدن

Chemical composition of cast iron

Melt Number	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Sc
W-1	3.88	2.22	0.019	0.067	0.0160	1.093
W-2	3.58	2.11	0.289	0.035	0.0039	1.004

نتایج آزمون گوه در شکل ۹ ارزیابی ها بر روی تمایل به سفید شدن (مقادیر مقاطع شکست) را نشان می دهد. نمونه های گوه مطابق شکل های ۲ و ۳ ریخته گری شده اند. سطح شکست نمونه های گرفته شده از دو ذوب پس از مقایسه نشان داد که در هر دو چدن ها دارای قابلیت گرافیت زایی بالایی بوده اند زیرا تمامی سطوح آنها خاکستری هستند. بدین ترتیب این امکان وجود ندارد که گفته شود براساس ساختار سطح شکست کدام چدن دارای قابلیت بالاتری از نظر گرافیت زایی دارد. در مقاله ۱۱ نشان داده شده که حساسیت پذیر تری نسبت به سرعت سرد شدن و برعکس آن قابلیت گرافیت زایی را می توان بوسیله روش التراسونیک کنترل نمود و این روش برای ارزیابی بهره وری فرآیند جوانه زایی چدن خاکستری توسعه یافته اس. مدل آزمایشی از یک مدولی از استوانه هایی با ضخامت های مختلف تهیه شده که با سرعت های متنوعی منجمد می شود. اندازه گیری سرعت موج التراسونیک در هریک از مدول ها انجام می گردد. نتایج سرعت موج بدست آمده از ذوب های **W-1** و **W-2** در شکل ۱۰ ارائه شده است. گرافیت بیشتر به مفهوم جوانه زایی بهتر در نمونه چدن ذوب شده از شمش آهن خام نسبت به چدن مصنوعی بدست آمده در آزمایشات التراسونیک به وضوح در برخی از مقاطع نمونه (۱۰) سرعت موج مقادیر پایین تری داشته است. به علاوه چدن حاصل از مذاب شمش آهن خام نسبت به سرعت

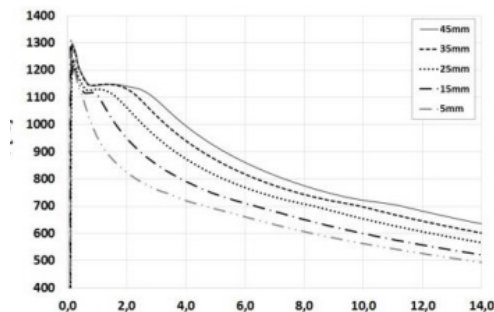
های متعددی نصب گردید. منحنی های سرد شدن در شکل ۱۲ و تغییرات سرعت سرد شدن در شکل ۱۳ ارائه شده است. مشاهده می شود در اثر تغییرات زیاد سرعت سرد شدن، در طول نمونه های استوانه ای ساختار متنوعی بوجود آمده است. پس از ریخته گری نمونه استوانه ای با مبرد، اندازه گیری سرعت موج التراسونیک با فرکانس ۲ مگا هرتز با موفقیت در مقاطع عرضی نمونه انجام شد و نتایج حاصل در شکل ۱۴ و ۱۵ ارائه گردیده است.

بر بررسی تغییرات مسیر سرعت موج التراسونیک در نمونه های حاصل از دو ذوب **W-1** و **W-2** این امکان وجود دارد که تغییرات سیگنال در طول نمونه تعیین شود. در بخش اول نزدیک به مبرد تغییرات سرعت موج بیشتر است در حالی که در قسمت دوم نمونه این تغییرات به طرز قابل ملاحظه ای کوچکتر می باشد. چدن با قابلیت گرافیت زایی بالا دارای حساسیت پذیری پایینی به سرعت های سرد شدن است. بدین معنی که طول مقطع با ساختار تغییر یافته و همچنین درجه بندی تغییرات سرعت کوچکتر خواهد بود. چدن بدست آمده از شمش آهن خام **W-1** نسبت به چدن مصنوعی حاصل از ۵۰ درصد شمش آهن خام **W-1** و ۵۰ درصد قراضه آهنی **W-2** دارای ساختار یکنواخت تری است. سرعت موج التراسونیک به شکل و مقدار گرافیت بیشتر و بزرگتر موجب سرعت موج پایین تر می گردد (۱۲). در نمونه ذوب تهیه شده سرعت موج بسیار پایین تر (شکل ۱۴) است و پراکندگی کمتری در طول نمونه دارد. (شکل ۱۵). این امر بدان معنی است که در ساختار چدن، گرافیت بیشتری رسوب نموده و این رسوبات گرافیت نسبت به نمونه تهیه شده با چدن مصنوعی، در طول نمونه تغییراتی کمتری دارد. ارزیابی قابلیت گرافیت زایی با بررسی یکنواختی ساختاری نمونه های استوانه ای ریخته گری شده بر روی مبرد، به روش التراسونیک که روشی حساسیت پذیر است می تواند برای چدن های نزدیک به یوتکتیک استفاده گردد. ۱- ارزیابی قابلیت جوانه زایی بوسیله آنالیز حرارتی (TA) مطالعه ناشی از جذب کربن از نقطه نظر حفظ کردن قابلیت بالای جوانه زایی نیز می تواند توسط آنالیز حرارتی انجام شود. از این روش برای تعیین درجه اشباع یوتکتیک و همچنین قابلیت جوانه زایی چدن استفاده می گردد. منحنی های سرد شدن چدن های حاصل از ذوب **W-1** (شمش آهن خام) و **W-2** (شمش آهن خام و قراضه آهنی و مواد کربن ده) در شکل ۱۶ ارائه شده است. شاخص نشان دهنده قابلیت جوانه زایی چدن که بوسیله DTA (مشتق آنالیز حرارتی) بدست می آید، مقادیر زاویه شیب β (خط قرمز در شکل ۱۶) و گرمان نهان گداز اندازه گیری شده بر حسب درجه (ΔT_{eut}) است. هر دو این عوامل مقادیر کوچکی هستند، گرمان نهان گداز کمتر از ۴ الی ۵ درجه سانتی گراد بوده و زاویه شیب β نیز در حدود ۱۲ درجه می باشد. در ذوب های حاصل از قراضه و مواد کربن ده (چدن های مصنوعی) قابلیت گرافیت زایی بوجود آمده است. زاویه و همچنین مقدار گرمای نهان گداز بسیار پایین بوده و این نشان دهنده قابلیت بالا برای جوانه زایی است. اما بر اساس منحنی های سرد شدن بسیار دشوار است که گفته شود کدام چدن دارای قابلیت گرافیت زایی بالاتری می باشد. در شکل ۱۷ تصاویر متالوگرافی از نمونه های **W-1** و **W-2** ارائه شده است. نمونه های اچ نشده از استوانه های ریخته گری شده بر روی مبرد برداشته شده است. در ریزساختارهای نمونه ها از فواصل ۴، ۲۰ و ۴۰ میلی متری مبرد هستند مشاهده می شود. نمونه **W-1** در فاصله ۴ میلی متری مبرد نیز قابلیت گرافیت زایی بالایی داشته و در ساختار آن گرافیت مشاهده می شود. در حالی که در نمونه **W-2** در این فاصله گرافیت رسوب نکرده است. اما با دور شدن از مبرد و افزایش فاصله و کاهش سرعت سرد شدن ساختارهای هر دو چدن مشابه می گردد.

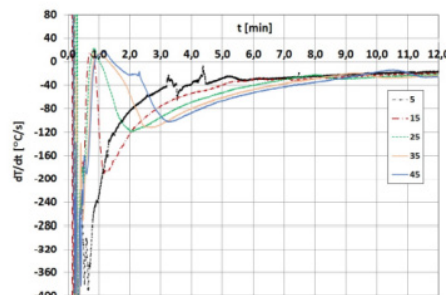
۴- جمع بندی

در تحقیقات انجام شده تایید گردید که نشان دادن تغییرات گرافیت زایی

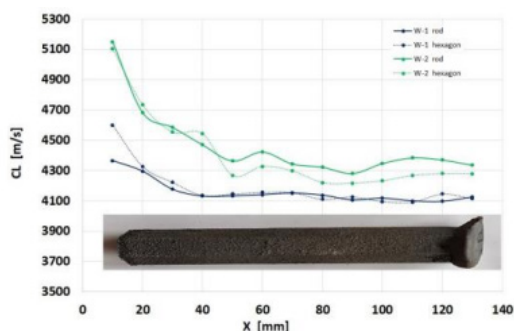
های متعددی نصب گردید. منحنی های سرد شدن در شکل ۱۲ و تغییرات سرعت سرد شدن در شکل ۱۳ ارائه شده است. مشاهده می شود در اثر تغییرات زیاد سرعت سرد شدن، در طول نمونه های استوانه ای ساختار متنوعی بوجود آمده است. پس از ریخته گری نمونه استوانه ای با مبرد، اندازه گیری سرعت موج التراسونیک با فرکانس ۲ مگا هرتز با موفقیت در مقاطع عرضی نمونه انجام شد و نتایج حاصل در شکل ۱۴ و ۱۵ ارائه گردیده است.



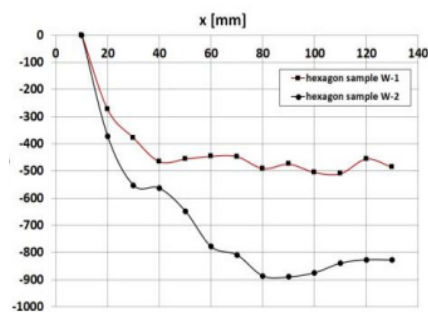
شکل ۱۲) سرد شدن نمونه شش گوشه از مذاب **W-2** در نقاط انتخاب شده



شکل ۱۳) سرعت های سرد شدن نمونه **W-2** در فواصل ۵، ۱۵، ۲۵، ۳۵، ۴۵ میلی متری از مبرد در نمونه شش گوشه



شکل ۱۴) تغییرات سرعت موج التراسونیک در امتداد طول نمونه (فاصله از مبرد)



شکل ۱۵) تغییرات سرعت موج التراسونیک در امتداد نمونه

را فراهم می نماید تا حتی در چدن هایی با قابلیت گرافیت زایی بسیار بالا ساختار متفاوتی با مقادیر مختلف و اشکال گرافیت بدست آید. ۴-۵- باروش التراسونیک می توان قابلیت گرافیت زایی چدن نزدیک به یوتکتیک را ارزیابی سریع نمود. این مطالعه باید بر روی نمونه های که بر روی مبرد ریخته گری شده اند انجام شود.

*منبع

Archives of Foundry Engineering Issue4/2021

[1] Janerka, K. (2010). Carburizing of iron alloys. Gliwice: Wydawnictwa Politechniki Śląskiej. (in Polish).

[2] Janerka, K. (2019). The rate effectiveness of carbonization to the sort of carburizer. Archives of Foundry Engineering. 7(4), 95-100.

[3] Karsay, S.J. (1992). Ductile Iron I, Production. Canada: QIT –Fer & Titane

[4] Fraś, E., Podrzucki, Cz. (1981). Modified cast iron. Kraków: Skrypt AGH. (in Polish).

[5] Riposan, I., Chisamera, M., Stan, S., Adam, N. (2004). Influencing Factors on the High Purity - Steel Scrap Optimum Ratio in Ductile Iron Production. Ductile Iron News. 2, 10-19.

[6] Riposan, I., Chisamera, M., Stan, S., Constantin, V., Adam, N. & Barstow, M. (2006). Beneficial remnant effect of high purity pig iron in industrial production of ductile iron. AFS Transactions. 114, 657-666.

[7] Fraś, E. (1978). Przegląd Odlewnictwa. 6,133. (in Polish).

[8] Podrzucki, Cz. (1991). Cast iron - structure - properties – application. Kraków: Wyd. ZG STOP. (in Polish).

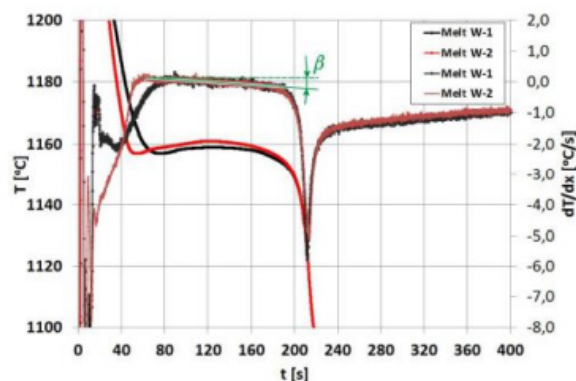
[9] Podrzucki, Cz., Fałęcki, Z., Wiśniewski, B. (1966). Przegląd Odlewnictwa. 7-8, 248. (in Polish). [10] ASTM Standards of iron casting, (1957). Tentative methods of testing of cast iron. 76, A 367-55T.

[11] Podrzucki Cz., Kalata Cz. (1976). Metallurgy and iron founding. Katowice: Wyd. Śląsk. (in Polish).

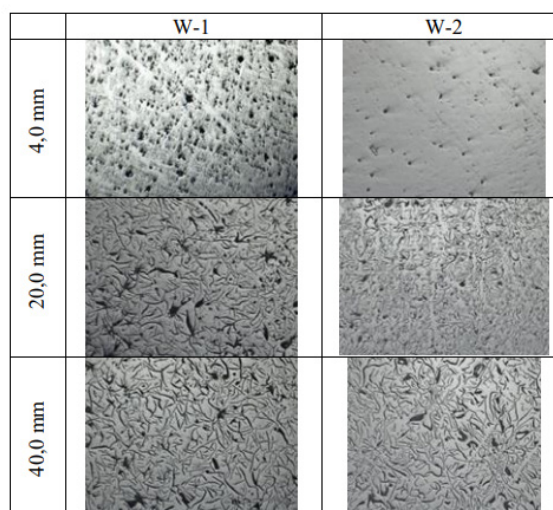
[12] Zych, J. (2000). The study of the sensitivity of cast iron to the cooling rate using the ultrasonic method. Solidification of Metals and Alloys. 43, 543-552. (in Polish). [13] Zych, J. (2001). Multi-stage, ultrasonic control of the ductile iron castings production process. Archives of Foundry. 1(1/2), 227-235. (in Polish).

[14] Zych, J. (2001). Multi-stage, ultrasonic control of the ductile iron castings production process. Archives of Foundry. 1(1/2), 227-235. (in Polish).

چدن با ترکیب شیمیایی به یوتکتیک دشوار است و روش های به کار گرفته شده برای چدن های هیپو یوتکتیک مناسب نیستند. همچنین یک آنالیز حرارتی ساده نیز یک ارزیابی روشن و آشکاری را ارائه نمی کند. اما مطالعات نشان داد که آزمایشات التراسونیک نمونه های استوانه ای ریخته شده بر روی مبرد این امکان فراهم می کند. در سرعت های بسیار بالای سرد شدن تغییرات قابلیت گرافیت زایی حتی اگر نمونه های مورد آزمایش قابلیت گرافیت زایی بسیار بالایی هم داشته باشند، آشکار می شود.



شکل ۱۶) تصاویر نتایج آزمایشات TA و DTA در روی نمونه های W-1 و W-2



شکل ۱۷) مقایسه ریز ساختار نمونه های چدن W-1 و W-2 (بزرگ نمایی ۱۰۰ برابر)

۵-نتیجه گیری

از تحقیقات انجام شده نتایج بدین شرح حاصل گردید:
 ۵-۱- ارزیابی قابلیت گرافیت زایی چدن با درجه اشباع یوتکتیک بالا دشوار است و باروش های سنتی امکان پذیر نیست.
 ۵-۲- در نمونه های ریخته گری شده در قالب ماسه ای برای ارزیابی قابلیت گرافیت زایی چدن های نزدیک به یوتکتیک بوسیله آزمایش گوه، سرعت های سرد شدن بسیار اندک است و به طور کلی میزان این قابلیت انقدر بالاست که در دامنه تغییرات چنین آزمایشاتی حساسیت پذیر نمی باشد.
 ۵-۳- آزمایشات بر روی نمونه های استوانه ای ریخته گری شده بر روی مبرد فلزی امکان دستیابی به سرعت های بالای سرد شدن

اخبار دانشگاه ها

● دانشکده مواد و متالورژی دانشگاه یاسوج

علمی تمام وقت این گروه ۹ نفر شامل ۵ دانشیار و ۴ استادیار و آزمایشگاه ها و کارگاه های آموزشی و تحقیقاتی گروه به تعداد ۱۰ واحد می باشد. در شرایط موجود در هر سال حدود ۶۰ دانشجو در مقطع کارشناسی و ۱۵ دانشجو در مقطع کارشناسی ارشد را پذیرش می نماید. تعداد دانشجویان گروه در سال تحصیلی ۰۰-۹۹ در دو مقطع کارشناسی و کارشناسی ارشد به ترتیب ۱۶۰ و ۱۵ دانشجو است.

گروه مهندسی مواد، در سال ۱۳۸۷ به منظور بررسی ارتباط میان ساختار و خواص مواد و به هدف بهبود خواص و توسعه انواع مواد مهندسی و از آن جمله مواد نوین و طراحی فرایندهای مختلف تولید تاسیس شد و از سال ۱۳۹۴ اقدام به جذب دانشجو در مقطع کارشناسی ارشد نمود. در حال حاضر این گروه در دو مقطع کارشناسی در رشته مهندسی مواد و متالورژی (گرایش مهندسی متالورژی) و کارشناسی ارشد (گرایش شناسایی و انتخاب مواد مهندسی) اقدام به پذیرش دانشجو می نماید. تعداد اعضای هیات

● لیست اعضای هیئت علمی دانشگاه مواد و متالورژی

یاسوج

سمت	مشخصات
استادیار	راضیه حیاتی
استادیار	فاطمه حیدری
دانشیار	نادر ستوده
استادیار	محمد سجاد نژاد
استادیار	عباس محصل
دانشیار	محمد مسعود محبی
دانشیار	رضا تقی آبادی
دانشیار	محمد حسین شاعری
دانشیار	بهزاد جانی پور

● آزمایشگاه‌های دانشکده

- آزمایشگاه متالوگرافی و ریزساختار مواد
- آزمایشگاه کانه آرایی و تغلیظ مواد
- آزمایشگاه تولید فلزات ۱
- آزمایشگاه خواص مکانیکی مواد
- آزمایشگاه عملیات حرارتی
- آزمایشگاه تولید فلزات غیر آهنی
- آزمایشگاه تحقیقات جوش و اتصالات
- آزمایشگاه اصول استخراج فلزات
- آزمایشگاه انجماد و ریخته گری
- کارگاه جوشکاری
- آزمایشگاه تحقیقاتی مکانوشیمیایی و فعال سازی مکانیکی
- آزمایشگاه تحقیقاتی خوردگی، پوشش دهی و بیوتکنولوژی
(در شرف تصویب)

● مرکز کامپیوتر

مرکز کامپیوتر دانشکده فنی مهندسی مختص دانشجویان تحصیلات تکمیلی با مساحت ۱۲۰ متر مربع، دارای ۳۰ دستگاه کامپیوتر می باشد.

تأثیر سرعت سرد کردن بر خواص رسوب آلیاژ ریختگی Al-Si-Cu

مسعود خاری زاده، شرکت ایران غلتک کاشان

چکیده

تأثیر سرعت سرکردن بر میزان رسوب سختی آلیاژ آلومینیوم ریختگی (ADC_{12}) به صورت تجربی مورد بررسی قرار گرفت. این تحقیق سرعت سرد شدن انجماد مس را در فاز α -Al برای بهبود خواص مکانیکی ADC_{12} پس از یک فرآیند پیرسازی (رسوب سختی با پایه مس) بررسی کرد. محلول جامد مس در فازهای α -Al در طول فرآیند ریخته‌گری با سرعت سرد شدن بیش از $0.3/0$ درجه سانتی‌گراد در ثانیه تشکیل می‌شود. این فرآیند با فرآیند محلول سازی T_6 جایگزین شد. گستردگی محلول جامد بسته به سرعت سرد شدن متفاوت است. با سرعت سرد شدن بالاتر، یک محلول جامد وسیع تر تشکیل شد. برای آلیاژ ریختگی ADC_{12} ایجاد شده با سرعت کوئنچ بالا، پس از حرارت دادن در دمای پایین (در دمای 175 درجه سانتی‌گراد به مدت 20 ساعت)، رسوب سختی شدیدی اتفاق افتاد که خواص مکانیکی آلیاژهای ریختگی Al را بهبود بخشید.

کلمات کلیدی: آلیاژ آلومینیوم، ریخته‌گری، رسوب، محلول جامد، پیرسختی، سرعت انجماد

۱ - معرفی

برای بهبود خواص مکانیکی آلیاژهای ریختگی، اندازه دانه با نرخ سرد کردن کنترل می‌شود [۳، ۴، ۵]. یکی از نتایج این است که افزایش نرخ سرد کردن انجماد، فاصله بازوی دندریت ثانویه (SDAS) را کاهش داده که باعث افزایش استحکام کششی و همچنین ازدیاد طول شکست می‌شود. [۳] روش دیگر برای ایجاد آلیاژهای ریختگی با استحکام بالا، استفاده از رسوبات تشکیل شده از طریق فرآیند محلول جامد و به دنبال آن پیرسختی (عملیات T_6) است [۶]. مراحل رسوب آلیاژ ($Al-CuT_6$) به شرح زیر است:

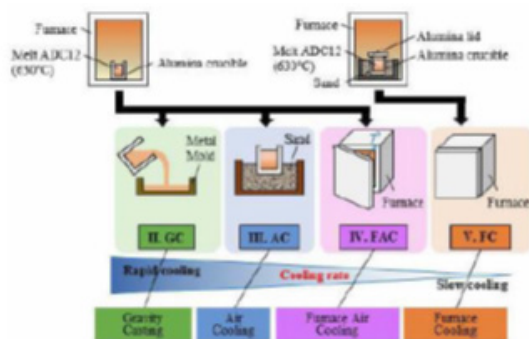
– (G.P) مناطق گینیر-پرستون \rightarrow محلول جامد فوق اشباع
[۷] $(CuAl_2, Cu)$ تعادلی θ پایدار $\rightarrow \theta' \rightarrow \theta''$

چندین تحقیق این مراحل را مورد بررسی قرار داده و تلاش کرده اند تا تجزیه فازها را با جزئیات ساختار و ترکیب فازهای ناپایدار مرتبط کنند. در این مثال، آلیاژ $Al-Cu$ به مدت 10 ساعت تا حدود 500 درجه سانتی‌گراد گرم شده و سپس با آب کوئنچ می‌شود تا مس در زمینه α -Al حل شود. سپس این آلیاژ در دماهایی

با توجه به تقاضا برای کاهش وزن خودرو، کاهش گازهای گلخانه‌ای و گرم شدن کره زمین، آلیاژهای رسوب سخت شونده اخیراً دیدگاه قابل توجهی را به خود جلب کرده‌اند. دو گروه آلیاژ آلومینیوم وجود دارد که به سری‌های نوردی و ریخته‌گری دسته‌بندی می‌شوند. از آنجایی که تکنولوژی ریخته‌گری دارای مزایای تکنولوژیکی برای تولید قطعات با دیواره‌های نازک و با اشکال هندسی پیچیده با بهره‌وری بالا هستند، قطعات مختلف خودرو مانند جعبه دنده، بلوک موتور و محفظه با این روش تولید شده است. به هر حال، به دلیل استحکام کم آلیاژهای ریختگی آلومینیوم به طور رضایت بخشی در قطعات خودرو به کار گرفته نشده‌اند. بسیاری از قطعات خودرو هنوز از آلیاژهای آهنی ساخته می‌شوند، با این وجود اقداماتی برای جایگزینی قطعات خودرو با پایه آهن با آلیاژهای آلومینیوم ریختگی صورت گرفته است. رانا و همکاران گزارش کرده‌اند که اگرچه ریخته‌گری یک روش تولید اقتصادی‌تر است اما هنوز استفاده از آلیاژهای ریخته‌گری در مقایسه با آلیاژهای نوردی برای کاربردهای سازه‌ای حساس محدود است، [۲].

۲-۲. رسوب سختی

برای بررسی میزان رسوب سختی در نمونه‌های ADC_{12} ، پیرسازی در دمای پایین (LTA) در دمای ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد و ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ تا ۹۶ ساعت بدون فرآیند ST انجام شد. در اینجا، از این روش برای بررسی نرخ سرد کردن مناسب فرآیند ریخته‌گری برای ایجاد محلول سازی از عنصر مس در زمینه $\alpha-Al$ استفاده می‌شود. توجه داشته باشید که دمای (LTA) ۱۷۵ و ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد بر اساس تحقیق قبلی ما تعیین شد [۱۲]



شکل ۱) نمودار شماتیک از روش‌های مختلف انجماد برای دست آوردن نرخ‌های سرد کردن متفاوت

۲-۳. آزمایش‌های مکانیکی و مشاهدات ریزساختاری

خواص مکانیکی (سختی و استحکام کششی) قطعه ریخته‌گری ADC_{12} مورد بررسی قرار گرفت. سختی آلیاژ با استفاده از سختی سنجی میکرو ویکرز و یک سیستم نانو فرورونده با سختی سنجی فوق‌میکرو دینامیک مورد بررسی قرار گرفت. سطوح نمونه‌های آزمایش قبل از تست سختی همه تا سطح آینه‌ای صیقل داده شدند. نیروی نفوذی اعمال شده به ترتیب با استفاده از سختی میکرو ویکرز و آزمایشگر نانو نفوذ به سطح نمونه در ۹/۸ نیوتن و ۰/۱ میلی نیوتن اعمال شد. مقادیر بارگذاری متفاوتی برای بررسی سختی آلیاژ در نواحی بزرگ و کوچک نمونه‌های ریخته‌گری اتخاذ شد.

خواص کششی در دمای اتاق با استفاده از نمونه‌های آزمایش مستطیلی با ابعاد $۱ \times ۲/۵ \times ۶/۵$ میلی متر بررسی شد. به دلیل محدودی اندازه نمونه‌ها تابعی از ابعاد نمونه‌های ریخته‌گری شده بودند. تست کشش حداقل بر روی سه نمونه با استفاده از یک دستگاه تست یونیورسال ۵۰ کیلونیوتن انجام شد. تنش کششی و مقادیر کرنش کششی توسط یک سیستم ثبت کننده کامپیوتری از طریق یک لودسل استاندارد و کرنش سنج کنترل شدند. سرعت بارگذاری برای آزمایش کشش ۱ میلی متر در دقیقه تا زمان شکست بود. ویژگی‌های ریزساختاری نمونه‌های ریخته‌گری ADC_{12} که در معرض نرخ‌های سرد کردن و گرم کردن مختلف قرار گرفتند با استفاده از میکروسکوپ نوری و میکروسکوپ الکترونی برگشتی

پایین (مثلاً در دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ ساعت) قرار می‌گیرد تا $CuAl_4$ در زمینه $\alpha-Al$ رسوب کند. به هر حال، عملیات حرارتی T_1 برای آلیاژهای ریخته‌گری آلومینیوم مناسب نیست، زیرا در اثر حرارت دادن محلول جامد در دمای بالا، باعث ظهور عیب تاول می‌شود [۸].

در تحقیق قبلی ما که در آن آلیاژ آلومینیوم ریخته‌گری شده با استحکام بالا ایجاد شد، مشخص شد که می‌توان در روش ریخته‌گری دایکست با فشار بالا فرآیند محلول سازی را حذف کرد و به سختی رسوبی آلیاژهای آلومینیوم دست یافت. [۹]. فرآیند محلول سازی را می‌توان با یک فرآیند انجماد سریع دایکست با فشار بالا [۱۰، ۱۱] جایگزین کرد، حتی اگر سرعت سرد کردن مناسب فرآیند انجماد مشخص نشده باشد. این اطلاعات برای ساخت آلیاژی ریخته‌گری با استحکام بالا از طریق رسوب سختی بدون فرآیند محلول جامد عملیات T_1 مهم است. بنابراین، این تحقیق به بررسی اثر نرخ انجماد بر روی رسوب سختی آلیاژ ریخته‌گری می‌پردازد.

۲. روش‌های آزمایش

۲-۱. مواد

آلیاژ آلومینیوم مورد استفاده در این تحقیق به شرح زیر است:
آلیاژ $(Al-Si-Cu ADC12): 1.7Cu - 10.4Si - Al - 0.9Fe - 0.3Mg$ (وزنی %).

نمونه‌ها به روش ریخته‌گری ثقلی در سرعت‌های سرد کردن متفاوت ایجاد شده‌اند. نمونه ۹۵ گرمی ADC_{12} با دمای ۶۳۰ درجه سانتی‌گراد و در قالب فولادی سخت شده در دمای اتاق ریخته شد. اندازه نمونه‌های ۱۵ × ۶۰ × ۶۰ میلی متر طراحی شد. برای انجماد آلیاژ ADC_{12} مذاب، از روش‌های سرد شدن به شرح زیر استفاده شد: سرد کردن با هوا در قالب‌های فولادی (GC) و سرامیکی (به ترتیب AC و GC)، و سرد کردن در کوره در دماهای پایین و بالا (به ترتیب FAC و FC) در یک قالب سرامیکی.

- سرد کردن با هوا در قالب‌های فولادی (GC)

- سرد کردن با هوا در قالب‌های سرامیکی (AC)

- سرد کردن در کوره در دماهای پایین در یک قالب سرامیکی (FAC)

- سرد کردن در کوره در دماهای بالا در یک قالب سرامیکی (FC)

برای تغییر خواص حرارتی و تغییر در نرخ انجماد از قالب‌های فولادی و سرامیکی استفاده شد. در فرآیند FAC، هوای خنک (۲۵ درجه سانتی‌گراد) به کوره شارژ شد، در حالی که خنک‌سازی کوره برای فرآیند FC با خاموش کردن کوره پس از ذوب آلیاژ ADC_{12} در قالب سرامیکی انجام شد. شکل ۱(a) شماتیک روش‌های سرد کردن را نشان می‌دهد.

از چهار نرخ سرد کردن مختلف

(به عنوان مثال، نمونه‌های GC، AC، FAC و FC) به دست آمده‌اند.

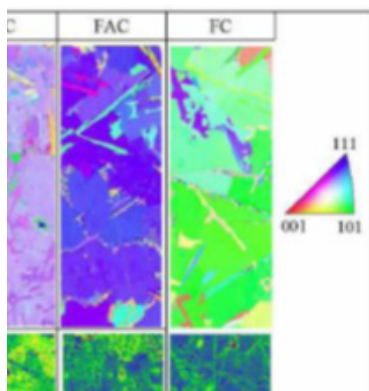
به طور کلی، نمونه‌های ADC_{12} شامل فاز $Al(\alpha)$ و ساختارهای یوتکتیک با فازهای مبتنی بر Cu، Si و Fe بودند. اندازه دانه بسته به سرعت سرد شدن متفاوت بود. جدول ۱ مقادیر **SDAS** (اندازه بازوهای دندریت ثانویه) و نرخ سرد کردن را برای چهار نمونه نشان می‌دهد.

اندازه بازوهای دندریت ثانویه به نرخ سرد کردن بستگی دارد. هر چه سرعت سرد کننده بیشتر باشد، اندازه بازوها کوچکتر است. شکل ۳(b) ریزساختار چهار نمونه ریخته گری فوق را پس از LTA در دمای ۱۷۵ درجه سانتیگراد برای ۳ ساعت، ۱۷۵ درجه سانتیگراد برای ۹۶ ساعت و ۲۲۰ درجه سانتیگراد برای ۹۶ ساعت نشان می‌دهد. هیچ تغییر ریزساختاری مشهودی مشاهده نشد، مراحل یوتکتیک مشابه پس از پیرسازی طولانی مدت مشاهده شد.

	GC	AC	FAC	FC
Cooling rate (CR), °C/s	1.17	0.052	0.030	0.006
SDAS, μm	13.2	45.0	61.0	95.0

جدول ۱. نرخ های سرد کردن و مقادیر اندازه بازوهای دندریت ثانویه برای نمونه های ریخته گری ADC_{12} در فرآیندهای مختلف.

شکل ۴ نتایج آنالیز EBSD را برای چهار نمونه ریخته گری قبل از LTA نشان می‌دهد. همانطور که توسط نقشه های قطب معکوس (IPF) نشان داده شده است، جهت گیری کریستالی نسبتاً سازمان یافته زمينه $\alpha-Al$ برای همه نمونه ها تشخیص داده می‌شود، که می‌تواند تحت تاثیر جبهه انجماد از سطوح قالب قرار باشد. برعکس، بسته به نمونه، درجات مختلفی از جهت گیری نامنظم دانه (KAM) به دست آمد که با تغییر رنگ از سبز تیره به سبز روشن نشان داده شد. رنگ سبز تیره به طور گسترده در نمونه‌هایی با نرخ سرد شدن پایین (FAC و FC) مشاهده می‌شود که به کرنش داخلی کم نسبت داده می‌شود.



شکل ۴. تجزیه و تحلیل EBSD (نقشه های IPF و KAM) نمونه های (FAC، AC، GC، و ADC_{12} FC) قبل از پیرسازی LT.

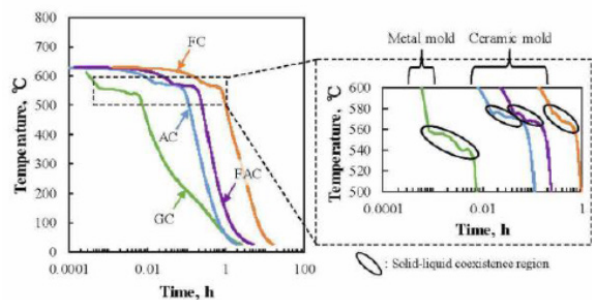
(EBSD) مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه و تحلیل EBSD با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) با ولتاژ شتاب دهنده ۱۵ کیلو نیوتن اجرا شد. علاوه بر این، برای بررسی ویژگی‌های رسوب ADC_{12} ، از میکروسکوپ الکترونی عبوری روبشی (STEM) انجام شد. قبل از مشاهده STEM، لایه‌های نازک ۱۰۰ نانومتر با روش نازک‌کردن مکانیکی و سپس پرداخت الکترولیتی با اسید نیتریک ۳۰ درصد و متانول ۷۰ درصد ساخته شدند.

۳. نتایج و بحث

۳-۱. ویژگی های ریزساختاری

شکل ۲ پروفیل های دما را در طول انجماد نشان می‌دهد نمونه های ریخته گری (GC، AC، FAC و FC)، که مستقیماً با استفاده از ترموکوپل اندازه گیری شدند. نرخ های سرد شدن به شرح زیر از پروفایل های دما در منطقه مخلوط جامد-مایع تعیین شد [۱۳]:

- ۱/۱۷ درجه سانتی گراد بر ثانیه (GC)
- ۰/۰۵۲ درجه سانتی گراد بر ثانیه (AC)
- ۰/۰۳۰ درجه سانتی گراد بر ثانیه (FAC)
- ۰/۰۰۶ درجه سانتیگراد بر ثانیه (FC)



شکل ۲) پروفیل های دما در طول انجماد نمونه های (GC، AC، FAC و FC)

لازم به ذکر است، دمای ناحیه جامد-مایع برای نمونه GC کمتر از نمونه‌های دیگر بود، که به یک اثر فوق تبرید در نمونه GC نسبت داده می‌شود که ناشی از هدایت حرارتی بالای قالب فولادی است. شکل ۳(a) ریزساختار نمونه های ریخته گری ADC_{12} را نشان می‌دهد که نشان دهنده چهار نرخ سرد کردن مختلف (نمونه های GC، AC، FAC و FC) است.

		GC (Cr 1.17%)	AC (Cr 0.052%)	FAC (Cr 0.030%)	FC (Cr 0.006%)
(a) As cast	Temp.				
	Time				
(b) LT	175°C	3h			
		9h			
	220°C	9h			

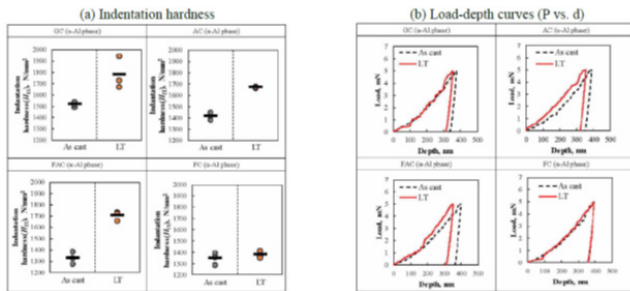
شکل ۳) میکروگراف‌های نمونه‌های ریخته‌گری شده ADC_{12} که با استفاده

۳.۲. خواص مکانیکی

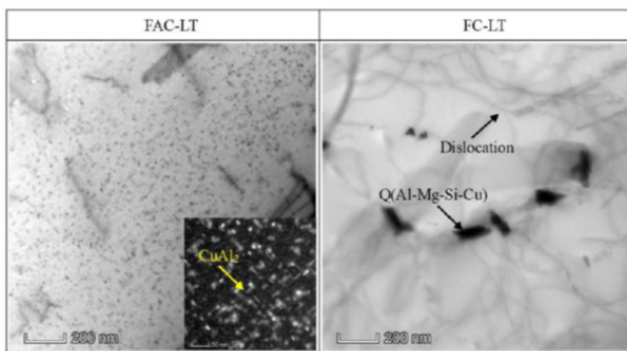
دیده می شود که منجر به رسوب سختی می گردد. در مقابل، هیچ رسوب واضحی در نمونه FC مشاهده نمی گردد، به گونه ای که فاز Q (AlMgSiCu) ایجاد می شوند و خواص مکانیکی پایین تر آن را توجیه می کنند.

۴. نتیجه گیری

این تحقیق تأثیر نرخ سرد کردن را بر میزان رسوب آلیاژ ADC_{۱۲} ریخته گری بررسی کرد. بر اساس نتایج تجربی به دست آمده، می توان به نتایج زیر دست یافت:



شکل ۶ (الف) مقادیر سختی تعیین شده توسط نانو سختی سنجی و (ب) منحنی های نیرو در مقابل عمق، قبل و بعد از فرآیندهای گرمایش برای نمونه های FAC، AC، GC، و FC

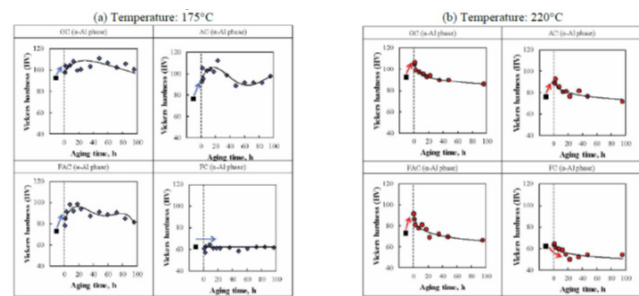


شکل ۷. تصاویر STEM برای نمونه های FAC-LT و FC-LT

(۱) محلول جامد مس در زمینه α -Al در طول فرآیند ریخته گری با سرعت سرد کردن بیش از 0.3°C/s درجه سانتی گراد در ثانیه (FAC) تشکیل می شود. این سرعت سرد کردن محلول جامد را می توان با عملیات T_6 جایگزین کرد تا باعث رسوب سختی CuAl_2 شود. وسعت محلول جامد بسته به سرعت سرد شدن متفاوت است. با سرعت سرد شدن بالاتر، یک محلول جامد گسترده تر تشکیل می شود.

(۲) برای نمونه ریخته گری شده ADC_{12} که با سرعت سرد کردن $< 0.3^\circ\text{C/s}$ درجه سانتی گراد بر ثانیه سرد شده است، رسوب سختی پس از فرآیند پیری رخ داد. علاوه بر این، مقادیر سختی ویکرز بالایی برای نمونه های GC و AC پس از پیرسازی در دمای 175°C درجه سانتی گراد به مدت ۲۰ ساعت به دست آمد. با دمای بالاتر و فرآیند گرم کردن طولانی تر، پیرسازی بیش از حد رخ می دهد که منجر به خواص مکانیکی پایین تر می شود.

شکل ۵ سختی ویکرز را به عنوان تابعی از زمان پیرسازی در دمای 175°C درجه سانتی گراد و 220°C درجه سانتی گراد برای چهار نمونه نشان می دهد. مقادیر سختی نمونه های (GC، AC، FAC) پس از قرار دادن آنها در دمای 175°C درجه سانتی گراد به مدت تقریباً ۲۰ ساعت به سرعت افزایش یافت، اگرچه بهبود جزئی سختی توسط LTA در دمای 220°C درجه سانتی گراد به دست می آید. پس از پیرسازی در دمای 175°C درجه سانتی گراد به مدت ۲۰ ساعت، نمونه های GC و AC مقادیر سختی بالای 115 HV را نشان دادند. افزایش مقدار سختی را می توان به شدت میزان رسوب سختی نسبت داد. در مقابل، مقادیر سختی سه نمونه زمانی که با حرارت دادن به مدت بیش از ۲۰ ساعت بیش از حد پیرسازی شدند، کاهش یافت [۱۲]. علاوه بر این، نمودار سختی نمونه FC با افزایش زمان حرارت دهی در 175°C درجه سانتی گراد تقریباً ثابت و در 220°C درجه سانتی گراد کاهش یافت. توجه داشته باشید، علی رغم عدم تغییرات ریزساختاری واضح برای نمونه های ریخته گری شده ADC_{12} پس از LTA (شکل ۳)، مقادیر سختی برای همه نمونه ها تغییر یافت.



شکل ۸ (الف) سختی ویکرز به عنوان تابعی از زمان پیرسازی برای نمونه های (FAC، ADC_{12} ، GC، AC، FAC) و (ب) 220°C درجه سانتی گراد

برای درک بیشتر خواص مکانیکی نمونه های ریخته گری ADC_{12} اندازه گیری سختی تنها در فاز α -Al با استفاده از روش نانو سختی سنجی انجام شد. شکل ۶ (الف) مقادیر سختی را برای چهار نمونه ریخته گری نشان می دهد که با نانو سختی سنج قبل و بعد از LTA (175°C درجه سانتی گراد برای ۳ ساعت) تعیین می شود. مقادیر سختی نمونه های (GC، AC، FAC) پس از LTA افزایش یافت، در حالی که با توجه به نتایج تست سختی ویکرز، هیچ افزایش واضحی در سختی برای نمونه FC مشاهده نشد (شکل ۵). شکل ۶ (ب) منحنی های نیرو (P) در برابر عمق فرورفتگی (d) را برای این نمونه ها نشان می دهد. ثابت الاستیک نمونه های GC، AC و FAC بعد از LTA افزایش یافت، همانطور که با افزایش شیب منحنی های P در مقابل d مربوطه نشان داد. در مقابل، هیچ افزایش واضحی در ثابت الاستیک برای نمونه FC مشاهده نشد. این نتایج ناشی از میزان رسوب های مختلف در چهار نمونه در طول LTA است. شکل ۷ تصاویر STEM نمونه های FAC و FC را نشان می دهد. همانطور که مشاهده می شود، فاز ناپایدار (θ' CuAl_2) برای نمونه FAC

آئین نامه ایمنی در صنایع ریخته گری (قطعه ریزی و لوله ریزی)

(قسمت اول)

پیش گرم بار کوره : تجهیزاتی است که از آن برای پیشگرم کردن بار کوره قبل از ریختن آن به داخل کوره استفاده می گردد.

مدل : قطعه ای است از جنس چوب ، فلز یا دیگر مواد که برای ایجاد محفظه قالب در داخل مخلوط قالب گیری از آن استفاده می شود.

ماهیچه : مخلوط از پیش شکل گرفته و قابل متلاشی شدن که در درون قالب جای گرفته تا قسمت های داخلی قطعه یا آن قسمت هایی را که توسط مدل نمی توان تعبیه نمود، تهیه نماید. ماشین های قالبگیری یا ماهیچه سازی : ماشین تزریق ماسه یا دیگر مخلوط ها به منظور ساخت قالب یا ماهیچه با اعمال هوای فشرده یا دیگر گازها را می گویند.

چسب ماهیچه : هرگونه مواد بصورت مایع و یا جامد که برای چسباندن ذرات مخلوط ماهیچه به یکدیگر به کار برده می شود. **جعبه ماهیچه :** یک سازه از جنس پلیمر، فلز یا چوب که حفره داخل آن دارای شکل مطلوب ماهیچه بوده و ماهیچه در درون آن ساخته می شود.

درجه ریخته گری : محفظه ای بدون سرپوش و انتها ، که برای نگهداری مخلوط ماسه در هنگام قالب گیری بکار می رود. درجه از دو یا چند جزء تشکیل شده است که قسمت پایینی ، لنگه زیرین و قسمت بالایی، لنگه رویی نامیده می شود. به قسمت های میانی به هر تعداد لنگه وسطی گفته می شود.

ریخته گری پوسته ای (چراغی) : روشی است که در آن قالب از طریق ریختن مخلوط ماسه حاوی چسب گرماسخت بر روی مدل فلزی گرم شده، شکل می گیرد. قالب ریخته گری دقیق: قالبی است که ابتدا بصورت دوغاب بوده و از مواد دیرگداز ، چسب و حلال تشکیل شده که بصورت لایه لایه بر روی مدل مومی ریخته می شود تا پس از سخت شدن به شکل قالب ریخته گری دقیق در آید.

مولر (Muller) : ماشینی است که عمل مخلوط کردن و پوشش دادن مخلوط ماسه را بصورت مکانیکی برای استفاده در ریخته گری با استفاده از چسب ها و محلول ها انجام می دهد. **میکسر (Mixer Sand) :** ماشینی است برای تهیه مخلوط

فصل اول) تعاریف در این آیین نامه واژه ها واصطلاحات زیر در معانی مشروح مربوط به کار می روند.

بوته : محفظه نگهدارنده ای است که برای ذوب، نگهداری و ریخته گری مذاب فلزات استفاده می شود.

سرباره : اکسیدهای فلزی یا دیگر ناخالصی ها یا ترکیبی از هر دوی اینها که بر روی سطح مذاب فلزات جمع می شوند.

پاتیل : محفظه ای است که برای نگهداری ، حمل و تخلیه مذاب استفاده می شود و قابل خم شدن می باشد.

پاتیل جرثقیلی : نوعی پاتیل است که توسط جرثقیل های سقفی جا به جا می گردد.

پاتیل با تخلیه از کف : نوعی پاتیل است که تخلیه مواد مذاب آن از طریق مجرای موجود در قسمت کف انجام می پذیرد.

کوره القایی : کوره ای است که حرارت بصورت الکتریکی و توسط کوئل پیچیده شده در اطراف بوته یا نسوز کوره به فلز موجود در آن القاء می گردد و به انواع فرکانس شبکه، فرکانس متوسط و فرکانس بالا (مصارف آزمایشگاهی) تقسیم می گردد. انواع کوره های فرکانس شبکه شامل کوره های القایی بدون هسته و کوره های القایی کانال دار می باشند. کوره قوس الکتریک مستقیم : کوره ای است که حرارت در آن از طریق ایجاد قوس الکتریک بین الکترودها و بار کوره تولید می گردد.

کوره قوس الکتریک غیر مستقیم : کوره ای است که حرارت در آن از طریق ایجاد قوس الکتریک بین الکترودها ایجاد می شود .

کوره شعله ای یا تشعشعی : کوره ای است که دارای حمام مذاب با عمق کم بوده و در ذوب فلزات از آنها استفاده می شود و حرارت حمام از طریق گازهای داغ در روی سطح فلز و تشعشع ناشی از سقف تامین می گردد و به انواع ثابت و دوار تقسیم می شود.

کوره نگهدارنده ماشین ریخته گری : کوره ای است که دارای المان های تولید گرما بوده و به عنوان نگهدارنده مذاب در ماشین ریخته گری عمل می نماید.

بار کوره : موادی است که به داخل کوره ذوب ریخته شده که نهایتا منجر به تولید فلز مذاب می گردد.

ماسه یا ماهیچه که از طریق اضافه نمودن اجزاء مخلوط بصورت کنترل شده این عمل را انجام می دهد. **پاشش مواد ساینده**: فرایندی است که طی آن ماده ساینده با فشار ناشی از نیروی هیدرولیک یا باد و یا گریز از مرکز به یک سطح برخورد می کند.

لاینر (Liner): قطعه استوانه ای جداگانه و قابل تعویض که در داخل شیلنگ تجهیزات تمیزکاری قرار می گیرد و مانع از سایش شیلنگ می شود.

غبارگیر: ابزار تصفیه هوا که برای جدا نمودن ذرات از سیستم خروج گاز قبل از تخلیه به هوای باز بکار می رود.

پرداختکاری: رسیدن به صافی سطح مورد نیاز توسط روشهایی مثل سنگ زدن و یا پولیش. ماسه بازیابی شده: ماسه ای است که توسط فرایندهای حرارتی، مکانیکی، هوادهی و تر، فرآوری می شود. **چاله اضطراری تخلیه مذاب کوره**: فضایی است که در زیر یا جلوی کوره قرار می گیرد تا در مواقع اضطراری مواد مذاب در آن تخلیه گردد.

سرباره گیری: جدا نمودن سرباره را از سطح مذاب فلزات می گویند.

ابزار برداشتن قطعه: ابزاری است که به کمک یک مکانیسم دستی یا مکانیکی قطعه را از حفره قالب یا یک منطقه دیگر برمی دارد.

لاوک (SKIP): سیدها، باکت ها یا هر گونه محفظه ای است که بر روی ریل قرار می گیرد و توسط عمل کشش یا فشار به حرکت در می آید.

لوله تغذیه: لوله ای است که از یک طرف درون فلز مذاب قرار گرفته و از طرف دیگر به انتهای قالب متصل است تا فلز مذاب از درون آن به حفره قالب بریزد.

دسته پاتیل (Trunnion): محوری است در پاتیل که برای چرخش و نگاهداشتن آن بکار می رود.

چنگک (Bail): حلقه متصل به پاتیل است که فلاپ جرثقیل در داخل آن قرار می گیرد. ریخته گری ریژه: روشی است که طی آن فلز مذاب تحت شرایط وزنی یا با فشار پایین به داخل یک قالب از جنس مقاوم نظیر آهن یا فولاد ریخته شده و سپس منجمد می گردد.

ماشین ریژه ریزی: یک دستگاه مکانیکی، هیدرولیکی، نیوماتیکی (پنوماتیکی) یا الکتریکی است که در آن فلز مذاب توسط نیروی وزن یا بافشار پایین به درون قالب چند بار مصرف موجود در ماشین فرستاده می شود.

ماشین های ریژه ریزی با فشار پایین: یک ماشین ریخته گری با قالب دائم است که معمولا بالای یک کوره نگهدارنده نصب شده تا با ایجاد فشار، فلز مذاب را به لوله تغذیه بفرستد. فشار در این ماشین ها باید کمتر از ۲ اتمسفر باشد.

قالب دائم: ابزاری است در ماشین های ریخته گری با قالب

دائم که فلز مذاب به داخل آن ریخته شده تا به شکل قطعه ریخته گی در بیاید.

خط جدایش: سطح روی قطعه که به واسطه جداسدن نیمه قالبها از یکدیگر بر روی آن تشکیل می شود.

بلوک متوقف کننده (Block Stop): قطعه ای که به منظور جلوگیری از حرکت ناخواسته اجزاء قالب در زمان تعمیر و نگهداری ماشین ریژه ریزی استفاده می شود.

ماشین ریخته گری گریز از مرکز: ماشینی است که برای تولید لوله ها و بوش ها توسط روش گریز از مرکز استفاده می شود. در این ماشین محور مرکزی لوله ها و بوش ها مطابق با محور گردش ماشین بوده و ضخامت لوله ها و بوش ها توسط ابعاد قالب و مقدار فلز ریخته شده مشخص می گردد. محور فوق می تواند بصورت افقی یا مایل باشد.

حد پایینی انفجار (اشتعال) LEL: کمترین مقدار گاز یا بخار مایع قابل احتراق که می تواند با هوا مخلوط شده و مخلوط گازی قابل انفجاری (اشتعالی) را بوجود آورد.

فصل دوم: مقررات عمومی

ماده ۱: کارفرما مکلف است نسبت به شناسایی خطرات و ارزیابی شرایط محیط کارکارگاه های ریخته گری اقدام نموده و اقدامات کنترلی مناسب را به منظور حذف مخاطرات احتمالی به عمل آورد.

ماده ۲: کارگران کارگاه های ریخته گری باید متناسب با نوع کار و خطرات، مطابق با آیین نامه آموزش ایمنی کارفرمایان، کارگران و کارآموزان مصوب شورایعالی حفاظت فنی، آموزش های ایمنی لازم را دیده و مدارک مربوطه در پرونده آنان ثبت و ضبط شده باشد. ماده ۳: ماشینها و تجهیزات مورد استفاده در صنایع ریخته گری باید دارای لوحه شناسایی حاوی اطلاعات و مشخصات زیر بوده و در محل قابل رویتی بر روی آنها نصب شود: الف. نام و آدرس سازنده دستگاه ب. شماره سری یا نوع دستگاه ج. مشخصات فنی ضروری مانند توان، ظرفیت اسمی، وزن شماره سریال و سال ساخت د. در صورت وجود استاندارد، شماره استاندارد.

ماده ۴: انجام کلیه امور نصب، راه اندازی، بهره برداری و سرویس، تعمیر و نگهداری ماشین آلات و تجهیزات ریخته گری باید توسط افراد ماهر و با رعایت دستورالعمل های شرکت سازنده و الزامات قانونی انجام پذیرد.

ماده ۵: ماشین ها و تجهیزات ریخته گری باید دارای پرونده مجزا بوده و دستورالعمل ها، نتایج سرویس، تعمیر و نگهداری و بازرسی های فنی و ایمنی در آن ثبت گردد.

ماده ۶: کارگران شاغل در صنایع ریخته گری باید متناسب با نوع کار و خطرات موجود با وسایل حفاظت فردی مناسب (عینک، کلاه ایمنی و حفاظتی، گوشی ایمنی، کلاه و کفش ایمنی، دستکش، پیش بند، گتر حفاظتی و لباس مقاوم به حرارت و مانند آنها) مطابق با آیین نامه وسایل حفاظت فردی مصوب شورایعالی حفاظت فنی

تجهیز گردند.

خودداری شود.
ماده ۱۸: ابزارهای زنگ زده نباید در مذاب آلومینیم فرو برده شوند.

ماده ۱۹: کارفرما باید کار جابه جایی قراضه ها را به کارگرانی واگذار نماید که آموزش های لازم را در رابطه با آزمایش، کنترل و حمل و نقل قراضه ها فرا گرفته باشند.

ماده ۲۰: جابه جایی و شارژ قراضه ها باید پس از اطمینان از آزمایشات کنترلی آنها در خصوص امکان وجود مواد منفجره، اشیایی که بطور بالقوه خطر انفجار دارند و ظروف توخالی در بسته انجام شود.
ماده ۲۱: قبل از جابه جایی یا پیاده کردن قراضه های تهیه شده از صنایع نظامی که ممکن است حاوی مواد منفجره باشند باید فرد ماهری برای بررسی وقوع احتمالی انفجار تعیین گردد.

ماده ۲۲: قراضه ها فقط باید وقتی تحویل گرفته شوند که تهیه کننده تضمین نماید کنترل های لازم انجام شده و قراضه ها عاری از مواد منفجره و ظروف توخالی در بسته می باشند.

ماده ۲۳: اگر کارگران ماده منفجره یا مشکوکی یافتند باید فوراً کار را متوقف کرده، محل را علامت گذاری و با استفاده از نوار مسدود نمایند و مراتب را سریعاً به فرد مسئول اطلاع دهند. فرد مسئول باید مطمئن شود که در صورت کشف مواد منفجره یا مشکوک در داخل قراضه ها مقامات ذیصلاح فوراً در جریان امر قرار می گیرند.

ماده ۲۴: اگر کارگران در داخل قراضه ها ظرف توخالی در بسته ای یافتند باید آنرا کنار گذارده و به فرد مسئول اطلاع دهند. برای استفاده مجدد، ظرف توخالی باید به منظور اطمینان از عدم ایجاد خطر در اثر افزایش فشار درونی ظرف به مقدار کافی سوراخ شود.

ماده ۲۵: تمامی موتورها و محورهای انتقال نیرو باید مطابق آیین نامه حفاظت در مقابل خطرات وسایل انتقال نیرو حفاظت گذاری شده باشند.

فصل سوم: آماده سازی ماسه، قالب گیری و ماهیچه سازی

ماده ۲۶: سیلوها، قیف ها، مخازن و مخلوط کن های مورد استفاده در آماده سازی ماسه، قالب گیری و ماهیچه سازی بعنوان فضای بسته محسوب شده و انجام کار در آنها باید با کسب مجوز صادره از طرف کارفرما و رعایت اصول ایمنی همراه باشد.

ماده ۲۷: تمامی دریچه ها در سیلوها، مخازن و قیف ها باید به حفاظ مناسب و موثر مجهز شوند.

ماده ۲۸: انجام عملیات خارج کردن پسماند در سیلوها، قیف ها و مخازن باید به گونه ای طراحی شده باشد تا کار بصورت ایمن انجام پذیرد.

ماده ۲۹: مکانیزم راه اندازی دریچه ها در سیلوها، مخازن و قیف ها باید به گونه ای طراحی شده باشد تا از سقوط افراد در مسیر جریان تخلیه مواد جلوگیری نماید.

ماده ۳۰: برای نمونه گیری ماسه، تجهیزات و ماشین آلات

ماده ۷: برای جلوگیری از تماس یا ورود افراد به داخل محفظه ها یا تجهیزاتی که دارای اجزاء متحرک داخلی هستند باید از حفاظ مناسب استفاده شود.

ماده ۸: کارفرما باید در خصوص امکان ایجاد مخلوط هوای خطرناک (از جمله کمبود اکسیژن، مخلوط گازهای سمی، مخلوط گازهای قابل انفجار و غیره) در محیط کارگاه از طریق اشخاص حقیقی یا حقوقی ذیصلاح (طبق آیین نامه مشاورین حفاظت فنی و خدمات ایمنی مصوب شورایی حفاظت فنی) بررسی های لازم را بعمل آورده و در صورت وجود چنین مخلوطی روش های پیشگیرانه لازم را اتخاذ و دستورالعمل های مربوطه را تهیه کند.

ماده ۹: کارفرما باید دستورالعمل های مکتوب برای عملیات ایمن ذوب، باربری و انتقال مذاب را تهیه و بر نحوه اجرای آنها نظارت نماید. این دستورالعملها همچنین باید شامل مشخص نمودن افراد ماهر برای انجام کار و تجهیزات حفاظت فردی مورد نیاز باشد.

ماده ۱۰: کارفرما باید آموزش لازم را در خصوص روش های صحیح انجام کار مطابق دستورالعمل های مربوطه به کارگران ارائه نماید. کارفرما باید مطمئن گردد که کارگران از روش های صحیح انجام کار و دستورالعمل های مربوطه پیروی می نمایند و کارگران نیز موظف به رعایت روش های صحیح انجام کار و دستورالعمل های مربوطه می باشند.

ماده ۱۱: کارفرما مکلف است فاصله کافی بین ماشین ها و خطوط عملیاتی را مهیا نموده تا حرکت کارگران محدود نگردد.

ماده ۱۲: از فضاهای مجزا باید برای تعمیر و نگهداری، نظافت ماشین ها، جا به جایی و اسقاط مواد استفاده گردد. سطوح مورد استفاده برای عبور افراد باید عاری از موانع، گریس، روغن و آب و یا هرگونه مواد لغزنده باشد.

ماده ۱۳: در ماشین هایی که از سیستم هیدرولیک استفاده می گردد باید با استفاده از روش های ایمن از جاری شدن مایع هیدرولیک و آتش گرفتن آن جلوگیری به عمل آید.

ماده ۱۴: کارفرما موظف است میزان شدت صدا در ایستگاه های مختلف کاری فرایند ریخته گری را اندازه گیری نموده و تدابیر لازم برای کاهش میزان شدت صدای تولیدی را اتخاذ نماید.

ماده ۱۵: در صورت بروز نقص فنی در هر یک از اجزاء ماشین های ریخته گری باید با استفاده از روش های ایمن از ایجاد جراحت و صدمه به کارگران، جلوگیری به عمل آید.

ماده ۱۶: بخارات فیوم های فلزی، گردوغبار و دود های حاصل از عملیات ریخته گری باید توسط سیستم تهویه و تصفیه مناسب از محیط خارج شود.

ماده ۱۷: به منظور حذف رطوبت، روغن و سایر مایعات موجود در مواد شارژ و ابزارها قبل از فرورفتن آنها در کوره یا مذاب باید تمهیداتی پیش بینی شده باشد. از افزودن ظروف سر بسته مثل انواع کپسول ها و همچنین مواد قابل انفجار مانند مهمات جنگی باید اکیدا

مربوطه باید متوقف شده باشند.

ماده ۳۱: مولرها و میکسرها باید دارای حفاظ باشند تا از تماس افراد با اجزای خطرآفرین آنها جلوگیری بعمل آید.

ماده ۳۲: هنگامی که انتقال مواد بصورت دستی کنترل می شود، تابلوی کنترل باید با رعایت شرایط ذیل جانمایی شود:

الف - اپراتور از مکانیزم انتقال جدا شده باشد.

ب - اپراتور در مسیر مواد برگشتی نباشد.

ج - اپراتور به کنترل ها دسترسی داشته باشد.

د - مانعی در برابر دید اپراتور به خط انتقال وجود نداشته باشد. ماده ۳۳: در مواقعی که مواد قابل اشتعال، انفجار یا سمی جا به جا یا انبار می شوند رعایت کلیه موارد ایمنی و حفاظتی الزامی است.

ماده ۳۴: هنگامی که ماشین آلات، تجهیزات و فرایند جابه جایی و آماده سازی ماسه باعث ایجاد غلظت آلاینده ها بیش از حد مجاز شود، با استفاده از روش های کنترلی مناسب مقدار آلاینده ها باید به کمتر از حد مجاز رسانده شود و یا با استفاده از تجهیزات حفاظت فردی میزان تماس کارگران با آلاینده ها به حداقل ممکن تنزل یابد. ماده ۳۵: در روش ریخته گری پوسته ای (چراغی)، غلظت آلاینده های قابل انفجار باید به نحوی کنترل شود که حداکثر غلظت آلاینده ها ۲۵ درصد حد پایینی انفجار **LEL** باشد.

ماده ۳۶: در تجهیزات ماهیچه سازی، قالب گیری و جابه جایی درجه ها، تمامی مناطقی که امکان ایجاد آسیب برای کارگران وجود دارد باید بصورت مناسب حفاظ گذاری شوند.

ماده ۳۷: با استفاده از روش های زیر و یا دیگر روش های مناسب باید از اصابت ذرات ماسه خارج شده از بین خط جدایش بین جعبه ماهیچه و دستگاه ماهیچه سازی و اصابت آنها به اپراتور محافظت گردد:

الف - از سایش سطوح فصل مشترک بین جعبه ماهیچه و دستگاه ماهیچه سازی جلوگیری گردد.

ب - قبل از شروع به کار، ذرات ماسه باقیمانده در فصل مشترک بین جعبه ماهیچه و دستگاه ماهیچه سازی تمیز گردد.

ج - از درزگیر (لاتون) در فصل مشترک بین جعبه ماهیچه و دستگاه ماهیچه سازی استفاده گردد.

د - از سپرها یا پرده های حفاظتی در فاصله بین اپراتور و دستگاه استفاده شود.

ماده ۳۸: جعبه های ماهیچه سازی باید بصورتی طراحی شده باشند که جاگذاری و برداشتن جعبه بدون قرارگیری دست اپراتور در معرض آسیب باشد. در صورتی که دستگیره های مناسب در طراحی جعبه ماهیچه پیش بینی نشده باشد نقاط مذکور باید به جعبه ماهیچه اضافه شود.

ماده ۳۹: جعبه ماهیچه باید دارای استحکام لازم برای مقاومت در برابر نیروهای مکانیکی و نیوماتیکی (پنوماتیکی) حین کار را داشته باشد. ماده ۴۰: سوراخهای ارتباط با هوا باید در جعبه ماهیچه یا صفحات دمش وجود داشته باشد.

ماده ۴۱: با استفاده از حفاظ مناسب باید از تماس احتمالی

اپراتورها با سیستم انتقال لاوک ها **SKIP** جلوگیری بعمل آید.

ماده ۴۲: در فرایند ماهیچه سازی، باید از تهویه مناسب برای نگهداری هوای محیط کار در سطحی معادل حداکثر مقدار مجاز برای آلاینده های موجود در فرایند ماهیچه سازی استفاده شود.

ماده ۴۳: کارفرما موظف است برگه اطلاعات ایمنی مواد (**MSDS**) مورد مصرف در فرایند ماهیچه سازی را تهیه و در راستای ایمن سازی فرایند ماهیچه سازی از آن استفاده نماید.

ماده ۴۴: در پیستون های موجود در دستگاه های قالب سازی باید با استفاده از روش های ایمن از خارج شدن پیستون از داخل سیلندر جلوگیری شود.

ماده ۴۵: در هنگامیکه از سرسره های سقوط آزاد برای بازگرداندن گیره ها (کلمپ) به ایستگاه های گیره زنی استفاده می شود، گیره ها (کلمپ) باید در داخل سرسره محکم شده و مجرای خروجی سرسره نیز حفاظ داشته باشد.

ماده ۴۶: ابزارهای بلند کردن درجه ریخته گری باید بصورتی طراحی شده باشد که دارای فاصله کافی از کارگران بوده یا دارای دستگیره های جداگانه باشند.

ماده ۴۷: برای جلوگیری از ورود مواد فلزی ناخواسته به مخلوط ماسه باید از روش های مناسب (نظیر جداکننده مغناطیسی و سرنده) استفاده شود.

ماده ۴۸: انجام تنظیمات یا تعمیرات در تجهیزات مورد استفاده برای آماده سازی قالب، قالب سازی و ماهیچه سازی توسط اپراتور ممنوع می باشد مگر اینکه وی در این رابطه آموزش های لازم را دیده باشد و مجوز های مورد نیاز را از طرف کارفرما دریافت کرده باشد. ماده ۴۹: برای تخلیه ترکیبات پوشان قالب از ظروف کار باید از تجهیزات مناسب (نظیر یکبر کننده بشکه، شیرهای سماوری) استفاده شود.

ماده ۵۰: ترکیبات پوشان قالب و حلالهای قابل اشتعال باید در ظروف دربسته محکم، نشکن، غیرقابل اشتعال و فقط در مقادیر مورد نیاز یک نوبت کاری در محل کار انبار شوند.

ماده ۵۱: در صورت استفاده از پوشان های پایه آبی قبل از بارریزی، سطح قالب باید بوسیله شعله دستی خشک گردد. در صورت استفاده از پوشان های پایه الکلی قبل از بارریزی با آتش زدن سطح قالب باید خشک گردد.

ماده ۵۲: مادامی که از ترکیبات پوشان قالب با نقطه اشتعال کمتر از ۵۵ درجه سانتیگراد استفاده می شود. باید در اطراف نقطه مصرف، منطقه ای به شعاع ۳ متر عاری از هرگونه شعله نگهداشته شده و کشیدن سیگار در این منطقه ممنوع گردد.

ماده ۵۳: ظروف کار باید در برابر ضربه محافظت شده و پس از استفاده درب آنها بسته شوند.

ماده ۵۴: اسپری کردن قالب ها و ماهیچه ها با ترکیبات پوشش دهنده ای که دارای نقطه اشتعال کمتر از ۵۵ درجه سانتیگراد هستند

ج - در قسمت جلو و کناره های کوره و همسطح با قسمت فوقانی آن امتداد یافته باشند.

د - به نرده و آستانه های محافظ استاندارد مجهز شده باشند.
ماده ۶۶: اگر دمنده ها و پمپ های سوخت تغذیه کننده مجموعه ای از کوره های بوته ای گازوئیل سوز ، به یک منبع انرژی مشترک متصل نباشند در این صورت باید در روی خط لوله اصلی تامین سوخت کوره ها یک شیر فلکه دستی یا اتوماتیک نصب شود تا هنگام بروز نقص در سیستم هوا، جریان سوخت به کلیه کوره ها فوراً قطع گردد.

ماده ۶۷: بوته ها باید در مکان های گرم و خشک انبار شوند. قبل از استفاده از نظر وجود حفره و ترک های ریز بدقت بازرسی و بدون آسیب زدن به بوته یا دیواره های جانبی بازرسی شوند. همچنین به آرامی گرم و فقط توسط ابزارهایی با شکل و اندازه مناسب بالا برده شوند.

ماده ۶۸: بوته ها باید توسط تعداد کافی از کارگران حمل و جابجا شود بنحوی که از وارد آمدن فشار بی مورد به کارگران جلوگیری شود. در این زمینه رعایت آیین نامه حفاظتی حمل دستی بار مصوب شورای عالی حفاظت فنی الزامی است.

کوره های شعله ای

ماده ۶۹: مشعل های گازسوز باید دمنده دار باشند و فشار استاتیک هوای آنها حداقل ۷۰ میلی بار باشد.
ماده ۷۰: کاهش فشار هوا به کمتر از مقدار حداقل باید توسط سوئیچ های مربوطه بررسی شود تا موجب قطع گاز در شرایط نامتعارف گردد.

ماده ۷۱: مسیر هوا و گاز باید مجهز به نشاندهنده فشار باشند.
ماده ۷۲: مشعل ها باید مجهز به شیر تنظیم نهایی جریان هوا و گاز باشند.

ماده ۷۳: مسیر ورودی شعله و فاصله سرمشعل از کوره باید براساس دستورالعمل سازنده باشد.

ماده ۷۴: ظرفیت حرارتی مشعل باید مطابق با نیاز کوره و یا حداکثر ۲۰ درصد بالاتر باشد.

ماده ۷۵: در مسیر گاز باید فیلتر مناسب نصب گردد.
ماده ۷۶: دمای مازوت ورودی به مشعل باید حداقل ۱۰۰ درجه سانتیگراد بوده و پیش گرمکن مجهز به سوئیچ کنترل درجه حرارت باشد.

ماده ۷۷: مشعل کوره های شعله ای باید مجهز به پیلوت (شمعک) باشد.

ماده ۷۸: چنانچه در مسیر گاز طبیعی از سیستم تقلیل فشار استفاده می شود ، این سیستم باید مجهز به شیر قطع کننده و شیر اطمینان باشد.

ماده ۷۹: در مسیر گاز طبیعی باید حداقل یک عدد شیر برقی مناسب نصب گردیده و این شیر برقی باید در صورت اختلال در فشار

باید در جایگاهها یا غرفه های مخصوص انجام شود.

ماده ۵۵: ماهیچه ها و قالب های سنگین که حمل آنها مشکل می باشد ، را می توان با رعایت تدابیر ایمنی در کارگاه اسپری نمود. این تدابیر همچنین عملیات اسپری در ماشینهای قالب گیری که دارای جایگاههای اسپری مجهز به سیستم تهویه کننده هستند را نیز شامل می گردد.

ماده ۵۶: جهت جلوگیری از بیرون زدن مذاب از سطح جدایش دو نیمه قالب باید از وزنه گذاری و یا گیره استفاده شود.

ماده ۵۷: همزمان با شروع ریخته گری باید نسبت به سوزاندن گازهای قالب اقدام نمود تا از تجمع گاز در قالب و ماهیچه جلوگیری بعمل آید.

فصل چهارم - کوره های ذوب و ریخته گری بارگیری خودکار کوره

ماده ۵۸: راههای دسترسی به نقاط بارگیری، مسیرهای تغذیه و سکوهای بارگیری یا منطقه عبور آرابه ها باید با تعبیه درهای مخصوص محافظت شوند.

ماده ۵۹: برای جلوگیری از بسته شدن تصادفی و ناخواسته درها و شروع بکار مجدد دستگاه ، درها باید به میکروسوئیچ مجهز شوند.

ماده ۶۰: در صورت بازبودن یکی از درهای دسترسی، سیستم کنترل دستگاه باید بطور اتوماتیک خاموش شده و هدایت دستگاه بصورت دستی از اتاق کنترل مرکزی غیرممکن باشد.

ماده ۶۱: روشن کردن دوباره دستگاه از داخل اتاق کنترل مرکزی فقط باید زمانی میسر باشد که درهای دسترسی بسته بوده و قفل میکروسوئیچ توسط یک کلید از بیرون باز شده باشد.

ماده ۶۲: در مسیر تغذیه، روی سکوی بارگیری مجاور کوره و در صورت لزوم در نزدیکی محور راهنما باید کلیدهای توقف اضطراری و کنترل هایی برای هدایت دستی موجود باشد. راه اندازی کنترل های فوق باید توسط سوئیچی که با کلید باز و بسته می شود امکان پذیر باشد.

ماده ۶۳: تخلیه ظروف توزین فقط باید پس از قرار گرفتن کامل قیف در زیر آنها انجام شود.

ماده ۶۴: مابین عریض ترین قسمتهای پیش آمده یا متحرک نوارنقاله های لاوک SKIP دار برقی و قسمت های ثابت ساختمان در مسیر تغذیه، باید فاصله ای آزاد و بدون مانع به عرض ۵۰ سانتیمتر و ارتفاع ۲ متر وجود داشته باشد.

کوره های بوته ای

ماده ۶۵: کوره های بوته ای ایستاده با لولای مفصلی که بیش از ۳۰ سانتیمتر بالاتر از سطح زمین قرار گرفته اند، باید به سکوهایی با مشخصات زیر مجهز شوند:

الف - از فلز یا سایر مواد مقاوم به آتش ساخته شده باشند.

ب - دارای عرض کافی باشند.

جریان برق ورودی به کوره میسر نباشد، به منظور جلوگیری از خطر برق گرفتگی، کلیه کاربران کوره موظف به استفاده از ابزارهای با دسته عایق و یا دستکش و لباس عایق مناسب هستند.

ماده ۹۴: برای پرهیز از بالا رفتن بیش از حد دمای کوره باید از ابزارهای دقیق اندازه گیری دما برای این منظور استفاده نمود.

ماده ۹۵: در صورت بروز هر گونه اشکال یا خطا در سیستم کنترل اتصال به زمین کوره (ارت)، از ادامه کار کوره تا محو کامل اشکال یا خطا باید جلوگیری شود.

ماده ۹۶: آنتن نیکل - کروم سیستم اتصال به زمین (ارت) که به نسوزهای کوره فروبرده می شوند نباید توسط تکه های نسوز پوشانده شوند.

ماده ۹۷: کف مناطقی که عمل انتقال مذاب در آنها انجام می گردد باید از جنس موادی (نظیر ماسه ریخته گری یا مواد دیرگداز) باشند که باعث ایجاد حداقل فوران و پاشش مذاب گردد.

ماده ۹۸: دستورالعمل های مربوط به عملیات تخلیه مذاب باید به گونه ای تهیه شده باشد که ایمنی کارگران را در این عملیات تامین نماید.

ماده ۹۹: چاله موجود در قسمت جلو یا زیر کوره باید همواره خشک و عاری از رطوبت و روغن بوده و از موادی (نظیر ماسه) ساخته شده باشد که از پاشش فلز در اثر تماس با آن جلوگیری نماید. چاله باید ظرفیت نگهداری حداقل یک بار کامل کوره را داشته باشد و از ذرات فلزی عاری بوده و بصورت منظم و حداقل یک بار در روز بازرسی شود.

ماده ۱۰۰: مناطقی که احتمال پاشش فلز مذاب در آنها وجود دارد باید همواره خشک باشند.

ماده ۱۰۱: تردد کارگران به چاله جلوی کوره باید همواره تحت کنترل باشد. در زمان انجام عملیات باردهی، بارریزی، انتقال مذاب و سرباره گیری حضور کارگران در چاله ممنوع می باشد.

ماده ۱۰۲: نصب سیستم اطفاء حریق سقفی (sprinkler) بالای ناحیه ذوب و سکوی کوره (عرشه کوره) ممنوع است. ضمناً آب مربوط به این سیستم هرگز نباید بر روی منطقه خطر ریخته شود.

ماده ۱۰۳: کارفرما باید فضای چاله جلوی کوره را از لحاظ وجود عوامل خطرناک بررسی نموده و با استفاده از روش های ایمن راهکارهای مناسب برای مقابله با آن که شامل استفاده از وسایل حفاظت فردی نیز می باشد را اتخاذ نماید.

ماده ۱۰۴: مناطق اطراف کوره های القایی و کوره های نگهدارنده (تا شعاع ۶ متر و یا ۵ برابر قطر داخلی کوره هر کدام که بزرگتر هستند) بعنوان مناطق خطرناک محسوب می گردد. لذا کارفرما باید مناطق اطراف کوره که در آنها احتمال پاشش فلز مذاب وجود دارد را با استفاده از نرده های حفاظتی با رنگ زرد یا دیگر علائم هشداردهنده مشخص نموده و محل های مجاز ورود به این نواحی را نیز با استفاده از خط کشی به رنگ زرد بر روی کف کارگاه و با عرض

هوا و یا عدم تعادل در فشار گاز طبیعی مسیر گاز را قطع نماید. ترجیحاً این شیر باید از نوع تنظیم دستی **Reset Manual** باشد. ماده ۸۰: تجهیزاتی که در معرض حرارت قرار دارند باید برای درجه حرارت مورد نظر طراحی شده و یا با استفاده از روش های موجود و تدابیر ایمنی از برخورد تشعشع و بالا رفتن دما جلوگیری گردد.

ماده ۸۱: مشعل کوره باید طوری نصب گردد که در شرایط کاری، از محل نصب جدا نشود. کوره های القایی

ماده ۸۲: علاوه بر مواد این بخش، موارد ذکر شده در استاندارد ملی ایران به شماره ۳-۶۴۴۴ تحت عنوان ایمنی تاسیسات گرمایش الکتریکی.

الزامات ویژه گرمایش القایی و رسانشی و تاسیسات ذوب القایی « نیز الزامی می باشد.

ماده ۸۳: طراحی کوره القایی باید به نحوی باشد که از پراکندگی میدان مغناطیسی در اطراف بوته و محیط کار کوره جلوگیری نماید. ماده ۸۴: تمامی هادی های بدون روکش به غیر از آنهایی که برای اتصال به زمین (کابل ارت) استفاده می شود، باید حفاظ گذاری شوند.

ماده ۸۵: پوسته بوته های ذوب کوره های القایی (shell steel) باید دارای امکان خروج رطوبت یا بخار آب باشند. ماده ۸۶: در سیستم هیدرولیک تخلیه کوره باید مکانیزمی پیش بینی شود تا در صورت بروز خطا یا نقص فنی در آن سیستم، برگشتن آن به وضعیت عادی با سرعت کنترل شده باشد.

ماده ۸۷: اگر در حین چرخش کوره، خطر سقوط کارگران به داخل چاله کوره وجود داشته باشد، انجام اقدامات حفاظتی در این خصوص الزامی است. این اقدامات نباید باعث بروز خطر دیگری برای کارکنان شود. ماده ۸۸: ابزار فرمان دهنده به شیر هیدرولیک که چرخش کوره را کنترل می نماید باید دارای مکانیزمی باشد که با برداشتن نیروی دست به وضعیت « خاموش » برگردد.

ماده ۸۹: کوره هایی که دارای قابلیت چرخش می باشند باید دارای کلیدهای محدودکننده (Switch Limit) یا موانع متوقف کننده (stop) باشند تا از چرخش بیش از حد کوره جلوگیری شود. ماده ۹۰: در تمامی سیستم های چرخش کوره، دکمه های فشاری و اهرم ها باید از نوع غیر ثابت شونده باشند.

ماده ۹۱: در کوره هایی که قابلیت چرخش در دو سمت را دارند مکانیزم های چرخش برای خروج سرباره و مذاب باید یکپارچه باشند. ماده ۹۲: سیم کشی ها و لوله کشی های کوره باید بصورتی انجام شده باشند تا محل قرارگیری آنها در معرض حرارت ناشی از مذاب خروجی و تشعشع گرمایی آن به حداقل برسد.

ماده ۹۳: قبل از وارد نمودن هرگونه ابزار عایق نشده به داخل حمام مذاب کوره، باید نیروی الکتریکی کوره را قطع نمود و نسبت به تخلیه انرژی الکتریکی ذخیره شده اقدام نمود. اگر امکان قطع نمودن

حداقل ۱۰ سانتیمتر مشخص نماید.

ماده ۱۰۵: ورود افراد به مناطق اطراف کوره های القایی که احتمال پاشش فلز مذاب در آنها وجود دارد باید فقط محدود به افراد ماهر و تنها به منظور انجام وظایف محوله باشد. انجام کار افراد در این مناطق باید در حداقل زمان مورد نیاز برای انجام وظایف محوله باشد. ماده ۱۰۶: محل استقرار کارگران از جمله اپراتورهای کوره القایی باید در خارج از منطقه اطراف کوره که احتمال پاشش فلز مذاب در آن وجود دارد، باشد. در صورت امکان عملیات باردهی، سرباره گیری و یا دیگر موارد بصورت خودکار انجام شود تا خطراتی که متوجه اپراتور می باشد به حداقل کاهش یابد.

ماده ۱۰۷: در هنگام حرکت ماشین های انتقال دهنده مذاب باید از ابزارهای هشداردهنده سمعی یا بصری و یا هردوی آنها بطور مداوم در حین حرکت این ماشینها استفاده شود.

ماده ۱۰۸: ماشین های انتقال مذاب که دارای امکان کنترل از راه دور می باشند و همچنین مسیر حرکت آنها باید دارای علائم هشداردهنده باشند تا در رابطه با شروع حرکت ناگهانی آنها به کارگران هشدارهای لازم داده شود.

ماده ۱۰۹: در مواقع نمونه گیری و یا سرباره گیری تنها باید از ابزارهای مخصوص این عملیات استفاده نمود. ابزارهایی که دارای پوشش نسوز هستند باید قبل از استفاده رطوبت زدایی شوند. ابزارها باید عاری از وجود هرگونه زنگ زدگی باشند.

ماده ۱۱۰: در هنگام تعمیرات بر روی مدار قدرت ترانسفورماتور کوره در قسمت ولتاژ پایین رعایت موارد ذیل الزامی است :
الف - نیروی ورودی به ترانسفورماتور در حالت خاموش قفل شده باشد.

ب - با استفاده از حفاظ از تماس کارگران با مدارولتاژ بالا جلوگیری شود.

ماده ۱۱۱: در کوره های ذوب القایی باید از یک منبع آب که در ارتفاع مناسب نصب شده است برای خنک کردن اضطراری کویل کوره در مواقع اضطراری استفاده شود.

ماده ۱۱۲: وسایل و تجهیزات اضطراری برای خنک کردن نقاط داغ کوره های نگهدارنده القایی باید در همه حال آماده و در دسترس باشد.

*مرجع:

وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی، معاونت روابط کار اداره کل بازرسی کار

اخبار ایران و جهان

• اخبار ایران

- فولاد هرمزگان پیشتاز در ثبت رکوردهای فولادی

شرکت فولاد هرمزگان در راستای ایفای نقش حداکثری در توسعه استان هرمزگان و تبدیل شدن این استان به قطب اصلی فولاد کشور به عنوان یکی از شرکای بزرگ طرح تولید ۱۰ میلیون تن فولاد در شرکت ستاره سیمین هرمز مشارکت و سرمایه‌گذاری کرده است. فولاد هرمزگان با خرید ۳۰ درصد دیگر از سهام شرکت ۱۰ میلیون تنی ستاره سیمین در مهرماه امسال، با بیش از ۵۱ درصد، سهام‌دار اصلی این شرکت تازه تاسیس شده است که با راه‌اندازی آن استان هرمزگان به یکی از قطب‌های اصلی و محوری تولید فولاد در کشور تبدیل خواهد شد و اشتغال‌زایی چند هزار نفری را به همراه دارد. فاز اول این طرح با ساخت مگا مدول احیا مستقیم با تولید ۱ میلیون و ۷۰۰ هزار تن آهن اسفنجی در سال، همزمان با پروژه‌های توسعه‌ای فولاد هرمزگان، آغاز شد. همچنین پروژه‌های نصب لنس‌های سایید وال کوره‌های قوس الکتریکی با سرمایه‌گذاری ۱۶۰ میلیارد تومانی و افزایش ۱۲۰ هزار تنی تولید تا پایان امسال در فولاد هرمزگان به بهره‌برداری خواهند رسید. آسیب قطع گاز و برق به صنایع عطااله معروفخانی، مدیرعامل شرکت فولاد هرمزگان در آئین آغاز عملیات اجرایی پروژه‌های توسعه شرکت فولاد هرمزگان گفت: در فولاد هرمزگان به دنبال ایجاد توسعه و زیرساخت‌ها هستیم که این مهم با تلاش تمامی کارگران مجموعه و همراهی مسئولان استان همراه می‌شود. وی افزود: اگر همراهی دوستی استاندار هرمزگان و مرادی نماینده هرمزگان در مجلس نبود، امسال که قطع برق و گاز صنایع فولادی کشور را آسیب زد، با کمترین مشکل در این زمینه مواجه بودیم. وی با بیان اینکه عملکرد فولاد هرمزگان و ثبت رکوردها در تمامی حوزه‌ها سبب شده در بین تمامی فولادی‌های

کشور می‌درخشیم، تصریح کرد: کارگران هرمزگانی نجیب در سخت‌ترین شرایط آب و هوایی تلاش می‌کنند تا این رکوردها ثبت شود. معروفخانی با اشاره به اینکه اگر امروز شاهد آغاز چهار توسعه‌ای فولاد هرمزگان هستیم به همت طیب نیا در مجتمع فولاد مبارکه اصفهان بوده است، اظهار کرد: از زمان حضورش در صدر فولاد مبارکه اصفهان، دستور تسریع آغاز اجرای طرح‌های توسعه‌ای در فولاد هرمزگان را صادر کرد. وی با بیان اینکه در ماه‌های آینده طرح‌های بزرگتر و مهم‌تر را در استان هرمزگان آغاز می‌کنیم، عنوان کرد: فلسفه وجودی فولاد مبارکه ایجاد توسعه‌ها و زیرساخت‌های صنعتی کشور است که در هرمزگان در حال پیاده شدن است. مدیرعامل شرکت فولاد هرمزگان با اشاره به اینکه این طرح‌های توسعه‌ای سبب افزایش اشتغال در استان هرمزگان می‌شود، خاطرنشان کرد: در فولاد هرمزگان به دنبال ایجاد توسعه و زیرساخت‌ها هستیم که این مهم با تلاش تمامی کارگران مجموعه و همراهی مسئولان استان همراه می‌شود. وی، احداث مدول سوم تولید آهن اسفنجی، احداث واحد دوم تولید گازهای صنعتی، احداث سیلوهای ذخیره آهن اسفنجی و احداث مگامدول احیا مستقیم شرکت ستاره سیمین هرمز چهار پروژه توسعه‌ای این شرکت عنوان کرد. صادرات مواد اولیه تهدیدی برای آینده صنایع محمد یاسر طیب نیا، مدیرعامل فولاد مبارکه اصفهان در آئین آغاز عملیات اجرایی پروژه‌های توسعه شرکت فولاد هرمزگان گفت: صادرات مواد اولیه آینده صنایع فولاد را تهدید می‌کند. وی افزود: در چند دهه گذشته اتفاقات مناسبی در کشورمان رخ داد که یکی از این اتفاقات توسعه صنعتی کشور است که فولاد را می‌توان در صدر آن قلمداد کرد. وی با بیان اینکه ظرفیت‌های بالایی در تولید فولاد در کشورمان وجود دارد که می‌توانیم به تولید ۴۰ میلیون تن هم برسیم اگر زیرساخت‌ها فراهم شود، اظهار کرد: صنعت فولاد صنعت مادر است و با توسعه آن سایر صنایع شکل می‌گیرد و نیروی انسانی به سرمایه انسانی تبدیل می‌شود و رشد و توسعه در

منطقه رخ می‌دهد. مدیرعامل فولاد مبارکه اصفهان ادامه داد: در ابتدا تمامی قطعات و فعالیت‌ها در فولاد مبارکه و ذوب آهن وارداتی و از متخصصان خارجی بهره می‌بردیم اما امروز ۹۰ درصد تجهیزات و قطعات از داخل تامین می‌شود و متخصصین داخلی به خوداتکایی و سطح دانش فنی بالایی رسیده‌اند که نشان دهنده پیشرفت‌مان در این عرصه است. وی با اشاره به اینکه فولاد هرمزگان از بهترین مجموعه‌هایی است که با سرمایه‌گذاری فولاد مبارکه اصفهان در سال ۹۰ پا گرفت و امروز از ظرفیت اسمی ۱.۵ میلیون تنی تولیدش هم رد شده است، تصریح کرد: کشورمان نیازمند توسعه در تمامی بخش‌هاست و در حوزه فولاد تقریباً به خودکفایی رسیده‌ایم و نیاز به داخل به جز محصولات خاص را تامین کرده و صادرات مان روند خوبی دارد و باید بر روی تولید محصولات خاص و محصولات صادراتی تمرکز کنیم. طیب نیا با بیان اینکه پس از سه دهه تولید در فولاد مبارکه اصفهان به این نتیجه رسیده‌ایم که باید در سرمایه‌گذاری فراسرمزینی عمل کنیم، خاطرنشان کرد: هرمزگان، سنگان، چابهار و ... نشانه‌هایی از عمل به این موضوع است اما سرمایه‌گذار انتظاراتی دارد در جهت سرمایه‌گذاری که خوشبختانه دید وسیعی در بین مسئولان استان هرمزگان وجود دارد و حمایت‌های مناسبی در این مسیر شده است و بستر مطلوبی برای سرمایه‌گذاری در استان هرمزگان فراهم است. وی با اشاره به اینکه سرمایه‌گذار داخلی و خارجی به وفور وجود دارد و اکنون با فرار سرمایه‌گذار داخلی مواجه‌ایم زیرا شرایط و بستر جذب سرمایه‌گذار در کشورمان فراهم نشده است. مدیرعامل فولاد مبارکه اصفهان با بیان اینکه در بسیاری از موارد به جای حمایت به دنبال مانع‌زدایی هستیم، اضافه کرد: هرمزگان از بهترین ظرفیت‌ها برای سرمایه‌گذاری فراهم است و به دلیل توسعه مناسب در فولاد نیاز به سرمایه‌گذاری در صنایع پایین دست داریم و این آمادگی وجود دارد در بالادست در حوزه مواد اولیه و صنایع پشتیبان نیز سرمایه‌گذاری کنیم و در فازهای بعدی توسعه نیز در این محور حرکت کنیم. وی با اشاره به اینکه انتقال آب خلیج فارس به فلات مرکزی با سرمایه‌گذاری فولاد مبارکه و توسعه و ایجاد نیروگاه‌ها در برنامه‌های بعدی مان قرار دارد، خاطرنشان کرد: تولید محصول کیفی با ارزش افزوده بالا نیز از اهداف و اولویت‌هایمان است و غصه می‌خوریم وقتی صادرات مواد خام مثل سنگ آهن و گندله را از کشورمان می‌بینیم و اگر از این صادرات در آینده جلوگیری نکنیم تا بیست سال آینده حسرت نبود مواد اولیه را خواهیم خورد پس باید به سمت صادرات محصول نهایی پیش برویم نه صادرات مواد اولیه. طیب نیا با بیان اینکه به طور حتم وظیفه ما ایفای مسئولیت‌های اجتماعی است، خاطرنشان کرد: باید مردم استان هرمزگان از مزایای فولاد هرمزگان سهیم باشند اما باید نگاه به فولاد هرمزگان ابتدا ایجاد تولید و اشتغال باشد و در کنارش مانند حمایت از ورزش خواسته شود. وی با اشاره به اینکه فولاد مبارکه اصفهان یک سرمایه‌گذار دارای اهلیت است، عنوان کرد: در حوزه مسئولیت‌های اجتماعی برنامه داریم و در بحث ایجاد باشگاه نیز تبعاتی دارد که باید صحبت کرد اما در بحث سرمایه‌گذاری در ورزش

و توسعه اماکن ورزشی نیز پای کار هستیم.
سایت خبری فولاد ایران، بهمن ۱۴۰۰

- آغاز عملیات اجرایی تکمیل زنجیره فولاد کردستان از ۱۴۰۱
به گزارش روزگار معدن، محمد رضا احمدی اظهار کرد: مناقصه‌های طرح تکمیل زنجیره فولاد کردستان در قالب ۲ پروژه شامل آهن‌اسفنجی بیجار و فولادسازی قروه برگزار شده و عملیات اجرایی هر ۲ طرح در ابتدای سال ۱۴۰۱ آغاز خواهد شد. وی افزود: عملیات اجرایی پروژه آهن‌اسفنجی بیجار با ظرفیت یک میلیون و ۶۰۰ هزار تن و پروژه فولادسازی قروه با ظرفیت یک میلیون تن پس از عقد قرارداد و ابلاغ قرارداد به برنده مناقصه‌ها، آغاز خواهد شد. مدیرعامل صنایع فولاد کردستان تصریح کرد: با تکمیل این ۲ پروژه، خام‌فروشی در کردستان متوقف خواهد شد. او با اشاره به اینکه محصول نهایی آهن‌اسفنجی بیجار خوراک کارخانه فولادسازی قروه است تصریح کرد: با تصمیمات سرمایه‌گذاران شرکت صنایع فولاد کردستان، پس از آغاز عملیات اجرایی پروژه آهن‌اسفنجی در بیجار، احداث پروژه فولادسازی هم آغاز خواهد شد. احمدی اظهار کرد: آب مورد نیاز پروژه بیجار از محل پساب تصفیه خانه فاضلاب بیجار و برق مورد نیاز هم به میزان ۳۰ مگاوات از طریق شبکه سراسری توزیع برق کشور تامین خواهد شد. او با اشاره به ضرورت تقویت زیرساخت‌های جاده‌ای برای حمل‌ونقل محصول نهایی پروژه آهن‌اسفنجی گفت: عملیات ۲ بانده کردن راه بیجار به قروه و پیگیری خط راه آهن زنجان به قروه از مسیر بیجار هم توسط نمایندگان مجلس در دست اقدام است. مدیرعامل صنایع فولاد کردستان با بیان اینکه اشتغال مستقیم پروژه آهن‌اسفنجی ۵۰۰ نفر و غیرمستقیم آن ۵ هزار نفر خواهد بود گفت: نیروهای مورد نیاز از طریق آزمون استخدامی جذب خواهند شد. پروژه آهن‌اسفنجی بیجار با ۷ درصد پیشرفت و سرمایه‌گذاری ۵۶ درصدی شرکت سرمایه‌گذاری توسعه معادن و فلزات و ۴۴ درصدی ایمیدرو در حال انجام است. کارخانه آهن‌اسفنجی ۱.۶ میلیون تنی شهرستان بیجار به مرحله انتخاب پیمانکار رسیده است و همزمان با این پروژه، عملیات اجرایی ۲ کارخانه گندله‌سازی یک میلیون تنی صبا امید و ۸۰۰ هزار تنی کوان در بخش کرانی آغاز شده است. شهرستان ۸۹ هزار نفری بیجار در ۱۴۲ کیلومتری شرق شهر سنندج مرکز استان کردستان قرار دارد.

سایت خبری فولاد ایران، بهمن ۱۴۰۰

-ساخت یک ماده جدید به سختی فولاد و چگالی بسیار

کمتر

تولید ماده جدید به سختی فولاد و سبکی پلاستیک «مایکل استرانو» استاد مهندسی شیمی در موسسه فناوری ماساچوست و نویسنده ارشد یک مطالعه جدید در زمینه نحوه تولید این ماده جدید، گفت: «این ماده را می‌توان به راحتی در مقادیر زیاد تولید و از آن در تولید پوشش‌های سبک برای اتومبیل و تلفن تا بلوک‌های

ساختمانی و سازه‌های عظیم مانند پل‌ها استفاده کرد.» به گفته محققان MIT، این ماده چند برابر قوی‌تر از شیشه ضدگلوله است و میزان نیروی موردنیاز برای شکستن آن دو برابر فولاد است، این در حالی است که چگالی این ماده تنها یک ششم فولاد است. محققان این کار را با توسعه فرآیند جدیدی برای تشکیل پلیمرها انجام می‌دهند. پلاستیک‌ها به همراه لاستیک و شیشه نمونه‌ای از پلیمرها هستند. پلیمرها اساساً زنجیره‌ای از مولکول‌های منفرد به نام مونومر هستند که از طریق پیوندهای شیمیایی به یکدیگر متصل شده‌اند. این ماده از لایه‌هایی از صفحات مولکولی کوچک تشکیل شده است که به منظور تشکیل صفحات روی هم قرار می‌گیرد. هر لایه توسط پیوندهای هیدروژنی به هم متصل می‌شود که آن را قوی و سبک می‌کند. مدت‌ها تصور می‌شد پلیمرهای تشکیل شده از ورقه‌های دو بعدی را می‌توان برای ساخت مواد بسیار سبک‌وزن استفاده کرد، اما محققان بر این باور بودند که این کار غیرممکن است و علت آن نیز این است که فقط یک مونومر از صفحه در حال رشد ورق پیچانده می‌شود تا کل مواد شکل دلخواه خود را از دست بدهد. همچنین بخوانید: ۱۰ پرسش بی پاسخ درباره ماده تاریک برای غلبه بر این مشکل، محققان موسسه فناوری ماساچوست از ترکیبی به نام ملامین استفاده کردند که از حلقه‌هایی از کربن و نیتروژن تشکیل شده است و معمولاً برای ساخت ظروف پلاستیکی استفاده می‌شود. محققان متوجه شدند که تحت شرایط مناسب، مونومرهای موجود در ملامین را می‌توان برای رشد دیسک‌های دو بعدی کوچکی که روی هم قرار می‌گیرند، استفاده کرد و هر لایه توسط پیوندهای هیدروژنی به هم متصل می‌شود و آن را بسیار قوی و پایدار می‌کند. این ماده دارای یک مدول کشسان است که آن را ۴ تا ۶ برابر محکم‌تر از شیشه ضدگلوله می‌کند. مدول کشسان، کمیتی است که میزان مقاومت ماده نسبت به تغییر شکل کشسان (برگشت‌پذیر) تحت تنش اعمالی را اندازه‌گیری می‌کند. در همین حال، نیروی موردنیاز برای شکستن پلیمر، دو برابر فولاد است.

سایت خبری فولاد ایران، بهمن ۱۴۰۰

گام بلند شرکت فولاد لجستیک در ناوگان حمل و نقل کشور

گام بلند شرکت چند وجهی فولاد لجستیک در ناوگان حمل و نقل کشور برداشته شد و مجتمع فنی ماشین آلات سنگین این مجموعه افتتاح شد. به گزارش ایسنا، بنابر اعلام شرکت فولاد لجستیک، آیین افتتاح مجتمع فنی ماشین آلات سنگین شرکت چند وجهی فولاد لجستیک، ۲۰ بهمن ماه ۱۴۰۰ با حضور امین ابراهیمی مدیرعامل شرکت فولاد خوزستان، عبدالکریم درویش زاده مدیرکل راه آهن جنوب، علی قبادی مدیرعامل شرکت چندوجهی فولاد لجستیک و جمعی از مسئولان و کارکنان این شرکت در پایانه حمل و نقل شهرستان اهواز انجام شد. امین ابراهیمی مدیرعامل فولاد خوزستان در این مراسم با تبریک چهل و سومین سالگرد پیروزی

انقلاب شکوهمند اسلامی گفت: عملکرد شرکت فولاد لجستیک و کسب رکوردهای پی در پی از سوی این شرکت قابل تقدیر است. وی گفت: در افاق ۱۴۱۰ مهم‌ترین مبحث حمل و نقل و لجستیک می‌باشد، اگر شرایط حمل و نقل و جابجایی مواد اولیه و محصول فراهم نشود، قطعاً شرکت‌های صنعتی همچون فولاد خوزستان با مشکل مواجه خواهند شد. وی با اشاره به اینکه در حال حاضر یک پنجم ظرفیت حمل و نقل جاده ای کشور مختص فولاد و صنایع مرتبط با آن است، افزود: در حوزه حمل و نقل جاده ای باید طرح‌های توسعه ای پیاده سازی و اجرا شوند. همچنین در حوزه حمل و نقل ریلی که ظرفیت آن ۵۱ میلیون تن در سال است، سهم فولاد ۳۴ میلیون تن می‌باشد که چهار میلیون تن آن محصول و ۳۰ میلیون تن آن مواد اولیه به شمار می‌آید. لیکن با توجه به سهم به سزای صنعت فولاد در این حوزه، باید فکر اساسی برای حمل و نقل ریلی شود تا در افاق ۱۴۱۰ جابجایی مواد اولیه و محصول با مشکل مواجه نشود. مدیرعامل فولاد خوزستان با اشاره به جهش چهار برابری صنعت فولاد در حمل و نقل ریلی گفت: فولاد خوزستان بر اساس سند بالادستی برنامه ای توسعه ای خود را ترسیم نموده است که تا پایان سال ۱۴۱۰ بتواند به تولید ۱۳.۶ میلیون تن برسد که برای رسیدن به این هدف، حمل و نقل و لجستیک از مهم‌ترین مسائل است. در حال حاضر شرکت فولاد لجستیک از شرکت‌های تابعه فولاد خوزستان نقش بسیار مهمی در رشد تولید داشته و به همین واسطه شاهد رکورد‌های پی در پی بوده ایم. ابراهیمی در پایان بر لزوم فعال سازی اسکله تخصصی شرکت فولاد خوزستان در بندر امام خمینی (ره) علاوه بر حمل و نقل جاده ای و ریلی تأکید کرد. پیش از سخنان مدیرعامل فولاد خوزستان، علی قبادی مدیرعامل شرکت چند وجهی فولاد لجستیک ضمن تبریک به مناسبت سالگرد پیروزی شکوهمند انقلاب اسلامی با اشاره به سرمایه‌گذاری بیش از ۱۰ میلیارد تومانی در پروژه مجتمع فنی ماشین‌آلات سنگین این شرکت، گفت: با توجه به اهداف بلند مدت شرکت چند وجهی فولاد لجستیک و در راستای تحقق تولید ۱۳ میلیون و ۶۰۰ هزار تن محصولات فولادی، نیازمند ایجاد یک زیرساخت مناسب جهت حمل جاده‌ای مواد اولیه هستیم که امروز توانستیم مجتمع فنی ماشین‌آلات سنگین را ایجاد و به بهره‌برداری برسانیم. قبادی گفت: در حوزه حمل و نقل جاده‌ای و ریلی بعد از انقلاب اسلامی دستاوردهای بزرگی در کشور داشته ایم. خطوط ریلی کشور پیش از آغاز انقلاب اسلامی، چهار هزار و ۵۷۵ کیلومتر بوده که در حال حاضر به حدود ۱۲ هزار کیلومتر افزایش یافته است. در حوزه حمل و نقل جاده‌ای کشور نیز شاهد افزایش تعداد این ناوگان به بیش از ۷۰۰ هزار دستگاه بوده‌ایم. همچنین ظرفیت بنادر تجاری کشور در حوزه حمل و نقل، رشد یک هزار و ۲۰۰ درصدی طی این مدت داشته است. وی افزود: شرکت چند وجهی فولاد لجستیک توانسته است علی‌رغم وجود تمامی مشکلات ناشی از بیماری کرونا، به بهترین عملکرد خود در طی ۱۰ سال اخیر دست یابد. همچنین ما موفق به جابه‌جایی و ثبت بهترین رکوردهای

سرمایه‌گذاری بیش از ۱۰ میلیارد تومان ایجاد شده است. افتتاح این مجتمع، نخستین گام بلند در راستای سراسری شدن شرکت چند وجهی فولاد لجستیک است. مدیرعامل شرکت چند وجهی فولاد لجستیک در پایان خاطرنشان کرد: با توجه به تلاش رسانه‌های بیگانه و برخی رسانه‌های داخلی در فضای مجازی به منظور تخریب عملکرد نیروهای دلسوز و دستاوردهای نظام، مدیران ارشد و فنی و کلیه کارکنان متخصص شرکت چند وجهی فولاد لجستیک با تدابیر و تلاش‌های شبانه‌روزی خود توانستند گام‌های موثری در جهت خنثی‌سازی توطئه‌های دشمن برداشته و به پیشرفت قابل توجهی در حوزه لجستیک کشور دست یابند.

سایت خبری فولاد ایران، بهمن ۱۴۰۰

– سایه تنش‌های نظامی بر بازار آلومینیوم

تنش‌های نظامی، از جمله کودتای جدید نافرجام در گینه و استمرار تنش میان اروپای شرقی و دولت‌های غربی، مهم‌ترین سیگنال‌های جهت‌دهنده به بازار آلومینیوم در روزهای گذشته بود که رکوردشکنی قیمتی این فلز را در پی داشت. بهای هر تن آلومینیوم در بورس فلزات لندن، هفته گذشته و روز پنج‌شنبه دهم فوریه تا ۳ هزار و ۳۱۳ دلار صعود کرد که این رقم بیشترین نرخ ثبت‌شده تاریخی برای این فلز در این بازار بود. در ادامه، این فلز از رکورد قیمتی ۳ هزار و ۳۱۳ دلار خود فاصله گرفت؛ اما همچنان در محدوده ۳ هزار و ۲۰۰ تا ۳ هزار و ۳۰۰ دلار به ازای هر تن نوسان نرخ دارد که ارقامی قابل توجه برای این فلز تلقی می‌شوند.

نگرانی نسبت به عرضه معدنی بوکسیت، صعود نرخ گاز طبیعی در کشورهای اروپایی و کاهش یا توقف تولید واحدهای ذوب آلومینیوم در این مناطق، افت تولید آلومینیوم از سوی چینی‌ها در طول برگزاری المپیک زمستانی پکن و رکوردشکنی تورم جهانی از مهم‌ترین دلایل اوج‌گیری بهای فلز نقره‌ای است. یکی از مهم‌ترین دلایل صعود نرخ آلومینیوم در بازارهای جهانی ظرف روزهای اخیر، بروز کودتای نظامی غیرموفق دیگری در گینه بود. گینه‌بیسائو دارای بیشترین ذخایر بوکسیت دنیاست. سهم این کشور از کل ذخایر قابل استخراج بوکسیت جهان که ماده اولیه اصلی در تولید فلز آلومینیوم تلقی می‌شود، به ۲۳ درصد می‌رسد. گینه در برخورداری از ذخایر بوکسیت رتبه نخست دنیا را دارد؛ اما این کشور با تولید حدود ۸۵ میلیون تن بوکسیت در سال ۲۰۲۰، پس از استرالیا و چین، رتبه سوم استخراج این محصول معدنی را به خود اختصاص داده است. این کشور ظرف نیم‌قرن اخیر کودتاهای موفق و ناموفق زیادی را تجربه کرده است. آخرین تلاش برای کودتا در گینه مربوط به روزهای پایانی ژانویه ۲۰۲۲ می‌شود که در جریان آن شمار زیادی از نیروهای امنیتی این کشور جان خود را از دست دادند. بروز این کودتای نظامی هرچند ناموفق با تقویت کاهش عرضه جهانی بوکسیت از رشد قیمتی در بازار پرا التهاب آلومینیوم حمایت کرد. شدت گرفتن تنش میان روسیه و اوکراین از دیگر دلایل صعود قیمتی انرژی و به تبع آن

حمل و نقل مواد اولیه با حمایت‌های جناب آقای امین ابراهیمی مدیرعامل فولاد خوزستان در سال جاری شویم و شادمانی ما زمانی دو چندان شد که در چهل و سومین سالگرد پیروزی انقلاب اسلامی، توانستیم با دستان پر از مهر مدیرعامل پیشرو و انقلابی شرکت فولاد خوزستان این پروژه مهم را افتتاح کنیم. مدیرعامل شرکت چند وجهی فولاد لجستیک اظهار داشت: دفتر مرکزی شرکت چند وجهی فولاد لجستیک به خانه اصلی خود یعنی شهر اهواز بازگردانده شده است و موفقیت‌های پی‌درپی این مجموعه با به کارگیری نیروهای ارزشمند بومی که اکثراً از فرزندان باننشستگان زحمتکش شرکت فولاد خوزستان بوده‌اند، به ثبت رسیده است. قیادی در ادامه به رشد ۳۳۰ درصدی سوددهی شرکت چند وجهی فولاد لجستیک اشاره کرد و گفت: ما توانستیم با برنامه‌ریزی و ایجاد بستر مناسب در حوزه حمل و نقل جاده‌ای و ریلی و سامان‌دهی پایانه شرکت، به رشد ۳۳۰ درصدی در زمینه سوددهی نسبت به مدت زمان مشابه سال قبل دست یابیم. همچنین در همین راستا، زیان مالی پنج میلیارد ریالی در پایان سال ۱۳۹۹ به سوددهی بیش از ۸۰ میلیارد ریال تا پایان دی ماه سال جاری اصلاح شد. وی در ارتباط با آماده به کاری واگن‌ها و ماشین‌آلات ملکی این شرکت، عنوان کرد: بیشترین میزان آماده به کاری واگن‌ها و ماشین‌آلات ملکی در شرکت چند وجهی فولاد لجستیک به ثبت رسیده است. ضمن اینکه آماده به کاری ناوگان جاده‌ای شرکت، از ۷۰ درصد در پایان سال ۱۳۹۹ به بیش از ۹۴ درصد در سال جاری افزایش یافته است. www.mslc.ir مدیرعامل شرکت چند وجهی فولاد لجستیک در خصوص افتتاح پروژه مجتمع فنی ماشین‌آلات سنگین این شرکت، مطرح کرد: امروز شاهد افتتاح مجتمع فنی ماشین‌آلات سنگین شرکت چندوجهی فولاد لجستیک با هدف افزایش آماده به کاری ناوگان جاده‌ای کشور و جلوگیری از خروج سرمایه‌های شرکت و انجام سرویس‌های منظم هستیم. همچنین این مجتمع تنها نمایندگی شرکت آریا دیزل در استان خوزستان است و ما می‌توانیم از طریق ارائه خدمات پس از فروش به سایر ناوگان‌های کشور، به درآمدزایی خوبی در این زمینه دست یابیم. قیادی در ادامه ضمن اشاره به اهداف ایجاد مجتمع فنی ماشین‌آلات سنگین در شرکت چند وجهی فولاد لجستیک، تصریح کرد: با توجه به اهداف بلند مدت شرکت چند وجهی فولاد لجستیک و در راستای تحقق تولید ۱۳ میلیون و ۶۰۰ هزار تن محصولات فولادی در شرکت فولاد خوزستان، نیازمند ایجاد یک زیرساخت مناسب در جهت حمل جاده‌ای مواد اولیه این شرکت بودیم. همچنین وجود یک تعمیرگاه تخصصی و مجتمع فنی جزو اهداف اصلی ما در مجموعه بوده است و در یک نگاه کلی، به دنبال ایجاد بازار جدید در عرصه تعمیرات ماشین‌آلات سنگین جاده‌ای علاوه بر تعمیر این ماشین‌آلات در مجتمع فنی ماشین‌آلات سنگین هستیم. وی در ارتباط با مشخصات این پروژه، اذعان کرد: این مجتمع شامل ۳۵۰ متر مربع ساختمان اداری (شامل استراحتگاه رانندگان با امکانات رفاهی، نمازخانه، اتاق اداری و ...) و ۶۰۰ متر مربع سوله

آلومینیوم در بازارهای جهانی بود. در این شرایط روز پانزدهم فوریه، روسیه بخشی از نیروهای نظامی خود را از مرز اوکراین جابه‌جا کرد و به این ترتیب احتمال تنش نظامی در این منطقه کاهش یافت؛ با این حال، همچنان بازارها در التهاب خاتمه بحران بوده و نرخ انرژی واکنش چندانی به این خبر نشان نداده است. اما برطرف شدن تنش میان دو کشور، رفع یکی از سیگنال‌های افزایشی اثرگذار بر رشد قیمت آلومینیوم را به دنبال دارد. دنیای اقتصاد، بهمن ۱۴۰۰

همایش‌ها و نمایشگاه‌های داخلی در سال ۱۴۰۱			
ردیف	عنوان	تاریخ	محل
۱	یازدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی مواد و متالورژی ایران (IMAT2022)	آبان	تهران
۲	هفدهمین نمایشگاه بین‌المللی متالورژی ایران متافو ۲۰۲۲	۱۴ الی ۱۷ آذر	نمایشگاه بین‌المللی تهران
۳	نمایشگاه بین‌المللی معدن، صنایع معدنی، فراوری مواد معدنی، ماشین‌الات معدنی و راهسازی، خدمات و تجهیزات وابسته	۱۷ الی ۱۹ آذر	زنجان

ایران در بین تولیدکنندگان فولاد جهان در چه جایگاهی قرار دارد؟

در این رتبه بندی که مربوط به تولید ابتدای ژانویه تا پایان دسامبر ۲۰۲۱ میلادی است، چین با تولید یک میلیارد و ۳۲ میلیون و ۸۰۰ هزار تن (افت سه درصدی نسبت به سال ۲۰۲۰ میلادی) در رتبه نخست تولید این محصول در جهان ایستاد. پس از آن، هند با تولید ۱۱۸ میلیون و ۱۰۰ هزار تن فولاد خام (رشد ۱۷.۸ درصدی)، ژاپن با تولید ۹۶ میلیون و ۳۰۰ هزار تن (رشد ۱۵.۸ درصدی)، امریکا با تولید ۸۶ میلیون تن (رشد ۱۸.۳ درصدی) و روسیه با تولید ۷۶ میلیون تن (رشد ۶.۱ درصدی) در رتبه های دوم تا پنجم جای گرفتند. همچنین کره جنوبی با تولید ۷۰ میلیون و ۶۰۰ هزار تن فولاد خام (افزایش ۵.۲ درصدی)، ترکیه با تولید ۴۰ میلیون و ۴۰۰ هزار تن (افزایش ۱۲.۷ درصدی)، آلمان با تولید ۴۰ میلیون و ۱۰۰ هزار تن (افزایش ۱۲.۳ درصدی)، برزیل با تولید ۳۶ میلیون تن (افزایش ۱۴.۷ درصدی) و ایران با تولید ۲۸ میلیون و ۵۰۰ هزار تن (افت ۱.۸ درصدی) در رتبه های ششم تا دهم جهان ایستادند. برپایه گزارش انجمن جهانی فولاد، مجموع تولید جهانی فولاد خام در سال ۲۰۲۱ میلادی ۳.۶ درصد افزایش یافت. فولادسازان جهان از ابتدای ژانویه تا پایان دسامبر ۲۰۲۱ میلادی، یک میلیارد و ۹۱۱ میلیون و ۹۰۰ هزار تن فولاد خام تولید کردند که حاکی از رشد ۳.۶ درصدی نسبت به سال ۲۰۲۰ میلادی است. همچنین ۶۴ کشور فولادساز جهان در دسامبر ۲۰۲۱ میلادی، ۱۵۸ میلیون و ۷۰۰ هزار تن فولاد خام تولید کردند که نسبت به مدت مشابه سال گذشته کاهش سه درصدی نشان می دهد. به گزارش مهر، در سال ۲۰۲۱ میلادی، ایران در مجموع ۲۸ میلیون و ۵۰۰ هزار تن فولاد خام تولید کرد که نسبت به مدت مشابه سال ۲۰۲۰ میلادی، ۱.۸ درصد کاهش یافت. این در حالی است که تولید فولاد خام ایران در دسامبر سال گذشته ۱۵.۱ درصد رشد نسبت به مدت مشابه سال گذشته میلادی به ۲ میلیون و ۸۰۰ هزار تن رسید.

سایت خبری فولاد ایران، بهمن ۱۴۰۰

برنامه چین برای توسعه صنعت فولاد

به گزارش روزگرمعدن، وزارت صنعت و فناوری اطلاعات چین (MIIT) در بیانیه‌ای مشترک با نهاد برنامه‌ریز دولتی و تنظیم‌کننده محیط زیست، بر تمایل خود برای تجمیع و تجدید ساختار در بخش فولاد تاکید کرد. اما برخلاف پیش‌نویس طرحی که در پایان سال ۲۰۲۰ منتشر شد، هدف مشخصی برای پنج فولادساز برتر چین در نظر گرفته شد تا ۴۰ درصد از کل تولید فولاد را تا سال ۲۰۲۵ به خود اختصاص دهند. در این بیانیه آمده است که بیش از ۸۰ درصد ظرفیت فولاد باید اصلاحات آلاینده‌گی بسیار کم را تا سال ۲۰۲۵

کمیل کند و انتشار کربن این صنعت باید قبل از سال ۲۰۳۰ به اوج خود برسد. تا سال ۲۰۲۵، چین قصد دارد سالانه بیش از ۳۰۰ میلیون تن ضایعات فولادی را برای تأمین صنعت آهن خود جمع‌آوری کند. یک موسسه مشاوره تحت حمایت دولت چین تخمین زده بود که عرضه قراضه فولاد در سال ۲۰۲۰ حدود ۲۶۰ میلیون تن باشد. طبق آخرین برنامه همچنین افزایش تولید از کوره‌های قوس الکتریکی (EAF) تا سال ۲۰۲۵ به بیش از ۱۵ درصد از کل تولید فولاد خام چین هدف‌گذاری شده است. تولید از کوره‌های قوس الکتریکی حدود ۱۰ درصد از کل تولید فولاد چین را در سال ۲۰۲۰ به خود اختصاص داده بود. این اهداف در مقایسه با پیش‌نویس طرحی که در پایان سال ۲۰۲۰ توسط MIIT منتشر شد، جاه‌طلبانه‌تر بودند. بخش بزرگ صنعتی چین در نیمه دوم سال ۲۰۲۱ به دلیل کمبود زغال‌سنگ دچار مشکل شد و بخش فولاد را مجبور کرد در مورد تغییر به سمت (EAF) محتاط‌تر باشد. Zhuo Guiqiu، تحلیلگر Jinrui Capital گفت: تغییرات در این طرح در مقایسه با پیش‌نویس احتمالاً به این دلیل است که مقامات می‌خواهند محتاط‌تر عمل کنند.

سایت خبری فولاد ایران، بهمن ۱۴۰۰

چشم‌انداز جهانی صنعت فولاد

آیا ۲۰۲۲ سال کاهش قیمت فولاد خواهد بود؟ مشاهده وضعیت بازار فلزات اساسی نشان می‌دهد در سال جاری عرضه و تقاضای جهانی فولاد افزایش خواهد یافت؛ اما قیمت‌ها در مسیر عکس حرکت خواهند کرد. کاهش قیمت فولاد هم احتمالاً ناشی از شدت گرفتن واکسیناسیون در جهان و بازگشت حیات به همه بخش‌های زنجیره وسیع آهن است. وضعیتی که ثبات بازار فولاد را در پی خواهد داشت. روند قیمت فولاد نزولی خواهد شد؛ بررسی تحلیل‌ها و مرور روندهای جهانی بازار فلزات اساسی نشان می‌دهد فولاد در سال ۲۰۲۲ احتمالاً قیمتی نزولی خواهد داشت. فولاد که یکی از حلقه‌های مهم و بنیادین زنجیره ارزش آهن است، تحت تأثیر متغیرهای متعددی در حال کاهش اعتبار است. مهم‌ترین موضوع به انتقال بزرگی برمی‌گردد که باید تا اقیانوس ۲۰۳۵ و ۲۰۵۰ زمینه‌ساز جهانی پایدارتر باشد. تولید فلز آهن یکی از فعالیت‌های آلاینده‌ای است که کانون برنامه جهانی کربن‌زدایی است؛ این فلز یکی از آلاینده‌ترین روندهای تولید را در میان همه فلزات اساسی دارد. فولاد نیز به‌عنوان پرتقاضاترین خروجی تولید آهن، فعلاً و در ابتدای دومین ماه از سال ۲۰۲۲ بهایی ۴۷۷۸ یوان دارد. عددی که نسبت به قیمت ۳۲۸۵ یوان پس از وقوع پاندمی در میانه سال ۲۰۲۰، رشدی ۴۵ درصدی را نشان می‌دهد. این عدد که زمانی به قله ۱۰ ساله خود رسید، در ۲۷ سپتامبر ۲۰۲۱ رکود ۵۹۵۰ یوان را به ثبت رساند که عددی بی‌سابقه بود و رشد ۸۱ درصدی

پیدا کرد که عددی به مراتب کمتر از ارقام تولید شده در نوامبر ۲۰۲۰ است. در سپتامبر نیز اوضاع تولید فولاد در جهان مناسب نبود تا این بخش در حفاصل ماه‌های پایانی سال با افت تولید روبه‌رو شود. البته شواهد موجود نشان می‌دهد در ۱۱ ماهه ۲۰۲۱ کل تولید فولاد جهان معادل ۱۷۵۲ میلیون و ۵۰۰ هزار تن بوده است. رقمی که گویای رشد ۴/۵ درصدی این بخش در مقایسه با مدت مشابه سال ۲۰۲۰ بوده است.

در اکتبر، چین ۶/۷۱ میلیون تن فولاد تولید کرد که ۳/۲۳ درصد نسبت به اکتبر ۲۰۲۰ کاهش تولید داشت. هند هم با ۸/۹ میلیون تن تولید رشدی ۴/۲ درصدی را تجربه کرد. ژاپن نیز با ۲/۸ میلیون تن تولید رشدی ۳/۱۴ درصدی را به ثبت رساند. ایالات متحده هم دیگر بازیگری است که به لطف افزایش بیست درصدی، تولید خود را به ۵/۷ میلیون تن رساند. تخمین زده می‌شود که روسیه نیز ۱/۶ میلیون تن تولید کرده است که اگر درست باشد، ۵/۰ درصد کاهش تولید را یادآور می‌شود. کره جنوبی دیگر بازیگری است که با تولید ۸/۸ میلیون تنی افت یک درصدی را به ثبت رسانده است. آلمان هم در این ماه ۷/۳ میلیون تن فولاد ساخته و بهبود تولید خود را ۷ درصد اعلام کرده است. ترکیه نیز با تولید ۵/۳ میلیون تنی تولید خود را ۸ درصد افزایش داده است. تخمین زده می‌شود که برزیل ۲/۳ میلیون تن و ایران ۲/۲ میلیون تن تولید کرده باشند.

بزرگ‌ترین بازیگران در تولید فولاد

از عصر برنز تا عصر آهن، فلزات دوره‌هایی از تاریخ بشر را مشخص کرده‌اند. اگر قرار بود دوران کنونی ما به همین شکل تعریف شود، بدون شک به‌عنوان عصر فولاد شناخته می‌شود. فولاد شالوده ساختمان‌ها، وسایل نقلیه و صنایع ما است و میزان تولید و مصرف آن اغلب به‌عنوان نشانگر توسعه یک کشور تلقی می‌شود. امروزه با تولید ۱۸۶۴ میلیون تن فولاد خام در سال ۲۰۲۰، این فلز متداول‌ترین فلز مورداستفاده و بازیافتی‌ترین ماده در جهان است. بررسی داده‌های انجمن جهانی فولاد در ۵۰ سال اخیر نشان می‌دهد روند تولید فولاد خام به شکلی بوده است که رشد بی‌وقفه استحصال و عرضه این فلز، رشد و توسعه جهان را طی نیم‌قرن اخیر یادآور می‌شود. به‌طور دقیق‌تر، تولید جهانی فولاد طی ۵۰ سال گذشته بیش از سه‌برابر شده است، به‌رغم اینکه کشورهایی مانند ایالات متحده و روسیه تولید داخلی خود را کاهش داده و بیشتر به واردات متکی هستند اما هم تعداد تولیدکنندگان و هم حجم تولید به‌شدت افزایش یافته است. در این مسیر، چین و هند به‌طور مداوم تولید خود را افزایش داده‌اند تا به دو کشور برتر تولیدکننده فولاد تبدیل شوند. طبق اعلام انجمن جهانی فولاد، برترین کشورهای تولیدکننده فولاد خام جهان تا سال ۲۰۲۰ به ترتیب چین، هند، ژاپن، روسیه، ایالات متحده آمریکا، کره جنوبی، ترکیه، آلمان، برزیل و ایران بوده‌اند. این بازیگر به تنهایی تولیدکننده ۱۵۸۷ میلیون تن فولاد هستند و مالک ۸۵ درصد از کل این صنعت بزرگ هستند.

این کالای اساسی را نسبت به زمان شروع پاندمی نشان می‌داد. این جهش که تحت‌تاثیر سه نیروی شدت‌گرفتن واکسیناسیون، افزایش مصرف جهانی و رشد تولیدات صنعتی در فصولی از سال ۲۰۲۱ رخ داد، با افزایش تولید سنگ‌آهن در معادن و رشد تولید فولاد تعدیل شد. از آنجا که مس و آلومینیوم و ارقامی از آلیاژهای مشابه در سالیان اخیر در صنایع اصلی مصرف‌کننده فولاد محبوبیت یافته‌اند، تقاضا برای فولاد کاهنده یا با ثبات بالا خواهد بود. موضوعی که مهم‌ترین نقش را در روند کنونی بازار فولاد خواهد داشت. تحلیل‌های دیگر نیز نشان می‌دهد در سال پیش‌رو بهای فولاد بین ۳۵۰۰ تا ۴۵۰۰ یوان متغیر خواهد بود ولی احتمالاً در پایان سال این عدد روی ۴ هزار یوان (۹/۶۲۸ دلار) متوقف شود.

فولاد که عموماً در ساخت‌وساز و بخش‌های زیرساختی، صنعت قطعه و اتومبیل، تولید انواع ماشین‌آلات و نیز صنعت ساخت لوازم مورداستفاده در خانه و آشپزخانه مصرف دارد؛ پایه اصلی ساخت دنیای جدید است. چین و پس از آن اتحادیه اروپا بزرگ‌ترین سازندگان فولاد جهان هستند و پس از این دو، ژاپن، ایالات متحده، هند، روسیه و کره جنوبی جزو بزرگان صنعت فولاد هستند. ایران نیز سال ۲۰۲۱ با تولید بیش از ۵/۲۸ میلیون تن و اندکی افت دهمین فولادساز جهان بوده است. بحران بزرگی که باعث شده تا بخش فولاد چالش‌های بسیاری را پیش‌روی خود داشته باشد، دو مبحث مواد اولیه یعنی استخراج سنگ‌آهن و نیز مساله انرژی است. از آنجا که در بسیاری از مناطق جهان مساله ذخایر سنگ‌آهن و استخراج سنگ از معادن با مشکلاتی روبه‌روست، تولید فولاد به شکل سالانه نوساناتی دارد که گاهی بین ۱۰ تا ۲۰ میلیون تن در سال نوسان دارد. موضوعی که باعث می‌شود تا بسته به بودجه‌های سالانه دولت‌ها برای بخش عمرانی، تقاضای سرمایه‌گذاری در صنعت ساختمان و ترندهای صنعت خودرو، نوساناتی در تقاضای فولاد بروز کرده و در قالب شوک‌های قیمتی کوچک و بزرگ بروز کند. به نظر می‌رسد سال ۲۰۲۲ از این منظر سالی کم‌حاشیه و با ثبات نسبتاً بالا در قیمت فولاد باشد. از نکات جالب درباره این بازار، اتصال آن به خیل عظیمی از محصولات و زنجیره‌ها و حلقه‌های واسط است که از خرید و فروش انواع سنگ‌آهن با درجات خلوص متفاوت، معامله ضایعات تا مبادله میلگرد و شمش و نیز ساخت انواع ورق یا گونه‌های مقاومت بالا و سبک فولاد را دربر می‌گیرد. زنجیره‌هایی که هر یک به‌تنهایی تحلیل‌هایی مختص به خود را می‌طلبند و بازار گرم و پرشوری دارند و بر روندهای کلی بازار فولاد تاثیر بالایی می‌گذرند.

نرخ ماهانه تولید فولاد در جهان

در اکتبر ۲۰۲۱ آمار تولید گردآوری شده از ۶۴ کشور فعال در صنعت فولاد نشان می‌دهد این بخش با افت تولید ۶/۱۰ درصدی نسبت به مدت مشابه سال قبل روبه‌رو شده است. شواهد موجود نشان می‌دهد در این ماه در جهان حدود ۱۴۵ میلیون و ۷۰۰ هزار تن فولاد تولید شده است. در نوامبر ۲۰۲۱ نیز به دلیل افت ۹/۹ درصدی تولید در جهان، میزان تولید جهانی فولاد به ۳/۱۴۳ میلیون تن تنزل

بزرگ‌ترین مصرف‌کنندگان فولاد

تعیین‌کننده‌ای ایجاد کرده به طوری که فولاد می‌تواند به همین دلیل تا هزار برابر قوی‌تر از آهن معمولی باشد، با این حال قدرت واقعی فولاد در بازیافت بی‌نهایت آن و بدون افت کیفیت است. صرف نظر از درجه یا کاربرد، فولاد همیشه قابل بازیافت است و محصولات فولادی جدید به طور متوسط حاوی ۳۰ درصد فولاد بازیافتی هستند. خواص مغناطیسی این آلیاژ، بازیابی آن را از جریان‌های زباله آسان می‌کند و تقریباً ۱۰۰ درصد از محصولات مشترک صنعت فولاد را می‌توان در سایر تولیدات یا تولید برق استفاده کرد.

بر این مینا می‌توان ادعا کرد که فولاد به‌عنوان بخشی تمدن‌ساز، فلزی اساسی همسو با فناوری‌های نوین انرژی پایدار است که کاربردهای بسیاری در صنایع نیرو دارد. توربین بادی به‌طور متوسط از ۸۰ درصد فولاد ساخته شده است. فولاد در پایه، پمپ‌ها، مخازن و مبدل‌های حرارتی تاسیسات برق خورشیدی استفاده می‌شود. فولاد همچنین هسته مرکزی ساخت ژنراتورها و موتورهای وسایل نقلیه الکتریکی و هیبریدی به‌شمار می‌رود. با چنین نگرشی می‌توان ادعا کرد فولاد و سهم بازیافتی آن از پایدارسازی جهان بسیار بالاست.

چند تحول بزرگ در صنعت فولاد

با توجه به نقش مهمی که فولاد تقریباً در هر صنعتی ایفا می‌کند، جای تعجب نیست که قیمت‌های آن به بالاترین حد خود رسیده است، با این حال تولیدکنندگان فولاد به پایداری بلندمدت فکر می‌کنند و تلاش می‌کنند تا با حذف کامل زغال‌سنگ از فرآیند متالورژی، ایده ساخت فولاد بدون مصرف سوخت فسیلی را به واقعیت تبدیل کنند. در حالی که صنعت از دهه ۱۹۶۰ میانگین شدت انرژی به ازای هر تن تولیدشده را از ۵۰ گیگاژول به ۲۰ گیگاژول کاهش داده است، گول‌های تولیدکننده فولاد مانند آرچلومیتال در حال پیشروی خود در زمینه پایداری انرژی هستند و برنامه‌های جاه‌طلبانه‌ای را برای تولید فولاد بدون کربن تا سال ۲۰۵۰ ارائه داده و گسترش می‌دهند. در این میان البته ذکر یک نکته الزامی است؛ اینکه فولاد تنها زمانی می‌تواند اهداف خود را در زمینه کربن صفر محقق سازد که تقاضا برای آن کماکان صعودی باشد. مصرف و تقاضای فولاد نیز تنها با بازگشایی تدریجی اقتصاد جهان ادامه می‌یابد و در شرایطی که توسعه صنعت در بعد جدیدی به‌نام تولید پودر فولاد اتمیزه‌شده ریوتینتو در حال پیش می‌رود، می‌توان تکامل بعدی جدید در صنعت فولاد را به‌عنوان حلقه واسط میان صنایع بزرگ و بخش چاپ سه‌بعدی ایجاد کند. همان‌طور که صنعت همچنان به نوآوری در پایداری و قابلیت استفاده ادامه می‌دهد، فولاد همچنان یک ماده حیاتی در سراسر صنایع خواهد بود که می‌توانیم بی‌نهایت آن را بازیافت کنیم و به آن تکیه کنیم. این موضوع نشان می‌دهد گرچه مس و آلومینیوم اثر بالایی بر آینده قیمت‌ها در بازار فولاد دارند اما کماکان این فولاد است که به دلایل متعدد بازیگر اصلی در بازار فلزات اساسی است.

دنیای اقتصاد، بهمن ۱۴۰۰

چین بزرگ‌ترین مصرف‌کننده فولاد جهان است و اگر بر مبنای قطب‌بندی باشد، اتحادیه اروپا را در پس خود می‌بیند که با اختلافی فاحش در حرکت است. شواهد موجود نشان می‌دهد در سال ۲۰۲۱ رشد تقاضا در این بازار حدود ۸/۵ درصد بوده و چین کماکان بازیگر اصلی است. کل مصرف جهان طبق برآوردهای اولیه، در سال ۲۰۲۱ حدود ۱۸۷۴ میلیون تن بوده است و در سال ۲۰۲۲ تا سطح ۱۹۲۴ میلیون تن خواهد رسید. اژدهای سرخ هم حاکم مطلق این بازار است. مصرف چین سال ۲۰۲۱ در حالی ۱۰۲۴ میلیون تن بوده که برای سال ۲۰۲۲ این رقم به ۱۰۳۵ میلیون تن خواهد رسید. که عدد قابل توجهی است پیش‌بینی می‌شود باقی مناطق (جهان بدون احتساب چین) در سال ۲۰۲۲ تا ۸۸۹ میلیون تن فولاد مصرف خواهند کرد. عددی که در سال ۲۰۲۱ حدود ۸۴۹ میلیون تن برآورد شده است. نکته جالب مصرف ۲۰۲۲، پیش‌بینی رشد ۵/۵ درصدی تقاضا در آفریقا است که در همه جهان بی‌مانند است و خبر از تقویت رشد اقتصادی در این قاره می‌دهد.

آتیه بازار فولاد در جهان

به‌رغم تسلط کنونی چین بر بازار فلزات اساسی، این کشور ممکن است در حال حرکت به سمت کاهش تولید داخلی فولاد برای جلوگیری از خطرات تولید بیش از حد و اطمینان از تحقق وعده‌های داده‌شده برای سال ۲۰۶۰ در زمینه رسیدن به وضعیت کربن صفر باشد. چین که یکی از آلاینده‌ترین کشورهای جهان به دلیل وجود صنایع دودزاست، طی سه دهه آینده به شکل آهسته از بازار صنایع سنگین خارج شده و به تولیدکننده محصولات با ارزش‌افزوده بالا بدل خواهد شد. این احتمالاً مهم‌ترین اتفاقی است که بر آینده بلندمدت صنعت فولاد تاثیرگذار خواهد بود. در سطح کوتاه‌مدت و میان‌مدت اما وضعیت فرق می‌کند.

برای نمونه با افزایش سرسام‌آور قیمت سنگ‌آهن و فولاد در سال گذشته، تقاضای ایالات‌متحده برای این فلز یک عامل تاثیرگذار در تداوم این وضعیت است. اجرایی‌شدن یا نشدن بسته اقدام دولت بایدن در زمینه توسعه زیرساختی این کشور، می‌تواند قیمت فولاد و سنگ‌آهن را افزایش یا کاهش دهد. لایحه تحول زیرساخت‌ها قطعاً سرمایه‌گذاری در کارخانه‌های فولاد آمریکا برای عرضه بیشتر این فلز در آینده را به‌همراه خواهد داشت. از آن سو نیاز بیشتر آمریکا به فولاد احتمالاً به خاتمه مدل فعلی تعرفه‌گذاری بر فولاد که دولت ترامپ در سال ۲۰۱۸ وضع کرد، منتج شده و محدودیت‌های عرضه فولاد را کاهش دهد.

یک موضوع دیگر که بر آینده این صنعت اثرگذار است، آراز بزرگ فولاد یعنی مقاومت بالا و بازیافت آن تا بی‌نهایت است. فولاد معمولی که عمدتاً از سنگ‌آهن تشکیل می‌شود، آلیاژی حاوی کمتر از ۲ درصد کربن و یک درصد منگنز و سایر عناصر کمیاب. ممکن است چنین ارقامی چندان به چشم نیایند ولی به‌طوری باورنکردنی، تفاوت

همایش ها و نمایشگاه های خارجی در سال ۲۰۲۲			
ردیف	عنوان	تاریخ	محل
۱	بیست و نهمین کنفرانس جهانی تامین منابع ریخته گری ۲۰۲۲	۱۹ آوریل ۲۰۲۲	شانگهای، چین
۲	نمایشگاه بین المللی فناوری های ریخته گری و متالورژی LitMetExpo-۲۰۲۲ همزمان با نمایشگاه های بین المللی تخصصی مهندسی مکانیک، فلزکاری و جوش و برش.	۵-۸ آوریل ۲۰۲۲	مینسک، بلاروس
۳	نهمین نمایشگاه بین المللی معدن، تجهیزات، مواد معدنی و فلزات - IME ۲۰۲۲	۴-۷ آوریل ۲۰۲۲	کلکت، WB، هند
۴	هفدهمین کنگره ریخته گری چین	۲۳ تا ۲۵ مارس ۲۰۲۲	چونگ کینگ، چین
۵	هفتمین کنفرانس بین المللی مهندسی ساخت، مواد و متالورژی (ICMME ۲۰۲۲)	۱۸ تا ۲۰ مارس ۲۰۲۲	اوزاکا، ژاپن
۶	دوازدهمین نمایشگاه بین المللی فولاد، فولادسازی، شکل دهی، ساخت و تکمیل فلزات - 2022 Metal Steel Egypt	۱۷-۱۹ مارس ۲۰۲۲	قاهره، مصر
۷	شانزدهمین کنفرانس بین المللی تحولات مارتزیتی (ICOMAT 2022)	۱۳ تا ۱۸ مارس ۲۰۲۲	ججو، کره جنوبی ... کنفرانس مجازی
۸	پنجمین نمایشگاه و کنفرانس بین المللی صنعت فولاد	۱۹ اپریل ۲۰۲۲	شانگهای چین
۹	چهاردهمین کنفرانس علمی بین المللی نوآوری در ریخته گری کیفیت، فناوری نوآورانه، بکارگیری ابزارهای تحقیقاتی نوین، آزمایش های غیر مخرب / مخرب.	۹ تا ۱۱ مه ۲۰۲۲	تورون، لهستان
۱۰	شصت و چهارمین کنگره ریخته گری اتریش Österreichische Gießereitagung / ۲۰۲۲	۲۸-۲۹ آوریل ۲۰۲۲	لئوبن، اتریش
۱۱	استراتژی های کربن زدایی فولاد ۲۰۲۲	۲۶-۲۸ آوریل ۲۰۲۲	لندن، انگلستان ... کنفرانس مجازی
۱۲	کنفرانس جهانی کاربران 3D-Flow ۲۰۲۲	۱۶-۱۸ مه ۲۰۲۲	مونخ، آلمان
۱۳	پنجاه و ششمین کنفرانس ملی سالانه موسسه ریخته گری استرالیا (AFI)	۱۲-۱۴ مه ۲۰۲۲	بریزبن، QLD، استرالیا
۱۴	چهارمین کنفرانس مدیترانه ای عملیات حرارتی و مهندسی سطح - MCHTSE 2022	۱۱-۱۳ مه ۲۰۲۲	استانبول، ترکیه

جهت کسب اطلاعات بیشتر به سایت <https://www.castingarea.com/events.htm> مراجعه نمایید.

پرسش و پاسخ

$$Q = mC(\theta_p - \theta_m)$$

$$Q = (25 \times 0/26)750 - 660$$

$$Q = 585 \text{ Kcal}$$

با توجه به مثال های بالا نتیجه میگیریم که اگر مقدار گرماهای به دست آمده از هر مرحله ذوب را با هم جمع کنیم مقدار کل گرمای لازم برای ذوب و ریخته گری مطابق رابطه کلی گرما به دست میآید. که برای مثالهای فوق به صورت زیر میباشد:

$$Q = mC(\theta_m - \theta_i) + m = mc'(\theta_p - \theta_m)$$

C گرمای ویژه متوسط در حالت جامد
C' گرمای ویژه متوسط در حالت مذاب

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 3810 + 2275 + 585$$

$$Q = 6670 \text{ Kcal}$$

کل گرمای لازم جهت ذوب و ریخته گری آلومینیوم

■ سوال (۴) چنانچه درصد اضافه مجاز انقباض نوعی آلیاژ برنج برابر با ۱/۷۶٪ و طول قطعه ریختگی آن ۶۰cm باشد، اندازه طول مدل را برحسب میلیمتر محاسبه کنید.
حل: اندازه طول مدل از رابطه زیر تعیین می شود:

$$a_m = 60((1 + 1/76) \div 56 \text{ MM}) = 0/6 \times 1/0176 =$$

$$61/056 \text{ cm} = 610 \text{ mm}$$

$$\Delta L = a_m - a_c = \Delta L = 61/056 - 60 = 1/056 \text{ cm} =$$

$$10/56 \text{ mm}$$

یعنی طول مدل به اندازه ۱۰/۵۶ میلیمتر باید بزرگتر در نظر گرفته شود تا پس از انجماد طول ۶۰ cm اولیه را داشته باشیم.

■ سوال (۱) برای اینکه دمای ۲۵ کیلوگرم آلومینیوم را از دمای محیط ۲۵ درجه سانتی گراد تا دمای ذوب ۶۶۰ درجه سانتی گراد برسانیم. چه مقدار گرما برحسب کیلوکالری لازم است؟ در صورتی که گرمای ویژه متوسط آلومینیوم جامد C=0.24 cal/gr.°C باشد.

حل: با توجه به واحد C باید ابتدا واحد جرم را به گرم تبدیل کنیم تا گرما برحسب کالری به دست آید.

$$Q = mC(\theta_m - \theta_i) = Q = 25000 \times 0.24(660 - 25) =$$

$$3810000 \text{ cal} = 3810 \text{ Kcal}$$

■ سوال (۲) محاسبه کنید مقدار گرمایی را که لازم است تا ۲۵ کیلوگرم آلومینیوم را از نقطه آغاز ذوب تا پایان ذوب برساند. (گرمای نهان گداز آلومینیوم معادل ۹۱ کالری بر گرم است)

حل: چون فلز از نقطه آغاز ذوب تا پایان ذوب گرم می شود، از رابطه زیر استفاده میکنیم:

$$Q = m\lambda = 25000 \times 91 \Rightarrow Q = 2275000 \text{ cal} =$$

$$2275 \text{ Kcal}$$

■ سوال (۳) مقدار گرمایی را که لازم است تا ۲۵ کیلوگرم آلومینیوم را از نقطه ذوب ۶۶۰°C به دمای فوق ذوب دمای بارریزی ۷۵۰°C برساند را محاسبه کنید. در صورتیکه گرمای ویژه متوسط حالت مذاب آلومینیوم ۰/۲۶ (کالری بر گرم در درجه سانتی گراد) باشد.

حل: به دلیل آنکه فلز از نقطه ذوب تا فوق ذوب گرم میشود، از رابطه زیر استفاده میشود:

■ سوال ۸) ۴۸ کیلوگرم از آلیاژ مس و روی با ترکیب ۴۰ درصد روی و ۱۰ کیلوگرم از برگشتی موجود در کارگاه با ترکیب ۲۵ درصد روی با هم ذوب شده اند، مطلوب است: تعیین درصد روی در آلیاژ جدید.
حل:

جرم کل آلیاژ جدید $48 + 10 = 58 \text{ Kg}$
جرم روی در آلیاژ اول $48 \times 40/100 = 19.2 \text{ Kg}$
جرم روی در آلیاژ دوم $10 \times 25/100 = 2.5 \text{ Kg}$
جرم کل روی در آلیاژ جدید $19.2 + 2.5 = 21.7 \text{ Kg}$
درصد روی در آلیاژ جدید $(21.7/58) \times 100 = 37.4 \%$

■ سوال ۵) جرم یک مدل چوبی به چگالی ۰/۶۵ گرم بر سانتی متر مکعب، ۷/۴ کیلوگرم است. در صورتی که قالبگیری ساده و بدون ماهیچه گذاری و ریخته گری قالب از آلیاژ برنج به چگالی ۸/۴۴ گرم بر سانتی متر مکعب باشد و از کلیه انقباض ها صرف نظر شود جرم قطعه ریختگی را محاسبه کنید.
حل: جرم قطعه ریختگی با استفاده از رابطه زیر محاسبه میشود:

$$m_c = m_M \times \rho_c / \rho_M = 7.4 \times 8.44 / 0.65 = 96 \text{ kg}$$

■ سوال ۶) قطعه ای از فولاد با چگالی ۷.۸ گرم بر سانتی متر مکعب به شکل استوانه با قطر بیرونی ۲۰۰ میلیمتر و قطر داخلی ۱۰۰ میلیمتر با ارتفاع ۳۰۰ میلیمتر موجود است. جرم ۲۵ قطعه را محاسبه نمایید؟

حل: ابتدا شکل را به دو استوانه تفکیک میکنیم به طوری که از داخل استوانه ای به قطر ۲۰۰mm، استوانه ای به قطر ۱۰۰mm خالی شده باشد.

$$V = V_1 - V_2$$

$$V = ((200^2 \times 3.14/4) \times 300) - ((100^2 \times 3.14/4) \times 300) = 7065$$

$$M = V \times \rho = 7065 \times 7.8 = 55107 \text{ gr}$$

$$= 25 \times 55107 = 1377675 \text{ gr} \sim 1378 \text{ Kg}$$

■ سوال ۷) جرم یک مدل آلومینیومی با چگالی ۲/۶ گرم بر سانتی متر مکعب، معادل ۱۰ کیلوگرم می باشد. چنانچه قطعه ریخته گری از نوعی فولاد با چگالی ۷/۸ گرم بر سانتی متر مکعب باشد، جرم قطعه ریختگی را با در نظر گرفتن انقباض از نقطه ذوب ۱۳۸۰ درجه سانتی گراد تا ۲۵ درجه سانتی گراد بدست آورید؟ (ضریب انبساط خطی فولاد $C = 12 \times 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$ می باشد).

حل:

$$m_c = V_M (1 - 3\Delta\theta) \rho_c$$

$$V_M = M_M / \rho_M = 10 / 2.6 = 3.85 \text{ dm}^3$$

$$m_c = 3.85 (1 - 3 \times 12 \times 10^{-6} \times (1380 - 25)) \times 7.8$$

$$m_c = 28.56 \text{ Kg}$$

واژه نامه

مذاب به سمت بیرونی قالب متمایل می‌شود. اکنون فرایند انجماد از دیواره قالب شروع می‌شود و این گونه نیروی گریز از مرکز با راندن مذاب به سمت دیواره قالب باعث شکل‌گیری انجماد و شکل‌دهی حلقوی به فلز می‌نماید. لازم است ذکر شود در این فرایند از هیچ‌گونه ماهیچه داخلی برای شکل‌دهی به مذاب استفاده نمی‌شود؛ همچنین با توجه به خاصیت فرایند در این روش برای ریخته‌گری مذاب از راهگاه هم استفاده نمی‌شود. بدیهی است که ضخامت نهایی دیواره تولیدی هم تابعی از حجم مذاب اولیه ورودی است. در این روش ریخته‌گری به خاطر عمل چرخش و اختلاف چگالی بین ناخالصی‌ها و مذاب فلز اصلی مورد نظر، ناخالصی‌ها همه روی سطح لوله جمع می‌شوند و به سادگی با یک ماشین‌کاری قابل برداشت می‌باشند. در فرایند ریخته‌گری برای تولید ضخامت‌های بالا یک تغییر کوچکی در فرایند به وجود می‌آید و آن این است که فرایند انجماد از هر دو سو، یعنی درون لوله به بیرون آن و بیرون به سمت درون شروع می‌شود و در این مورد چون احتمال به وجود آمدن مک کمی بالا می‌رود از هیتراهایی جهت گرم کردن سطح داخلی استفاده می‌شود که این کار باعث می‌شود انجماد از بخش بیرونی شروع شود. ترک‌خوردگی، چروک شدن سطح لوله، بریدگی لوله، تردی لوله، ساچمه‌ای شدن سطح لوله، حفره‌های ناشی یا سوراخ شدن سطح لوله، فشردگی بیش از حد مذاب به دلیل بالا بودن میزان دور (سرعت) دستگاه و ریزش مذاب به دلیل پایین بودن سرعت چرخش قالب از جمله عیوب معمولی هستند که ممکن است در این روش ریخته‌گری مشاهده بشوند. ترک‌ها در این روش ممکن است به دو صورت طولی یا عرضی ظاهر شوند که به ترتیب با افزایش دمای مذاب و کاهش سرعت سرد شدن از این عیوب جلوگیری نمود. نیامد کردن هم در مواردی به‌ویژه در روش سانتریفیوژ ممکن است رخ بدهد که می‌توان آن را با افزایش سیالیت، افزایش دمای ذوب و ایجاد سرعت دوران یکنواخت این مشکل را برطرف نمود.

◀ ریخته‌گری چرخشی (Stir Casting)

فرایند ریخته‌گری بهم زدن شامل هم زدن مذاب است که در آن مذاب به طور مداوم هم زده می‌شود که سطح مذاب را در معرض اتمسفر قرار می‌دهد که تمایل به اکسیداسیون مداوم مذاب آلومینیوم دارد. در نتیجه اکسیداسیون مداوم، ترشوندگی آلومینیوم کاهش می‌یابد و برای تولید کامپوزیت‌های زمینه فلزی، ذرات تقویت کننده در مذاب مخلوط نمی‌شوند.

◀ ریخته‌گری در قالب نیمه دائم (Semi Permanent Casting)

یکی از روشهای ریخته‌گری با قالب دائم است که در آن از ماهیچه‌های ماسه‌ای یا گچی (مصرف شدنی) برای تشکیل قسمت‌های داخلی قطعه ریخته‌گری استفاده می‌شود. قسمت بیرونی قطعه ریخته‌گری در این روش با قالب فلزی یا دائم در تماس می‌باشد و مذاب در بین کانالهای موجود بین ماهیچه و قالب دائم جریان می‌یابد و قالب را پر می‌کند.

◀ ریخته‌گری سرما پاشی مستقیم (Direct Chill Casting)

این روش برای ساخت شمش‌های جامد از فلزات غیر آهنی به ویژه آلومینیوم، مس، منیزیم و آلیاژهای آنهاست. شمش‌های اصلی معمولاً با روشهای دیگر نظیر نورد، آهن‌گری و ... تولید می‌شود. بیش از نیمی از تولید جهانی آلومینیوم از فرایند ریخته‌گری مستقیم استفاده می‌کنند.

◀ ریخته‌گری دورانی (Spin Casting)

در این روش یک قالب دیسکی شکل در امتداد محور مرکزی خود با سرعت تعیین شده می‌چرخد و مذاب فلزات از طریق دهانه‌ای در مرکز بالایی قالب به داخل ریخته می‌شود و تا انجماد کامل قطعه در حال دوران می‌باشد. اعمال نیروی گریز از مرکز در حین انجماد سبب افزایش خواص مکانیکی و کاهش عیوب گازی و انقباضی و تولید قطعه ریخته‌گری با وزن مخصوص بالا می‌شود.

◀ ریخته‌گری گریز از مرکز واقعی (True Centrifugal Casting)

نخستین استفاده از این روش مربوط به اوایل قرن نوزدهم میلادی و کشور انگلستان است که در آن زمان برای تولید لوله‌های چدنی توسط **Anthony Eckhard** مورد استفاده قرار گرفت. ریخته‌گری گریز از مرکز یکی از روش‌های معمول در تولید لوله‌های فلزی است. در این روش از یک قالب چرخنده برای شکل‌دهی استفاده می‌شود. اغلب پروفیل لوله‌ها و به‌طور کلی اشکال تولید شده به این روش دایره‌ای هستند، ولی برای تولید پروفیل‌های شش‌گوش و متقارن کاربرد دارد. در ابتدا فلز مذاب به درون قالب دوار ریخته می‌شود، سپس با توجه به وارد آمدن نیروی گریز از مرکز به فلز

◀ ریخته گری دوغابی (لجن گونه) (Casting Slush)

به این روش ریخته گری توخالی نیز اطلاق می شود. در این فرآیند مواد داخل قالب ریخته می شود و اجازه می دهیم تا خنک شود تا پوسته ای از مواد در قالب تشکیل شود. سپس مایع باقی مانده بیرون ریخته می شود تا پوسته توخالی باقی بماند.

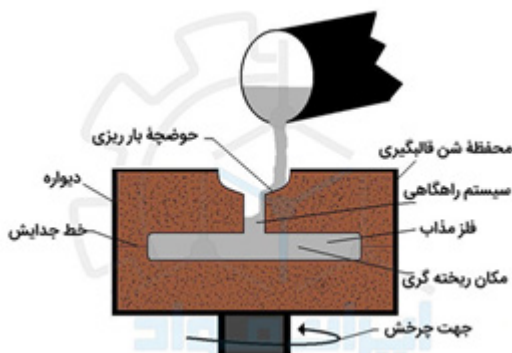
◀ ریخته گری پلی استایرن (فوم) تبخیری (Evaporative Foam Casting)

ریخته گری با مدل تبخیری نوعی فرآیند ریخته گری است که از فوم استفاده می کند و هنگامی که فلز مذاب در محفظه قالب ریخته می شود، تبخیر می شود. رایج ترین فوم مورد استفاده فوم پلی استایرن است. دو فرآیند اصلی ریخته گری با فوم تبخیری عبارتند از ریخته گری فوم از بین رونده و ریخته گری تو پر. مزایای این روش عبارتند از:

- اجرای آسان تر از انواع دیگر فرآیندهای ریخته گری
- تولید قطعات با اشکال و اندازه ها متفاوت امکان پذیر است.
- هزینه های مواد و عملیاتی اجرایی کم می باشد.
- تولید فلزات آهنی و غیر آهنی با این روش امکان پذیر است.
- دقت ابعادی بالایی دارد.

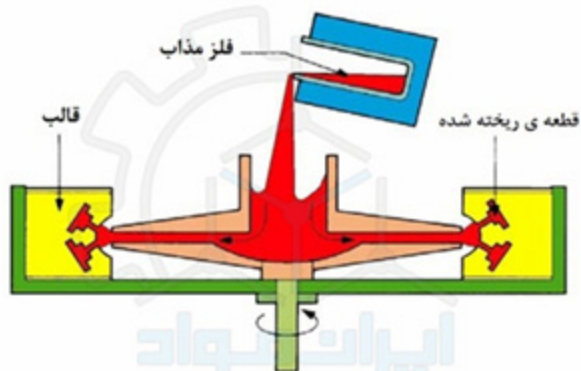
◀ ریخته گری نیمه گریز از مرکز (Semi Centrifugal Casting)

در این روش، در دیواره قالب حفراتی وجود دارد که مذاب با نفوذ در آن ها شکل پیچیده تری را برای قطعه رقم خواهد زد. برای تولید قطعاتی که تقارن دورانی تقریبی دارند، بهترین روش تولید، ریخته گری نیمه گریز از مرکز است. در این روش برای به دست آوردن قطعاتی با شکل های پیچیده تر، می توان از ماهیچه استفاده کرد. محور چرخش قالب در این روش همواره با موقعیت عمودی می ماند. قطعاتی از قبیل چرخ، قرقره، چرخ دنده، چرخ تسمه شیاردار، پروانه و روتور موتورهای الکتریکی با این روش تولید می شوند. سرعت چرخش قالب در این ریخته گری نیمه گریز از مرکز بین ۲۰۰-۱۸۰ دور بر دقیقه پیشنهاد می شود.



◀ ریخته گری گریز از مرکز اسمی (Centrifugal Spin Casting)

در این روش، از نیروی گریز از مرکز برای رساندن فلز مذاب از یک مخزن مرکزی به قالب های جداگانه استفاده می شود. در ریخته گری گریز از مرکز اسمی یا مجازی، خواص قطعه نهایی با تغییر فاصله حفره قالب تا محور دوران تغییر می کند. در این روش محفظه های قالب به شکل متقارن در اطراف محور مانند پره هایی اطراف چرخ تعبیه شده اند. از این رو در هر بار ذوب ریزی، چندین قطعه را می توان تولید کرد. این روش بیشتر برای تولید بدنه شیرآلات، بست ها و قطعات کوچک مانند طلا و جواهر به کار می رود. برای تولید با کیفیت قطعات ظریفی که دیواره نازک دارند، از این روش با سرعت های چرخش نسبتاً پایین استفاده می شود. اساس کار این روش مانند گریز از مرکز واقعی است؛ اما سرعت چرخش در این حالت، به مقدار قابل توجهی کمتر از سرعت چرخش در روش گریز از مرکز حقیقی است. از آن جا که ناخالصی های سبک وزن در مرکز قطعه جمع می شوند، این روش برای تولید قطعاتی که قسمت داخلی آن ها پس از ریخته گری قابلیت ماشین کاری دارند، بسیار مطلوب است.



◀ آلیاژ ضد اصطکاک (آلیاژ یاتاقان) (Anti Friction Alloys)

یکی از بیشمار آلیاژهایی است که برای پوشش سطح یاتاقان در یاتاقان های ساده استفاده می شود. این آلیاژ در سال ۱۸۳۹ توسط آیزاک بابیت در آمریکا اختراع شد. بابیت دارای خاصیت مقاومت در برابر سائیدگی چسبنده می باشد. بابیت یک آلیاژ نرم است که به راحتی آسیب می بیند، به همین خاطر تصور می شود که برای پوشش دهی سطوح داخلی یاتاقان ها مناسب نباشد. اما ساختار آن از کریستال های سخت کوچکی تشکیل شده که در زمینه نرم فلز پراکنده شدند و از آن یک کامپوزیت پایه فلزی می سازند. هنگامی که یاتاقان کار می کند، فلز نرم تر به مقدار کمی ساییده می شود که این باعث ایجاد مسیری برای روانکاری بین شفت و یاتاقان می شود. وقتی از قلع به عنوان ماده نرم تر استفاده می شود، اصطکاک باعث می شود که قلع ذوب شود و به عنوان یک روانکار عمل کند، مخصوصاً در زمانی که روانکار دیگری وجود ندارد می تواند به خوبی از یاتاقان محافظت کند. در ماشین های احتراق داخلی از بابیت بر پایه قلع

ایجاد پوشش های آلومینیوم بر روی فولاد استفاده می شود. این عملیات مقاومت در برابر اکسیداسیون در دمای بالا، مقاومت در برابر کربوریزاسیون، مقاومت در برابر سولفیداسیون در دمای بالا را افزایش می دهد.

◀ فولاد الکتریکی سیلیسیومی (Silicon Electrical Steel)

فولاد الکتریکی یک آلیاژ آهن است که ممکن است از صفر تا ۶/۵ درصد سیلیکون داشته باشد. آلیاژهای تجاری معمولاً تا ۳/۲ درصد سیلیکون دارند (غلظت های بالاتر باعث شکنندگی در هنگام نورد سرد می شود). منگنز و آلومینیوم را می توان تا ۰/۵ درصد اضافه کرد. سیلیکون مقاومت الکتریکی آهن را حدود ۵ برابر افزایش می دهد و جریان های گردابی القایی را کاهش می دهد و حلقه پسماند فولاد را باریک می کند، بنابراین اتلاف هسته را در مقایسه با فولاد معمولی حدود سه برابر کاهش می دهد.

با این حال، ساختار دانه فلز را سخت و شکننده می کند. این تغییر بر کارایی فولاد به ویژه هنگام نورد تأثیر منفی می گذارد. ناخالصی ها در فولاد باید اندک باشند، زیرا کاربیدها، سولفیدها، اکسیدها و نیتريدها، حتی در ذرات کوچک به قطر یک میکرومتر، باعث افزایش تلفات پسماند می شوند و همچنین نفوذپذیری مغناطیسی را کاهش می دهند. وجود کربن در مقایسه با گوگرد یا اکسیژن اثر مضرتی دارد. کربن همچنین زمانی که به آرامی محلول جامد را ترک می کند و به صورت کاربید رسوب می کند باعث پیری مغناطیسی می شود و در نتیجه در طول زمان باعث افزایش اتلاف نیرو می شود. به این دلایل، مقدار کربن باید کمتر از ۰/۰۰۵ درصد باشد. مقدار کربن را می توان با بازپخت کردن آلیاژ در یک اتمسفر کربن زدا، مانند هیدروژن، کاهش داد.

◀ پارکریزه کردن (Parkerizing)

پارکریزه کردن روشی برای محافظت از سطح فولاد در برابر خوردگی و افزایش مقاومت آن در برابر سایش از طریق اعمال یک پوشش شیمیایی تبدیل فسفات است. پارکریزه کردن معمولاً به عنوان یک فرآیند فسفات روی یا منگنز بهبود یافته در نظر گرفته می شود، پارکر کردن معمولاً در اسلحه های گرم و همچنین به طور گسترده در اتومبیل ها برای محافظت از قطعات فلزی در برابر خوردگی استفاده می شود. فرآیند پارکر را نمی توان بر روی فلزات غیر آهنی مانند آلومینیوم، برنج یا مس استفاده کرد. به طور مشابه نمی توان آن را برای فولادهای حاوی مقدار زیادی نیکل یا فولاد ضد زنگ استفاده کرد.

این فرآیند شامل غوطه ور کردن قسمت فلزی در محلول اسید فسفریک است که عنصر اصلی آن اغلب روی یا منگنز با مقادیر نیترات، کلرات و مس. در بسیاری از فرآیندهایی که

استفاده می کنند به این دلیل که می تواند در مقابل بارگذاری های دوره ای مقاومت کند. در شکل سنتی یاتاقان فلزی بابتی، یک یاتاقان بالشتکی که از جنس چدن ساخته شده را با انطباق عبوری دور یک شفت ثابت نگه می دارند. شفت را با دوده (به عنوان ماده رها ساز که برای جلوگیری از چسبیدن دو سطح به یکدیگر استفاده می شود) پوشش دهی می کنند و دو سر یاتاقان را با خاک رس می بندند. ابتدا آلیاژ مذاب را در نیمه پایینی یاتاقان می ریزند سپس به کمک لاتون گذاری بین دو نیمه فاصله ایجاد می کنند و سپس لایه بالایی را قرار می دهند و مذاب را داخل حفره می ریزند. لاتون (ورق نازک فلزی) باعث می شود که بعد از انجماد مذاب دو نیمه بالایی و پایینی به یکدیگر نچسبند. عدم روانکاری مناسب یاتاقان بابتی باعث افزایش درجه حرارت آن به دلیل وجود اصطکاک می شود که ادامه دار بودن آن باعث ذوب فلز بابت و پاشش آن به بیرون از یاتاقان می شود. در حالت مدرن تر استفاده از یاتاقان بابتی، سطح داخلی یاتاقان با استفاده از آلیاژ برنز پوشش دهی می شود و آلیاژ بابت به کمک فرایند ریخته گری گریز از مرکز به داخل پوسته ریخته می شود. در بابت از عناصری مثل روی، آرسنیک و مقادیر کمی آلومینیوم استفاده شده است. در دماهای مختلف وجود عنصر آرسنیک باعث افزایش مقاومت در تغییر شکل می شود. وجود کمتر از یک درصد عنصر آلومینیوم باعث ایجاد تغییر در ریزساختار بابت می شود که در نهایت باعث بهبود ساختار آن می شود. بابت هایی نیز وجود دارد که به آلیاژ بابت قلع معروف هستند. این آلیاژ خاصیت مقاومت به خوردگی و همچنین ضد سوزان بودن را دارند. با توجه به همین ویژگی هایی که از خود نشان می دهند به عنوان آلیاژ یاتاقان مورد استفاده قرار می گیرند. برای کاهش هزینه تمام شده آلیاژ از مقادیری (حدود ۳۰ درصد) سرب استفاده می شود. همچنین عناصر مس و آنتیموان در افزایش سختی آلیاژ نقش بسزایی را ایفا می کنند. این نوع آلیاژ بابت دارای خواص متعددی است که از آن می توان به نرمی، قابلیت نگه داشتن مواد ضد سایش مانند روغن بر روی سطح خود، دارای هدایت حرارتی و مقاومت به خوردگی خوب و همچنین ارزان بودن آن اشاره کرد.

◀ سرب خشک (Lead Hard)

سرب خشک یا سرب آنتیموان دار از ترکیبات آلیاژی سخت سرب است که با افزودن مقداری از ماده آنتیموان به فاز سرب تولید می شود دو نوع خشک و نرم این ماده در صنایع گوناگون کاربرد دارد. از این ماده در صنایع زیادی از برق و پوشش کابل گرفته تا کاربرد های نظامی و ساخت ساچمه و گلوله و از مصارف پزشکی هسته ای تا استفاده در شیشه و سرامیک و لاستیک استفاده های فراوانی می شود.

◀ کالوریزه کردن (Calorizing)

کالوریزه کردن یک فرآیند اصلاح سطح صنعتی است که برای

منبع استاندارد است. آزمون ویکرز برای کلیه فلزها قابل استفاده است و یکی از وسیع‌ترین مقیاس‌ها را در بین آزمایش‌های سختی دارد.

◀ سختی راکول (Rockwell)

یکی از معیارهای سختی است که بر اساس مقاومت مواد در برابر فرورونده با اعمال بار بزرگتر در مقایسه با بار اولیه سختی آنها را تعیین می‌کند. معیارهای مختلفی برای این سختی وجود دارد که هرکدام توسط یک حرف انگلیسی نشان داده می‌شود. این روش سختی‌سنجی توسط استنلی راکول در ۱۹۱۹ ابداع شد.

در روش سختی‌سنجی راکول ابزاری وجود دارد که با استفاده از آن می‌توان سختی را مستقیماً خواند. اساس کار این روش اندازه‌گیری اختلاف عمق نفوذ در ماده است. متداولترین آزمون سختی در ایالات متحده آزمایش راکول بوده است. دلیل این امر سرعت، عدم امکان بروز خطا از طرف شخص، قابلیت تشخیص تغییرات کوچک سختی در فولاد سخت شده و کوچک بودن اندازه فرورفتگی است به طوری که قطعات عملیات حرارتی شده نهایی می‌توانند بدون صدمه دیدن آزمایش شوند.

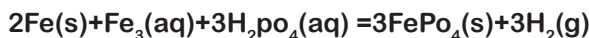
همان‌طور که گفته شد، در این آزمایش از عمق فرورفتگی تحت بار ثابت به عنوان مقیاسی برای سختی استفاده می‌شود. ابتدا یک نیروی اولیه اعمال می‌شود. این بار نیاز به آماده کردن سطح را به حداقل رسانده و تمایل به ایجاد فرورفتگی یا برآمدگی توسط سنبه را کم می‌کند. سپس بار اصلی وارد شده و عمق فرورفتگی به طور خودکار ثبت می‌شود. سپس بار اصلی از روی قطعه برداشته شده و تا نیروی اولیه کاهش داده می‌شود.

عموماً دو نوع سختی‌سنج راکول وجود دارد. نوع معمولی که برای مقاطع نسبتاً ضخیم و نوع سطحی که برای مقاطع نازک به کار می‌رود. بار اولیه در سختی‌سنج راکول معمولی ۱۰ کیلوگرم و در سختی‌سنج سطحی ۳ کیلوگرم می‌باشد.

در روش راکول انواع فرو رنده و نیروهای مختلف را می‌توان به کار برد و هر ترکیب از این دو معرف مقیاس راکول مخصوصی است. در اکثر موارد برای اندازه‌گیری سختی فلزات از سه روش زیر بیشتر استفاده می‌شود.

- راکول A با اعمال نیروی ۶۰ کیلوگرم .
- راکول B با نیروی ۱۰۰ کیلوگرم .
- راکول C با نیروی ۱۵۰ کیلوگرم .

توسعه داده شده است، محلول تا دمای ۸۸ تا ۹۹ درجه سانتیگراد (۱۹۰ تا ۲۱۰ درجه فارنهایت) برای مدت زمانی بین ۵ تا ۴۵ دقیقه گرم می‌شود. جریانی از حباب‌های هیدروژن کوچک از قسمت فلزی در حین انجام فرآیند ساطع می‌شود. هنگامی که حباب متوقف می‌شود، فرآیند کامل می‌شود. معادله واکنش پارکریز کردن در محلول فلز-فسفات به شرح زیر است:



◀ فرآیند کالدو (Kaldo Process)

یک فرآیند فولادسازی که در آن اکسیژن از طریق لنس‌های خنک شده با آب به یک ظرف دوار شیب دار بزرگ وارد می‌شود، اما با سرعت‌های کمی کمتر از فرآیند فولادسازی (L.D.)، به طوری که جت اکسیژن به طور کامل و پیوسته در لایه سرباره نفوذ نمی‌کند. از برخی جهات مانند یک کوره بستر باز چرخشی پیوسته است. راندن حرارتی در این روش نسبت به فرآیند فولادسازی (L.D.) بهتر است ولی کندتر از آن است.

◀ سختی برینل (Hardness Brinell)

این آزمایش که توسط مهندس سوئدی یوهان آگوست برینل (Johan August Brinell) در سال ۱۹۰۰ ارائه شد، اولین آزمایش سختی استاندارد و پرکاربرد در مهندسی و متالورژی بود. تورفتگی زیاد و آسیب احتمالی قطعه آزمایشی، کاربرد آن را محدود می‌کند. مقاومت کشش نهایی فولادها بر حسب (ksi) از تقسیم عدد سختی برینل آنها بر دو بدست می‌آید. این ویژگی به استفاده کردن از آن نسبت به دیگر آزمایش‌های سختی کمک می‌کند. در آزمون معمولی از ساچمه فولادی به قطر ۱۰ میلی‌متر (۰٫۳۹ اینچ) به عنوان یک فرو رنده با نیروی ۳۰۰۰ کیلوگرم-نیرو استفاده می‌شود. برای مواد نرمتر، نیروی کمتری استفاده می‌شود. برای مواد سخت تر، یک ساچمه کاربرد تنگستن جایگزین ساچمه فولادی می‌شود.

◀ سختی ویکرز (Vickers Hardness)

یکی از معیارهای سختی است که بر اساس مقاومت مواد در برابر فرورونده هر می‌شکل از جنس الماس، سختی آنها را تعیین می‌کند. سختی‌سنجی به این روش اولین بار در سال ۱۹۲۲ توسط اسمیت و ساندلند در ویکرز لیمیتد به عنوان جایگزینی برای سختی برینل توسعه یافت. فرورونده بکار رفته در این روش، الماس هر می با قاعده مربع شکل است که سطوح مقابل آن با زاویه ۱۳۶ درجه به یکدیگر می‌رسند.

استفاده از آزمون ویکرز اغلب از سایر آزمایش‌های سختی آسان‌تر است زیرا محاسبه‌های مورد نیاز مستقل از اندازه فرورفتگی است و از تورفتگی برای تمام مواد صرف نظر از سختی می‌توان استفاده کرد. اصل اساسی، مانند سایر اندازه‌گیری‌های سختی معمول، مشاهده توانایی یک ماده در مقاومت در برابر تغییر شکل پلاستیک از یک



فرم درخواست اشتراک فصل نامه ریخته‌گری

نام و نام خانوادگی:	نام موسسه / سازمان:
شغل/نوع فعالیت:	میزان تحصیلات:
رشته تحصیلی:	
کد ملی:	
نشانی کامل پستی:	
کد پستی:	کد اقتصادی:
تلفن تماس:	
مشترک جدید <input type="checkbox"/>	تمدید اشتراک <input type="checkbox"/>
تاریخ تکمیل فرم:	
نوع اشتراک مورد نظر: فصلنامه	تعداد نسخه: ۴
شروع ارسال	از شماره:
شماره حساب بانک ملی شعبه سپند: ۰۱۰۶۰۴۲۹۳۹۰۰۴	
شماره کارت تجارت به نام عبدالحمید قدیمی: ۵۸۵۹۸۳۱۱۴۵۰۸۱۵۳۴	
مبلغ: ۲۰۰۰/۰۰۰ ریال - دو میلیون ریال	
خواهشمند است اشتراک اینجانب با مشخصات یاد شده را برقرار نمایید.	
فیش واریزی را لطفاً به واتس‌اپ به شماره ۰۹۱۹۳۴۹۹۴۲۹ و یا به ایمیل irfs.edu@gmail.com ارسال نمایید.	

لیست اعضاء حقوقی فعال جامعه ریخته گران ایران

<p>آلیاژهای نشکن ساز تهران ، فلکه دوم صادقیه، بزرگراه اشرفی اصفهانی، نبش گلستان ۱۴ برج نگین رضا ، طبقه ۹ جنوبی ، واحد ۹۰۸ (شرکت آلیاژهای نشکن ساز) مواد اولیه ریخته گری Email: info@nashkansaz.com تلفن: ۴۴۰۳۰۴۶-۴۴۰۳۰۴۶۷-۴۴۰۳۰۴۱۱ فاکس: ۴۴۰۳۰۴۶۸</p>	<p>آرمان تجارت صبا تهران - خیابان ولی عصر - بالاتر از میرداماد - کوچه یزدان پناه - پلاک ۹۱ - طبقه ۵ جنوبی تلفن: ۸۸۷۹۸۴۲۷ فاکس: ۸۸۷۹۸۴۴۶ بازرگانی - واردات</p>
<p>بهریز فولادان تهران ، فلکه اول تهرانپارس ، خیابان گلبرگ بعد از رشید - پلاک ۷۹ ، طبقه ۵ شمالی - واحد ۱۶ تلفکس ۷۷۷۰۳۱۲۸ فاکس: ۷۷۲۹۹۶۸۵ Email: info@behrizfoladan.com ریخته گری فولاد</p>	<p>ایرالکو اراک ، بلوار منابع طبیعی ، شرکت سهامی تولید آلومینیوم ایران ایرالکو (صندوق پستی ۳۱ ، کدپستی ۸۱۱۶-۳۱۱۸۹ - واحد) تحقیقات Email: info@iralco.ir تلفن: ۰۸۶۳۲۱۶۲۰۸۰-۸۷ فاکس: ۰۸۶۳۲۱۶۲۰۸۱ تولید شمش آلومینیم</p>
<p>پات روشن نیکتا (پاترون) تهران - ملاصدرا، خیابان پردیس، کوچه زاینده رود شرقی، پلاک ۱۷ - طبقه اول تلفن: ۸۸۷۸۰۰۵۴ کدپستی: ۱۹۹۱۹۳۳۳۹۳ Email: info@patron.group</p>	<p>بالین تک قزوین ، شهرک صنعتی البرز ، انتهای خیابان حکمت سوم ، ابتدای خیابان شیخ بهایی ، شرکت بالین تک تلفن: ۸۸۵۲۲۶۲۵/۰۲۸۳-۲۲۲۲۸۶۸ فاکس: ۰۲۸۳-۲۲۳۸۰۴۲ Email: info@balintech.com دفتر مرکزی: سهروردی، کوچه باسقی، پلاک ۱۲ کد پستی: ۱۵۷۷۹۳۴۴۱۴ تلفن: ۰۲۱۸۸۵۱۸۳۷۲ تولید سرسیلندرهای خودروهای پراید- نیسان- پژو</p>
<p>جویندگان دانش افق سبز تهران - پیروزی - خیابان پنجم نیروی هوایی - مجتمع تجاری ولی عصر تلفن: ۷۷۴۶۲۱۲۶ فاکس: ۷۷۱۶۰۶۱۸ تامین و واردات کلیه مواد اولیه صنایع ریخته گری و فولاد</p>	<p>پاژ قطعات خودرو آمیتیس خراسان رضوی - چناران - شهرک صنعتی چناران - بلوار صنعت - فاز ۲ - میدان خلیج فارس - نوآوری ۲ - قطعه ۱۱۸۲ و ۱۱۸۳ تلفن: ۰۵۱۴۶۱۸۸۵۵۰-۵ Email: info@amitisap.com قطعات ایمنی و قطعات هیدرولیک خودرو</p>

مهندسی و ساخت پره توربین مپنا - پرتو
کرج، کیلومتر ۷ جاده ملارد، ضلع شمالی نیروگاه منتظر قائم،
شرکت پرتو - واحد انتقال تکنولوژی و مرکز اسناد
تلفن: ۰۲۶۳-۶۱۹۲۰۰۰
فاکس: ۰۲۶۳-۶۶۱۸۲۹۵
کد پستی: ۱۹۱۸۹۵۳۶۵۱
Email: info@mapnagroup.com

ساخت پره های داغ توربین گازی

حرارت ساز پویا
تهران - کیلومتر ۱۴ جاده مخصوص کرج - بلوار ایران
خودرو - خیابان زامیاد - کوچه آبان ۷ - پلاک ۱۷
تلفن: ۴۴۹۲۲۸۰۱-۲
فاکس: ۴۴۹۲۳۰۲۸
عملیات حرارتی فلزات

چشمه سار

زنجان، کیلومتر ۱۸ جاده تهران ص.پ: ۱۵۷۱ - ۴۵۱۹۵
تلفن: ۰۲۴۳۲۴۶۲۳۴۱-۳
فاکس: ۰۲۴۳۲۴۶۲۳۴۰
صندوق پستی: ۱۵۷۱۴۵۱۹۵
Email: foundry@cheshmehsar.com

ریخته گری قطعات ترمز خودرو (چدنی)

چدنیت صدر
تهران، خیابان مطهری، نرسیده به چهارراه سهروردی،
ساختمان ۱۲۰، طبقه ۳، واحد ۶
تلفن: ۸۸۳۰۱۰۴۹
فاکس: ۸۸۳۰۱۱۳۱
کارخانه: تهران، جاده خاوران، بعد از پلیس راه شریف
آباد، شهرک صنعتی عباس آباد، بلوار خیام، کوی ۱/۱
لوله و اتصالات ابرسانی چدنی
(خاکستری و نشکن) - انواع درپچه های ضد سرقت
داکتیل - انواع ملزومات پارکی و شهری

داکتیل

تهران، میدان توحید، خیابان ستارخان، خیابان کوثر دوم،
پلاک ۱۵ واحد ۷، طبقه چهارم کد پستی: ۱۴۵۷۶۷۶۵۸۴
تلفن: ۶۶۹۲۴۸۰۹-۶۶۹۲۲۹۳۷-۶۶۹۲۵۶۷۳
فاکس: ۶۶۹۲۶۴۰۸

ریخته گری انواع چدن‌ها و فلزات غیر آهنی

ذوب آهن البرز غرب
تهران، خیابان شهید بهشتی - بعد از چهارراه سهروردی -
نرسیده به میدان تختی - خیابان کابوسی فر - کوچه آریا
وطني - پلاک ۱۰
کد پستی: ۱۵۷۷۸۱۵۷۱۳
تلفن: ۸۸۱۷۰۹۸۳-۷
فاکس: ۸۸۱۷۰۹۶۹
Email: west.alborz.steel@gmail.com

رزیتان

تهران پاسداران، چهارراه فرمانیه، نارنجستان هشتم، پلاک ۲۳،
طبقه ۱۵، واحد ۱۵۰۳ و ۱۵۰۲
تلفن: ۲۲۰۲۰۵۲۱-۳۰
فاکس: ۲۲۰۲۰۴۸۶
کد پستی: ۱۹۵۷۶۱۴۰۵۳

تولید انواع رزین‌های صنعتی

ریخته گری دقیق پولادیر
تهران، بلوار اشرفی اصفهانی، خیابان گلستان چهاردهم
، برج نگین رضا، واحد ۴۰۶ شمالی کد پستی:
۱۴۷۱۷۹۳۵۷۴
تلفن: ۴۴۰۳۱۶۹۶-۴۴۰۳۰۲۶۴/۴۴۰۹۷۰۷۷-۸
۴۴۰۳۱۶۷۳
فاکس: ۴۴۰۳۰۵۶۹
تولید قطعات متنوع صنعت

<p>فارس ریزان مواد دفتر: مرزداران - ۳۵ متری لاله، جنب لاله ۹ - پلاک ۱۷، واحد ۱۲ تلفن: ۴۴۲۵۶۳۲۵ فاکس: ۴۴۲۵۵۹۲۷ کارخانه: ساوه، شهر صنعتی کاوه، بلوار آزادی، خیابان ۱۷</p>	<p>شופاژ کار کیلومتر ۸ جاده مخصوص کرج، روبروی شهاب خودرو، خیابان نخ زرین، شرکت شופاژ کار، واحد آموزش تلفن: ۳-۴۴۵۴۵۱۲۰ فاکس: ۴۴۵۴۵۱۱۴ خیابان طالقانی، بین چهارراه مفتح. بهار، پلاک ۱۸۰، طبقه اول تلفن: ۸۸۳۰۸۶۷۷ فکس: ۸۸۳۰۹۳۲۶ تولید انواع دیگ‌های بخار چدنی</p>
<p>فولاد بست ایرانیان ۱۰ شمالی - پلاک ۴۶۲ و ۴۶۳ تلفن: ۶۶۶۷۱۱۳۷ کارخانه: اتوبان تهران - قم، شهرک صنعتی شمس آباد، بلوار نارنجستان - گلبرگ ۲ - پلاک ۱۳ تلفن: ۵۶۲۳۰۹۸۲ تولید کننده بست های فلزی</p>	<p>فروسیلیس ایران تهران - خیابان پاسداران - بعد از چهار راه فرمانیه - نارنجستان ۷ - ساختمان پارک سنتر - طبقه ۱۹ - واحد ۱۹۰۲ و ۱۹۰۳ تلفن: ۶۰-۴۰۲۲۹۷۵۶-۴۰۲۲۹۸۸۶ فاکس: فروسیلیسیم - فروسیلیسیم منیزیم - پودر میکرو سیلیکا</p>
<p>فولاد طبرستان تهران، خ ملاصدرا، خ شیراز جنوبی، کوچه بهار، پلاک ۶، طبقه ۲ تلفن: ۳ - ۸۸۰۶۱۴۷۱ فاکس: ۸۸۰۶۱۴۷۰ تولید فولاد و چدن آلیاژی</p>	<p>فولاد روانشیر تهران، خ ملاصدرا، خ شیراز جنوبی، خ گرمسار غربی، کوچه بهار دوم، پلاک ۶، طبقه چهارم تلفن: ۲۷ و ۸۸۰۶۵۷۲۶ فاکس: ۸۸۰۶۹۷۹۸ ریخته گری قطعات چدنی و فولاد</p>
<p>فولاد مازندران تهران، خ ملاصدرا، خ شیراز جنوبی، کوچه بهار ۲، پلاک ۶، طبقه سوم تلفن: ۸۸۰۴۸۶۳۶ - ۸۸۰۴۸۶۵۶ تولید کننده انواع قطعات فولادی و چدنهای آلیاژی</p>	<p>فولاد ریزان جاده قدیم کرج، پشت شیر پاستوریزه، شاد آباد، خ ۱۷ شهرپور، روبروی شرکت دارو سازی اسوه - شرکت فولاد ریزان تلفن: ۶۶۸۱۱۸۰۰ و ۶۶۸۰۴۰۲۹ و ۶۶۸۰۵۵۶۵ فاکس: ۴۴۲۵۵۹۲۷ کد پستی: ۱۳۷۱۸۴۴۸۱۳</p>
<p>ماشین سازی اراک کارخانه: اراک، کیلومتر ۴ جاده تهران ص. پ ۱۴۸، مدیریت متالورژی آقای مهندس راونجی تلفن: ۳۱۳۰۰۳۱ - ۲۱۷۲۵۰۰ - ۱/۰۸۶۱ فاکس: ۳۱۳۲۰۵۹ - ۳۱۳۹۰۲۳/۰۸۶۳ - ۰۸۶۳ دفتر تهران: تهران، مرزداران، خیابان ایثار، نبش نامدار ۲، پلاک ۴ تلفن: ۴۴۲۷۹۷۷۵ - ۶ فکس: ۴۴۲۷۵۷۱۵ فولاد سازی و آهنگری</p>	<p>غلتک سازان سپاهان اصفهان - شهرک صنعتی بزرگ شرق اصفهان - فاز دوم - خیابان هفتم تلفن: ۰۳۱-۴۶۴۱۲۶۵۹ فاکس: ۰۳۱-۴۶۴۱۲۶۶۰ تولید کننده قطعات ریخته گری سنگین چدنی و فولاد</p>

<p>هلدينگ ميڊڪو تهران - سعادت آباد - بلوار فرهنگ - نبش خيابان معارف - پلاک ۸ تلفن: ۲۷۳۴۰ فاکس: ۲۲۳۶۳۶۹۱ توليد کنسانتره سنگ آهن - کنسانتره زغال سنگ - کک متالورژی - گندله سنگ آهن - شمش فولادی - آهن اسفنجی - مس کاتد - لوله های مسی کد پستی: ۱۹۹۷۷۴۴۱۱۱</p>	<p>مالیبل سایپا کیلومتر ۱۵/۵ جاده مخصوص کرج ، روبروی شرکت سایپا ص.پ: ۱۳۴۴۵/۱۹۳ ، شرکت مالیبل سایپا تلفن: ۴۴۱۹۶۵۳۷ فاکس: ۴۴۱۹۶۵۳۹ ریخته گری و ساخت انواع میل بادامک خودرو</p>
<p>مرکز پژوهش متالورژی رازی کیلومتر ۲۱ جاده مخصوص کرج، جنب نفت پارس، ورودی سرخه حصار، بلوار حاج قاسم اصغری، خيابان فرنان، پلاک ۸ تلفن: ۰۲۱۴۶۸۳۱۵۷۰ و ۰۲۱۶۳۰۷ کد پستی: ۳۷۵۳۱۴۶۱۷۱</p>	<p>فولادآلیاژی سمنان سمنان، شهرک صنعتی شرق، جنب کارخانه عقاب تلفکس: ۰۲۳۳۳۶۵۲۵۳۸ ۹ - کد پستی: ۳۵۳۵۱۳۳۱۱۱</p>
<p>پایا ذوب کاوه اصفهان، خيابان سعادت آباد، ساختمان هرم طبقه ۵ واحد ۱۵ تلفن: ۰۳۱-۳۶۷۰۰۴۹۵ فاکس: ۰۳۱-۳۶۶۹۱۴۹ Email: info@payazob.com</p>	<p>بنیاد علوم کاربردی رازی کیلومتر ۲۱ جاده مخصوص کرج، ورودی شهر قدس، بلوار شهید حاج قاسم اصغری، ورودی سرخه حصار، خ فرنان، پلاک ۲۷ تلفن: ۴۹۷۳۲ Email: info@RAZI-FOUNDATION.com کد پستی: ۳۵۵۳۱۴۶۱۳۷</p>
<p>پارس شمیم راه خورشید خیابان سعدی شمالی، خيابان منوچهری، کوچه دکتر اقاجان، پلاک ۱۳ واحد ۱۴ کد پستی: ۱۱۴۵۷۴۳۷۱۷ تلفن: ۶۶۷۱۶۰۶۵ مواد اولیه ریخته گری</p>	<p>فولادین ذوب امل آمل، شهرک صنعتی امامزاده عبدالله، فاز یک، شرکت فولادین ذوب امل تلفن: ۰۲۳۲۳۰۲۴۴۱۱۹۸ +</p>
<p>شرکت حامی الیاژ مهرآباد جنوبی، ۴۵ متری زرنده، نبش کوچه محمد ناصر ، امری، مرکز تجارت فلزات پارسه، پلاک ۱۳ طبقه همکف تلفن: ۶۳۵۱۱ کد پستی: ۱۳۸۶۷۵۳۳۱۷ مدیر عامل: سید حامد میری</p>	<p>شرکت مهندسی زیست فناوری نفت پاک سعادت آباد، بلوار سرو غربی، بلوار هادی جوریکی، ساختمان ، سرو، طبقه سوم، واحد ۳ تلفن ۲۲۰۹۴۴۰۹ کد پستی: ۱۹۹۸۷۵۵۳۷۹</p>
<p>مجتمع جهان فولاد سیرجان تهران، میدان ونک، بعد از چهار راه جهان کودک، خيابان شهیدی، نبش کوچه ژوبین، پلاک ۲، جهان کد پستی: ۱۵۱۸۶۱۲۳۴۵ تلفن: ۸۶۰۸۶۳۵۷</p>	<p>ذوب و نسوز ایرانیان شهرک صنعتی شمس آباد، بلوار نگارستان مهر جنوبی، پلاک ۲۱۷ تلفکس: ۵۶۲۳۲۰۴۸ کد پستی: ۱۸۳۴۱۳۶۶۹۵</p>

Rikhtegary

Journal Of Iranian Foundrymen's Society, No.128-41th Year, winter 2022

Contents

Investigation to Production of Cast Irons in Induction Melting Furnaces by Worn Tires...3

Nagmedin Arab, Elham Seddigh

The Problem of Assessing the Graphitizing Abilities of Near-eutectic Cast Iron - Basic Cast Iron for Modification.....8

Abdolhamid Ghadimi

Universities introducing (Yasuj univercity, Islamic Azad University of.....14 Mashhad

Effect of Cooling Rate on the Precipitation Characteristics of Cast Al-Si-Cu Alloys.....16

Masoud Kharizade

Safty regulations in foundry industries.....20

Iran & World news.....27

Question& Answer.....36

Lexicon38



Concerning Certificate No. P/92/5/26,
Rikhtegary, Journal of Iranian foundrymen's Society
Index by Islamic World Citation Center (ISC), Since 1999.

License: Iranian Foundrymen's Society

Director: Prof .P. Davami

Editor: Prof . J . Hejazi

Editorial Manager: Dr. M. Ozve Aminian

Executive Board:

Eng .A. Eslami

Eng .A. Ghadimi

Eng .SH. Khatamizadeh

Editorial Board:

Prof .H. Ashoori	Sharif University of Technology
Eng .A. Eslami	Tabarestan Steel Co
Dr .H. Banihashemi	Iranian Foundrymen's Society
Prof .J. Hejazi	Iran University of Science & Technology
Prof .P. Davami	Sharif University Of Technology
Dr. M .Divandari	Iran University of Science & Technology
Prof .S. Shabestari	Iran University of Science & Technology
Dr .N. Arab	Islamic Azad University
Dr .M. Ozve Aminian	Islamic Azad University
Eng .A. Ghadimi	Iran Foundry Syndicate
Dr .M H. mirbagheri	Amirkabir University

Head Office:

3th Floor, No. 174, North Bahar Ave, Tehran, Iran. **Postal Code:** 1573635863, P.O.Box: 15665-157

Tel: +98-21-88824927 , +98-21-88827202 **Fax:** +98-21-88823490

Website: www.irfs.ir

Email: irfs.edu@gmail.com

Telegram: [irfs1359](https://t.me/irfs1359)



Contents

- **Investigation to Production of Cast Irons in Induction Melting Furnaces by Worn Tires ...3**
Nagmedin Arab, Elham Seddigh

- **The Problem of Assessing the Graphitizing Abilities of Near-eutectic Cast Iron - Basic Cast Iron for Modification.....8**
Abdolhamid Ghadimi

- **Universities introducing (Yasuj univercity, Islamic Azad University of Mashhad.....14**

- **Effect of Cooling Rate on the Precipitation Characteristics of Cast Al-Si-Cu Alloys.....16**
Masoud Kharizade

- **Safy regulations in foundry industries.....20**

- **Iran & World news.....27**

- **Question& Answer.....36**

- **Lexicon.....38**