ریخته گری
انتشارات جامعه ریخته گران ایران/سال ۴۲/شماره ۱۳۲/زمستان ۱۴۰۱
ISSN 1028-3897

فهرست مطالب:

مراسم افتتاحیه IMAT2022
آئلدارمحمدزاده..... ۳

مقایسه ریزساختار و خواص مکانیکی دو نوع فولاد پر سیلیسیم ریختگی پس از عملیات حرارتی کوئنچ تمپر در شرایط آستنیته کامل و جزئی
سعید حسین رضا ، رضا رشیدی ، امیرحسین حقیقی ، حبیب الله رستگاری..... ۸

اثرات افزودن زیرکونیم برساختار و خصوصیات کشش آلیاژ آلومینیم(Al-۴/۵-Cu-۰/۳Mg-۰/۰۵Ti)
عبدالحمیدقدیمی..... ۱۶

اخبار ایران وجهان..... ۲۶

مراسم اختتامیه IMAT2022
جامعه ریخته گران ایران..... ۳۶

پرسش و پاسخ
مهرداد عضو امینیان..... ۳۸

واژه نامه
مهرداد عضو امینیان..... ۴۰

بسم الله الرحمن الرحیم

ریخته‌گری

ISSN 1028-3897

انتشارات جامعه ریخته گران ایران/ سال ۴۲/ شماره ۱۳۲/ زمستان ۱۴۰۱

صاحب امتیاز: جامعه ریخته‌گران ایران

مدیر مسئول: دکتر پرویز دوامی

سردبیر: دکتر جلال حجازی

مدیراجرایی: 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 بنی هاشمی (انجمن علمی ریخته‌گری ایران)

دکتر جلال حجازی (دانشگاه علم و صنعت ایران)

دکتر پرویز دوامی (دانشگاه صنعت شریف)

دکتر مهدی دیواندری (دانشگاه علم و صنعت ایران)

دکتر سعید شبستری (دانشگاه علم و صنعت ایران)

دکتر نجم الدین 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)

مهندس شیوا خاتمی‌زاده (انجمن علمی ریخته‌گری ایران)

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: ۸۸۸۲۷۲۰۲-۸۸۸۲۴۹۲۷، دورنگار: ۸۸۸۲۳۴۹۰

website: www.irfs.ir

Email: irfs.edu@gmail.com

Telegram: irfs1359

زیر نظر گروه انتشارات مجری طرح: نگارین پرتو (۷۷۵۳۰۳۰۷)

گرافیک و صفحه آرایی: شیوا خاتمی زاده چاپ خانه: چاپ علوی تهران

ریخته گری
انتشـارات جـامعه ریختـه گـران ایـران/ سـال ۴۲/ شمـاره ۱۳۲/ زمستان ۱۴۰۱

فهرست مطالب:

مراسم افتتاحیه IMAT2022
آئلدارمحمدزاده.....۳

مقایسه ریزساختار و خواص مکانیکی دو نوع فولاد پر سیلیسیم ریختگی پس از عملیات حرارتی کوئنچ تمپر در شرایط آستنیته کامل و جزئی
سعید حسین رضا ، رضا رشیدی ، امیرحسین حقیقی ، حبیب الله رستگاری.....۸

اثرات افزودن زیرکونیم برساختار و خصوصیات کشش آلیاژ آلومینیم (Al-4/5Cu-0/3Mg-0/05Ti)
مهندس عبدالحمید قدیمی.....۱۶

اخبار ایران وجهان.....۲۶

مراسم اختتامیه IMAT2022
جامعه ریخته گران ایران.....۳۶

پرسش و پاسخ
مهرداد عضو امینیان.....۳۸

واژه نامه
مهرداد عضو امینیان.....۴۰

نشانی نشریه: تهران، خیابان بهار شمالی، جنب اداره برق، شماره ۱۷۴، طبقه سوم
کدپستی: ۱۵۷۳۶۳۵۸۶۳ تلفن: ۸۸۸۲۷۲۰۲-۸۸۸۲۴۹۲۷، دورنگار: ۸۸۸۲۳۴۹۰
لیتوگرافی (نگارین پرتو): ۷۷۵۳۰۳۰۷
Websit:www.irfs.ir Email: irfs.edu@gmail.com Telegram: irfs1359

سخنرانی افتتاحیه دهمین کنفرانس بین المللی مهندسی مواد و متالورژی ایران(IMAT2022)

۲۲ و ۲۳ آذر ۱۴۰۱

۱) تبدیل دانش به کسب و کار

در مراسم افتتاحیه این همایش دکتر محمود نیلی احمدآبادی، رییس انجمن مهندسی متالورژی ایران و استاد تمام گروه مهندسی متالورژی و مواد دانشکده فنی دانشگاه تهران سخنرانی کرد. دکتر نیلی گفت: کنفرانس ها به دلیل کرونا، دو دوره به صورت مجازی برگزار شد. اما امسال به دلیل اهمیت برگزاری، به صورت حضوری برگزار شد. او با اشاره به برگزاری کنفرانس در سازمان پژوهش های علمی و صنعتی کشور، گفت: در این همایش دو روزه، بیش از ۳۰۰ مقاله که اکثرا کیفیت خوبی دارند، ارائه شد. نیلی احمدآبادی گفت: طبق روال، برای هر بخش یک سخنران کلیدی در نظر گرفته شد تا آخرین یافته های موضوع آن بخش را به ویژه برای دانشجوها که در آن حوزه کار می کنند، مرور کنند. او گفت: چون این کنفرانس در سازمان پژوهش های علمی و صنعتی کشور برگزار می شود و به عنوان یکی از قطب های پارک علم و فناوری کشور هم هست، این فرصت برای شرکت کنندگان در این کنفرانس فراهم می شود که از پارک و شرکت های دانش بنیان بازدید کنند. رییس انجمن مهندسی متالورژی ایران یکی از اهداف انجمن را کمک به توسعه چرخه علم درکسب و کار عنوان کرد و گفت: با توجه به اینکه سازمان در این حوزه ها کار می کند و آموزش های لازم را ارائه می دهد، چند سخنرانی ها هم در این قالب برای کسانی که می خواهند این دانش را تبدیل به کسب و کار کنند، ارائه شد. او گفت: این سخنرانی ها می تواند کمک کند تا ما بتوانیم افرادی را که توانمندی و علاقمندی ایجاد کسب و کار دارند را با این آموزش ها، کسب و کارشان راحت تر راه اندازی شود.

نیلی احمدآبادی گفت: کسب و کار فقط داشتن تکنیک و فن نیست. بحث های مالی و جنبه های دیگرش نیز بعضا مهم است و اینکه بتوانند کار اقتصادی انجام دهند. رییس انجمن مهندسی متالورژی ایران این اتفاق را حرکت میمون کنفرانس مشترک عنوان کرد و درباره کاربردی کردن موارد مطروحه و بهره مندی از یافته های علمی در بخش صنعت کشور، گفت: ما یک طرف عرضه و طرف دیگر تقاضا داریم. طبیعتا فعالیت دانشگاه ها بیشتر در جهت عرضه است. ما آن شکل تحقیقاتی که تقاضا محور باشد را کمتر در کشور داریم. در تجربه دنیا سعی می کنند که پژوهش بر مبنای تقاضا باشد. این وضعیت فعلا در ایران وجود ندارد، چون فعلا ساز و کار دقیقی ندارد. اما، به نظرم برای صنعت فرصت خوبی است که در این کنفرانس ها شرکت کند و نتایج تحقیقات را ببیند و از نتیجه تحقیقات برای توسعه فعالیت ها استفاده کنند. او گفت: حتما در اینجا تحقیقاتی انجام می شود و ارائه می شود که می تواند یکی از مشکلات صنعت را حل کند و یا می تواند به صنعتگر ایده بدهد که فعالیت های جدیدی را آغاز کند. محمود نیلی احمد آبادی، هدف از برگزاری این کنفرانس را کنار هم نشاندن صنعتگران، فناوران، دانشمندان و دانشجویان عنوان کرد تا شبکه و حلقه ها بهتر شکل بگیرد و اثربخش تر شود.

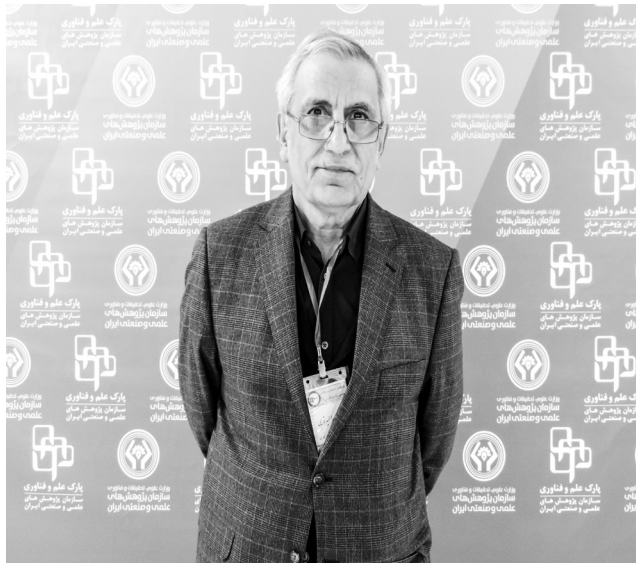
۲)جامعه ریخته گران ۴۲ ساله شد.

عبدالحمید قدیمی، رییس هیات مدیره انجمن علمی و دبیر انجمن صنفی ریخته گری در این همایش گفت: بسیار خوشنودم که این توفیق حاصل گردید در پایان سی و سومین سمینار سالانه جامعه ریخته گران و پانزدهمین کنفرانس مشترک با انجمن مهندسین متالورژی که دهمین کنفرانس بین المللی IMTAT 2022 نیز هست به نمایندگی از هیات مدیره انجمن از کلیه ارائه دهندگان مقالات، حمایت کنندگان، همکاران خصوصا آقایان دکتر پالیزدار، دکتر رایگان و دانشجویان عزیز تشکر نمایم. مهندس قدیمی ادامه داد: به جوانترها یعنی سازندگان آینده می گویم، انجمن علمی ریخته گران یا همان جامعه ریخته گران ایران امسال ۴۲ ساله شد. عضویت هیات مدیره انجمن علمی ریخته گری در این باره توضیح داد: جامعه ریخته گران در ابتدا اندیشه ای بود در ذهن عده ای از اساتید جوان و پیشروی دانشگاه و تعدادی از مدیران باتجربه صنعت ریخته گری، اندیشه ای آرمانی با هدف ایجاد تشکلی برای آموزش کارگروهی، اشتراک تجارب و اثرگذاری در تعالی علمی و فنی صنعت ریخته گری کشور، انجمن علمی ریخته گری به عنوان تشکلی مرتبط با دانشگاه و صنعت در طول حیات خود فعالیت های متعددی درحوزه آموزش، تحقیق و نشر مجلات و کتب فنی و برگزاری سمینارهای تخصصی داشته است. لیکن متاسفانه فضای حاکم بر برنامه ریزی آموزش عالی در حوزه متالورژی در سال های اخیر نظر مساعدی به ریخته گری نداشته است.

۳)علاقمندی به مهاجرت در بی توجهی آموزش عالی

رئیس هیئت مدیره انجمن علمی ریخته گری گفت: امروزه دانشجویان رشته متالورژی در سطوح کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترا در صورت علاقمندی به مهاجرت به دنبال زمینه هایی از تحقیقات هستند که در کشورهای هدف مقبول باشد. او ادامه داد: از سوی دیگر با تغییرات سرفصل های درسی دیگر دانشجویان متالورژی حتی در گرایش صنعتی هیچگونه واحدهای عملی و آزمایشگاهی در زمینه ریخته گری و انجماد ندارند. زیرا تقریبا تمامی کارگاه های ذوب و ریخته گری و مدرسین آن ها در دانشکده های فنی به تاریخ پیوسته اند. از سوی دیگر مشکلات ناشی از تعدد دانشجویان و دشواری در هماهنگی های لازم باعث حذف اکثر کارآموزهای صنعتی نیز از برنامه های آموزشی گردیده و در آموزش مهندسی بیشتر به استفاده از کلاس و احیانا فیلم و اسلاید اکتفا می گردد. او گفت: برخی از صنایع ماهیتا سودآوری زیادی ندارند. لیکن در کشورهای صنعتی

به دلایل استراتژیک و راهبردی هنوز حفظ شده اند که بدون تردید ریخته گری یکی از این صنایع است. او گفت: این صنعت علی رغم چالش های بزرگی مانند نیازمندی به انرژی، نیروی کار و محدودیت های زیست محیطی به دلیل نشر آلاینده ها و پسماندهای مضر، نقش بی دلیل و راهبردی در صنایع نظامی، هوایی، نیروگاهی، حمل و نقل، آبرسانی، استخراجی و غیره دارد. او ادامه داد: از خاطر نبرید که در سال های انتهایی جنگ تحمیلی اگر صنعت ریخته گری کشور با تغییر خطوط تولید به تامین مهمات جبهه ها اهتمام نمی ورزید، قطعا نتایج فاجعه باری به وجود می آمد. او ادامه داد: اما چرا در چند دهه اخیر در آموزش عالی تنها به رشد کمی فارغ التحصیلان بها داده می شود و کمتر به ساختار هرمی بخش نیازمندی که سالهاست فراموش شده توجه نمی گردد؟!



۴)نیازمند اصلاحات جامع در آموزش فنی و مهندسی

دبیر انجمن صنفی کارخانجات صنعت ریخته گری گفت: اگر امروز درصد بالایی از فارغ التحصیلان دانشگاهی در حوزه تخصصی خود کار نمی کنند، ناشی از همین بی توجهی است. او گفت: همگی آگاهیم در کشورهای صنعتی درصد کمی از فارغ التحصیلان دوره متوسطه به دنبال تحصیلات عالی می روند و اکثریت جذب مهارت آموزی و ورد به بازار کار می شوند. از سویی دیگر بنا بر تجارب اثبات شده سن آغاز مهارت آموزشی از دوران متوسطه به انتهای دوران ابتدایی کاهش یافته و بدین ترتیب با نهایت تعجب بنده خود شاهد بودم که یک جوان ۲۰ ساله غربیه به عنوان تکنسین متخصص در نصب و راه اندازی پیشرفته ترین کوره های عملیات حرارتی توانمندی داشت که کارگران و استادکاران ما با ۲۰ سال سابقه در صنایع بزرگ فولاد کشور فاقد آن بودند. او گفت: برای آموزش فنی و تربیت تکنسین یعنی ستون فلزات صنعت مدعیان زیادی در کشور وجود دارد. لیکن سازمان آموزش فنی و حرفه ای با بیش از ۶۴۰ مرکز وابسته به وزارت تعاون، کار و امور اجتماعی و همچنین وزارت آموزش و پرورش به عنوان دو متولی آموزش تکنسین فنی هنوز نتوانسته اند یک برنامه جامعه با رویکردی روز آمد برای مهارت آموزی در کشور ارائه داده و اجرا نمایند. عضو هیات مدیره جامعه ریخته گران ایران، بزرگترین ضعف در این زمینه را بی توجه به سن مهارت آموزی، کمبود مدرسین با تجربه و دوره دیده و بالاخره فقدان تجهیزات مدرن و منابع کافی دانست و گفت: باید توجه داشت که در کشورهای پیشرفته بخش بزرگی از هزینه های آموزش به مهارت آموزی اختصاص می یابد. در حالیکه در کشور عزیزمان سهم قابل ملاحظه ای از همین اندک سرمایه های آموزشی صرف تاسیس مراکز آموزش عالی در دور افتاده ترین شهرها با امکاناتی در حد یک تخته و گچ گردیده است. او گفت: امروز اگر در آموزش عالی از توجه بیشتر به ارتقا کیفی صحبت می شود، باید گفت، نتیجه روند طبیعی کم تر شدن متقاضیان ورود به دانشگاه است و نه اصلاح دیدگاه های کلان. پس آیا وقت آن نرسیده که اقرار کنیم با اتلاف بخش عمده ای از منابع محدود کشور، به درستی جوانمان را در مسیر صحیح هدایت نکرده ایم و پاسخ قانع کننده ای نیز برای لشکر بیکاران با تحصیلات عالیه نداریم. او صحبت های خود را با ابراز امیدواری به اصلاحات جامع در آموزش فنی و مهندسی و در نتیجه ارتقا و اعتلای کیفی صنعت کشور، به پایان رساند.

۵)ایجاد فرصت برای کارهای مشترک

دکتر شهرام رایگان، دبیر همایش و استاد دانشکده مهندسی متالورژی و مواد دانشکدگان فنی دانشگاه تهران درباره IMAT 2022 گفت: بعد از ارائه فراخوان تا ششم آذر ماه، مجموعا ۳۰۵ مقاله برای ما ارسال شد که تمامی این مقاله ها برای داوری ارسال شدند. رایگان گفت: با توجه به نمراتی که داوران به این مقاله ها دادند، در کمیته های اجرایی تقسیم بندی شدند و مقرر شد به صورت سخنرانی (۵۶ مقاله) و پوستر (۲۵۰ مقاله) در دو روز ارائه شوند. رایگان

ادامه داد: برگزاری چنین کنفرانسی، پروسه داوری، هماهنگ کردن با داورها و مسائل اجرایی آن، متحمل کاری پیچیده و سخت شد که لازم است از کمیته اجرایی و علمی کنفرانس بابت این موضوع قدردانی شود. او با اشاره به اینکه در گذشته کنفرانس های مشترک انجمن های علمی ریخته گری و متالورژی در دانشگاه ها برگزار می شد، ادامه داد: امسال براساس تفاهم با ریاست محترم سازمان پژوهش های علمی – صنعتی کشور، مقرر شد که در این مکان کنفرانس را برگزار کنیم. او با اشاره به اینکه کنفرانس از چند جنبه دارای اهمیت است، ادامه داد: برگزاری حضوری، اتمسفر خوب موجود در این مکان برای جذب پژوهشگران و امکان آشنایی محققین رشته های مهندسی مواد با این مرکز و شرکت های دانش بنیانی که در اینجا مستقر هستند. سبب شد تا هیات مدیره با برگزاری این کنفرانس در این مکان موافقت کند. او درباره شیوه ارائه مقالات گفت: در این کنفرانس دو روزه ۱۴ بخش در زمینه های مختلف مهندسی متالورژی و مواد مقاله ارائه شد. از آن جمله متالورژی فیزیکی، مکانیکی، متالورژی استخراجی، متالورژی پودر، مواد پیشرفته، نانو متریال، بایومتریال، چاپ سه بعدی مواد، شکل دهی فلزات، ریخته گری، جوشکاری و اتصال مواد، شبیه سازی و مدل سازی، مهندسی سطح و خوردگی و انرژی و محیط زیست که از بحث های داغ امروز دنیا در زمینه های مختلف علمی است. علاوه بر آن پوسترها هم در همین زمینه هستند که در بخش پوستری کنفرانس ارائه خواهد شد. او در پاسخ به این سوال که برگزاری این نمایشگاه را تا چه میزان مفید و موثر می دانید، گفت: اهداف برگزاری اینگونه کنفرانس ها متعدد است. یکی از این اهداف آشنایی محققین مختلف با آخرین دستاوردها و نتایج تحقیقات است . اینکه همکارانشان در صنعت و دانشگاه متوجه شوند که برای نمونه، محققین دانشگاه فردوسی مشهد و یا در دانشگاه تهران در چه زمینه ای کار می کنند. و آخرین تحقیقاتشان کجا است. زمینه دیگر این است که وقتی اساتید و دانشجویان جمع می شوند، بستر مناسبی برای تبادل آراء فراهم شود. از آن جمله می توان به زمینه های کاری یا همکاری های مشترک اشاره کرد. رایگان ادامه داد: ممکن است در دانشگاهی ما چیزی را کمبود داشته باشیم و در دانشگاه دیگر آن مورد وجود داشته باشد. یا بالعکس، به این ترتیب ما می توانیم همکاری های مشترکی را انجام دهیم. او ادامه داد: در زمینه اینکه اکوسیستمی ایجاد شود که اساتید مختلف و صنعتگرها، یکدیگر را بشناسند و پیدا بکنند. ممکن است در یک صنعتی مشکلی داشته باشند ولی ندانند که برای رفع آن مشکل باید به سراغ کی بروند، ولی وقتی همه اینجا گردهم می آیند آن صنعتگر و استاد می تواند هدف خود را پیدا کند و با آن وارد مذاکره شود و سعی کند که مشکلات را حل کند. او ادامه داد: تشکیل اکوسیستم هایی که یکدیگر را بشناسند، هم جنبه علمی و هم جنبه سازمانی دارد و هم می تواند در جهت رفع مشکلات مختلف و مشکلات شرکت های دانش بنیانی که هستند، موثر باشد. دبیر IMAT 2022 در پایان صحبت های خود از از سازمان پژوهش های علمی و صنعتی، آقایان دکتر غلامی پور، دکتر شهری و همکاران اجرایی که در این پروسه و با این فرآیند به آن ها کمک کردند. تشکر کرد.

۶)گفت وگو با دو شرکت دانش بنیان حاضر در بخش نمایشگاهی

در بخش نمایشگاهی IMAT 2022 چند شرکت داخلی حضور داشتند که دستاوردهای خود که بیشتر در ارتباط صنعت با دانشگاه به دست آمده بود به نمایش گذاشته بودند. به منظور آگاهی از دستاوردهای این شرکت ها به گفت و گوهای کوتاهی به دو شرکت حاضر در بخش نمایشگاهی پرداختیم.

۶-۱) رقیب ما آلمانی ها هستند

سید عبدالمجید خادم، دکترای مواد متالورژی و از شرکت نانو آزمون تجهیز، گفت: موادی که ما تولید می کنیم سیال مغناطیسی فولورسنس است که برای اولین بار در ایران این ماده را بومی سازی کرده ایم. او گفت: رقیب ما شرکت ام آر شیمی آلمان و یا منگو

فلاکس انگلستان است. او این سیال تولیدی را دارای کاربرد بسیار در بازرسی غیرمخرب قطعات که با روش های مختلف جوشکاری، ریخته گری و آهنگری تولید می شود، دانست و گفت: برای مراحل نهایی قبل از اینکه قطعه وارد مرحله ماشین کاری شود، بعضی از قطعات ایمنی خودرو، به عنوان مثال دیسک ترمز، کاسه ترمز، قطعات سیلندر، آزمایش غیرمخرب ام تی یا ذرات مغناطیسی رویشان انجام می گیرد که اگر معیوب باشند، وارد مرحله بعدی نشوند. او گفت: خیلی از شرکت ها هم اکنون محصول تولیدی ما را تایید کامل فنی داده اند و این محصول را جایگزین کرده اند و یا در حال جایگزینی هستند.

۶-۲) تعامل خوب با دانشگاه ها

سینا نایبش پور، مسئول واحد آر اند دی شرکت ریخته گری دقیق پارس، واقع در شهرستان شاهرود، گفت: این شرکت به عنوان یک شرکت دانش بنیان مستقر در شاهرود درعرصه تولید پره های ثابت و متحرک توربین های گازی IGDT25 , IGDT25 فعالیت دارد. مسئول واحد پژوهش و تحقیقات شرکت ریخته گری دقیق پارس ادامه داد: با توان تولید تقریبا ۱۰ تا ۱۵ هزار قطعه در سال و همینطور نیاز داخل را در عرصه توربین های گازی برآورده می کنیم. اما، با توجه به اینکه مجموعه ما در خارج از تهران واقع شده بود، ارتباط با تهران مقداری سخت بود. ولی در سال های اخیر با دانشگاه های مطرح تهران، دانشگاه علم و صنعت، دانشگاه صنعتی شریف، دانشگاه صنعتی شاهرود و همینطور دانشگاه تهران و دانشگاه مالک اشتر مذاکرات جدی برای عقد تفاهم نامه انجام شده است. او گفت: در دو سال گذشته، سه پایان نامه را با همکاری دانشگاه انجام دادیم. او با بیان اینکه از صفر تا صد پایان نامه های دانشجویی حمایت می کنند، ادامه داد: استقبال خوبی از اساتید به نام عرصه متالورژی و مکانیکی دانشگاه های مطرح دریافت کرده ایم. تبادل دانشجو را به صورت جدی با آن ها انجام خواهیم داد. او مهمترین دستاورد این شرکت را برخورداری از میانگین سنی ۳۳ سال ، ۱۸۵ پرسنل این شرکت عنوان کرد. همچنین تعامل با دانشگاه را برای افزایش بار تجربی شرکت بسیار مناسب دانست و گفت: نیاز به تجربه قدیمی های این عرصه داریم و جلو می رویم. او در مقایسه قطعات این شرکت با قطعات وارداتی گفت: دریافت گرید یک برای ما یک افتخار است و باعث شده است که واردات این قطعات به ایران به حداقل برسد.

مقایسه ریزساختار و خواص مکانیکی دو نوع فولاد پر سیلیسیم ریختگی پس از عملیات حرارتی کوئنچ تمپر در شرایط آستنیته کامل و جزئی

سعید حسین رضا [۱] ، رضا رشیدی [۲] ، امیرحسین حقیقی [۱] ، حبیب الله رستگاری [۳]
(Rastegary@birjandut.ac.ir)

Comparison of microstructure and mechanical properties of two types of high-silicon cast steel After quench temper heat treatment in Full and partial austenitizing conditions

Saeed Hossein Reza [1], Reza Rashidi [2], Amir Hossein Haghighi [1], Habibullah Rostagari [3]
(Rastegary@birjandut.ac.ir)

چکیده

در این پژوهش ریزساختار، سختی و انرژی ضربه دو نوع فولاد پرسیلیسیم شامل یک فولاد متوسط کربن حاوی ۲ درصد وزنی منگنز و یک فولاد کروم نیکل دار کم کربن ریخته گری شده، پس از عملیات حرارتی کوئنچ تمپر در دو حالت آستنیته جزئی و کامل مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. ارزیابی ریزساختار به وسیله آزمون متالوگرافی و تصاویر میکروسکوپ نوری انجام شد. همچنین سختی سنجی به روش برینل و آزمون ضربه به روش شارپی با ناچ V شکل در دمای محیط انجام گردید. محاسبات مربوط به تعیین دماهای بحرانی، درصد وزنی فاز فریت و ترکیب شیمیایی آستنیت و فریت در محدوده دو فازی با استفاده از نرم افزار شبیه سازی JMatPro محاسبه شد. نمونه ها در شرایط آستنیته کامل و جزئی با ۱۰ و ۳۰ درصد وزنی فریت، در روغن کوئنچ و در دمای ۳۵۰ درجه سانتیگراد تمپر شدند. نتایج نشان داد که مقدار سختی در هر کدام از فولادها در شرایط آستنیته جزئی نسبت به آستنیته کامل خیلی کمتر است و همچنین در حالت دو فازی سختی نمونه ها در حضور ۱۰ و ۳۰ درصد فریت، تفاوت چندانی ندارند. انرژی ضربه هر دو آلیاژ در شرایط آستنیته جزئی بیشتر بوده است.

کلمات کلیدی: آستنیته جزئی، دماهای بحرانی، فولادهای پر سیلیسیم، کوئنچ-تمپر

۱

۱ - واحد تحقیق و توسعه، شرکت صنایع ریخته گری اصفهان، اصفهان

۲ -دانشجوی دکتری، موسسه فدرال تحقیقات و آزمایش مواد، برلین، آلمان

۳ - استادیار، گروه مهندسی مواد، دانشکده مهندسی مکانیک و مواد، دانشگاه صنعتی بیرجند، خراسان جنوبی

۱ - مقدمه

فولادهای دوفازی دستهی مهمی از فولادهای استحکام بالای پیشرفته (AHSS) هستند. این فولادها ترکیبی از خواص مکانیکی ویژهای، از قبیل استحکام کششی بالا، نرخ کارسختی بالا در مراحل اولیه تغییر شکل پلاستیک و همچنین شکلپذیری نسبتا خوب را دارند، این ویژگیها فولادهای دوفازی را در بین فولادهای AHSS متمایز میکند[۱]. این خواص مطلوب مربوط به ریزساختار ویژه فولاد دوفازی است، که در آن شبکه فریت یا فاز نرم فریت شکل پذیری فولاد را تامین میکند درحالیکه فاز سخت مارتنزیت نقش عنصر تحمل کننده بارگذاری را بازی میکند. این ساختار درواقع بازگوکننده یک نوع کامپوزیت فلزی است. در کنار این ویژگی ها، خواصی چون استحکام تسلیم کم، رفتار تسلیم پیوسته به همراه نرخ بالای کارسختی، تغییر شکل یکنواخت و ازدیاد طول کل زیاد (خواص شکلپذیری مطلوب) ازجمله ویژگی های مهم فولادهای دوفازی هستند[۲]. تحقیقات بیشتر به فولادهای دوفازی حاوی درصد حجمی مارتنزیت کمتر از ۲۵ ٪ محدود شده است. این امر به دلیل نقش تعیین کننده مارتنزیت در کنترل خواص کششی و نیز این واقعیت است که مقدار بهینه استحکام، داکتیلیته و خواص ضربهای در فولادهای دوفازی حاوی ۲۰ ٪ حجمی مارتنزیت به دست میآید[۳]

تاکنون مطالعات بسیاری برای توصیف رفتار مکانیکی ویژه این فولادها شده است. بسیاری از محققین عنوان کرده اند که در مقیاس ماکروسکوپی، خواص مکانیکی این فولادها تابع ترکیب شیمیایی، مقدار و مورفولوژی اجزای سازنده اصلی و اندازه فریت است[۴] اما برخی از محققین به صورت دقیق تری ارتباط ریزساختار و خواص را در این فولادها بررسی کرده اند. انکم و مارگلین[۵] گزارش داده اند که استحکام فولادهای دوفازی تنها تابع استحکام و کسر حجمی اجزای اصلی فولاد دوفازی نیست، بلکه متاثر از برهم کنشهای بین فریت و مارتنزیت است که میتواند چگالی بالایی از نابجایی های قفل نشده را در فریت ایجاد کند. تحقیقات بسیاری نشان می دهد که چگالی این نابجاییها در مناطق مجاور مرزدانه افزایش می یابد.[۶] فریت و مارتنزیت دارای وابستگی های ترکیب شیمیایی نیز هستند که بر خواص مکانیکی و ریزساختاری آنها اثرگذار است. در این خصوص تلاش های بسیاری به منظور بیان مکانیزم های توزیع عناصر آلیاژی بین فریت و مارتنزیت، به ویژه در مورد منگنز انجام شده است. [۷] بیان شده است که خواص مکانیکی فولاد دوفازی به اندازه، توزیع و شکل فاز مارتنزیت بستگی دارد.[۸] بنابراین به نظر می رسد که می توان با روش های مختلف عملیات حرارتی پیش از آنیل درون بحرانی، ریزساختار و خواص فولاد دوفازی را کنترل کرد. آلیاژسازی (طراحی آلیاژ) هوشمندانه منتج به دستیابی به ریزساختار با سختی پذیری مناسب و در نتیجه خواص مکانیکی مناسب می شود. کربن، منگنز، کروم و مولیبدن متداول ترین عناصر افزودنی هستند. [۹] بسته به کارآمدی و اثربخشی مرحله سرد کردن و طراحی آلیاژ مربوطه، ممکن است کسرهایی از بینیت هم وجود داشته باشد. علاوه بر این، تغییر در کسر فریت موجود در دمای آنیل درون بحرانی امکان تنظیم سطح استحکام آلیاژ را فراهم میکند. داده های جمع آوری شده توسط دیویس [۱۰] نشان داده است. برای انواع ترکیبات Fe-C-Mn که به ویژه شامل تغییرات کربن است، سطح استحکام با افزایش مارتنزیت افزایش می یابد. برای تعیین دماهای بحرانی A_1 و A_3، روابط متنوعی در مقالات و گزارشات توسط محققان بیان و مورد استفاده قرار گرفته است که تعدادی از این روابط در جدول ۱ آورده شده است.

از طرفی فولادهای پرسیلیسیم حاوی مقادیر مشخصی منگنز، کروم و نیکل توانایی تشکیل ریزساختارهای چند فازی شامل بینیت عاری از کاربید (Carbide Free Bainite) ، مارتنزیت و لایه های نازک آستنیت باقیمانده را دارند. این نوع ریزساختار بوسیله سرد کردن پیوسته در محیط کوئنچ قابل حصول است و هیچ نیازی به انجام عملیات حرارتی گران قیمت آستمپر وجود ندارد. حضور عنصر سیلیسیم در ترکیب شیمیایی از طریق کند نمودن تشکیل فاز کاربیدی، عامل اصلی تشکیل ساختار(CFB) در این فولادها می باشد.[۱۷] آستنیت لایه ای با کربن پس زده شده از بینیت در هنگام استحاله آستنیت به فریت، غنی شده و تا دمای محیط پایدار می ماند و تافنس را بهبود داده ولی سختی را کاهش می دهد.[۱۸] در غالب تحقیقات انجام شده در این زمینه شرایط فریت بیشتر از مارتنزیت بررسی شده اند. لذا در این تحقیق سعی شده است تا در شرایط فاز غالب مارتنزیت در فولادهای ریختگی با سیلیسیم بالا، امکان به کارگیری در قطعات مقاوم به سایش بررسی گردد.

۲ - مواد و روش تحقیق

برای انجام آزمایشات نمونه های از دو جنس فولاد با ترکیب شیمیایی های نشان داده شده در جدول ۲ تهیه شدند. برای ذوب و آلیاژسازی از کوره القایی فرکانس متوسط با ظرفیت ۸۰۰ کیلوگرم استفاده شد. ذوب فولاد در قالب های ماسه ای به شکل کیل بلوک با ابعاد مطابق استاندارد ASTM A781-12 ریخته گری شدند. در آلیاژ سازی از قراضه آهن، فروآلیاژ ها مانند فرو کروم پر کربن، فرومنگنز متوسط کربن و نیکل با ۹۹ ٪ خلوص استفاده شد. ترکیب شیمیایی به روش اسپکتروسکوپی و به وسیله دستگاه کوانتومتر Foundry-master Pro مشخص شد. برای ارزیابی ریزساختار، آزمون متالوگرافی با محلول اچ نایتال ۲ (۲ میلی لیتر اسید نیتریک یک نرمال و ۹۸ میلی لیتر اتانول) با استفاده از میکروسکوپ نوری مدل Barman Machin BMM202A انجام گردید. با توجه

جدول ۱) روابط پیشنهاد شده برای محاسبه دماهای بحرانی

محققین	A_1	A_3
Jacek Trzaska [11]	A_{c1} = 742 -29C -14Mn +13Si +16Cr -17Ni -16Mo +45V +36Cu	A_{e3} = 925 −219√C −7Mn +39Si −16Ni + 13Mo + 97V
R.A. Grange [12]	A_{e1} [°F] = 1333- 25·Mn +40·Si +42·Cr -26·Ni	A_{e3} [°F] = 1570- 323·C- 25·Mn +80·Si -3·Cr -32·Ni
K.W. Andrews [13]	723-16.9·Ni +29.1·Si +6.38·W -10.7·Mn +16.9·Cr +290·As	910- 203·√C +44.7·Si -15.2·Ni +31.5·Mo +104·V+ 13.1·W -30·Mn +11·Cr +20·Cu -700·P -400·Al -120·As -400·Ti
G.T. Eldis [11]	712- 17.8·Mn -19.1·Ni +20.1·Si +11.9·Cr +9.8·Mo	871-254.4·√C-14.2·Ni+51.7·Si
H.P. Hougardy [14]	739 - 22·C +2·Si -7·Mn +14·Cr +13·Mo -13·Ni	902- 255·C+19·Si-11·Mn-5·Cr+13·Mo-20·Ni+55·V
O.G. Kasatkin, B.B. Vinokur [15]	A_{C1} [°C]= 723-7.8Mn + 37.7Si + 18.1Cr + 44.2Mo + 8.95Ni + 50.1V + 21.7Al + 3.18W + 297S -830N - 11.5C.Si - 14Mn.Si - 3.1Si.Cr - 57.9C.Mo - 15.5Mn.Mo - 5.28C.Ni - 27.4C.V + 30.8Mo.V - 0.84Cr^2 - 3.46Mo^2 - 0.46Ni^2 - 28V^2	A_{C3}[°C]= 912 - 370C - 27.4Mn + 27.3Si - 6.35Cr - 32.7Ni + 95.2V + 190Ti + 72Al + 64.5Nb + 5.57W + 332S + 276P + 485N - 900B + 16.2C.Mn + 32.3 C.Si +15.4C.Cr + 48C.Ni + 4.32Si.Cr -17.3 Si.Mo + 18.6 Si.Ni + 4.8 Mn.Ni + 40.5Mo.V+ 174C^2 + 2.46Mn^2 - 6.86Si^2 + 0.322Cr^2 + 9.9Mo^2 + 1.24Ni^2 - 60.2V^2
S.H. Park [12]	---	A_{e3}= 955- 350·C -25·Mn +51·Si +106·Nb +100·Ti +68·Al -11·Cr -33·Ni -16·Cu +67·Mo
J. Trzaska, L.A. DobrzaĔski [16]	Ac1 [°C] = 739- 22.8·C -6.8·Mn +18.2·Si +11.7·Cr -15·Ni -6.4·Mo -5·V -28·Cu	Ac3 [°C] = 937.3 -224.5·√C -17·Mn +34·Si -14·Ni +21.6·Mo +41.8·V -20·Cu

به اینکه هدف از انجام این پژوهش مقایسه و عملیاتی کردن این آلیاژها در قطعات ریختگی مقاوم به سایش مورد استفاده در معادن بوده است، لذا آزمون های سختی سنجی و انرژی ضربه مد نظر قرار گرفته شدند. سختی سنجی در مقیاس برینل و به وسیله دستگاه سختی سنج KOOPA و آزمون ضربه به روش شارپی و به وسیله دستگاه سنتام مدل SIT-200B انجام پذیرفت.

نمونه S_1, S_2 جهت انجام عملیات حرارتی، دماهای بحرانی، دمای بین بحرانی تعادلی ناحیه دو فازی شامل ۱۰ و ۳۰ درصد

جدول ۲) آنالیز شیمیایی نمونه های مورد آزمایش

نمونه	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni
S1	0.33	1.40	2.00	1.40	0.26	0.07
S2	0.22	1.40	1.40	1.25	0.26	0.90

وزنی فریت و همچنین ترکیب شیمیایی آستنیت و فریت در این نواحی برای هر دو آلیاژ با استفاده از نرم افزار JMat-Pro محاسبه گردید. سپس با توجه به محاسبات انجام شده سیکل های عملیات حرارتی نشان داده شده در شکل ۱ مشخص و عملیات حرارتی با آستنیته کامل و جزئی مطابق سیکل های تعیین شده در کوره آزمایشگاهی انجام شد. وای بلوک ها در هر دو حالت آستنیته کامل و آنیل بین بحرانی از دمای محیط تا دمای مد نظر در کوره حرارت داده شدند و به مدت ۳ ساعت در این دماها نگه داری شده و سپس در روغن کوئنچ شدند.

دماهای بحرانی و ترکیب شیمیایی حاصل از شبیه سازی های نرم افزار JMatPro تعادلی هستند و در واقع دماهای بحرانی Ae_1 و Ae_3 محاسبه شده است. جدول ۳ و ۴ نتایج بدست آمده از این شبیه سازی ها را نشان می دهد.

۳ - نتایج و بحث

جدول ۵ نتایج آزمون سختی را برای نمونه های کوئنچ تمپر شده در هر دو حالت آستنیته جزئی و کامل برای هر دو آلیاژ را نشان می دهد. ملاحظه می شخود که سختی نمونه S_1 در آستنیته کامل از نمونه S_2 بیشتر است ولی زمانی که آستنیته به صورت جزئی باشد سختی های نمونه S_1 از S_2 کمتر هستند. مقادیرسختی در نمونه های آستنیته جزئی شده نسبت به آستنیته کامل افت زیادی داشته اند و همچنین سختی در نمونه های ۱۰ و ۳۰ درصد فریت تفاوت چندانی نمی کنند. با بررسی ترکیب تعادلی در هر فاز در آستنیته جزئی از جدول ۴ ملاحظه می شود که بر اساس قانون بقای جرم و حد حلالیت تعادلی عناصر بین نشین مانند کربن و عناصر جانشینی مانند کروم، منگنز، مولیبدن و غیره، مقدار کربن در آستنیت نسبت به ترکیب آلیاژ بیشتر است و با افزایش مقدار فریت، مقدار کربن آستنیت نیز افزایش می یابد.

تقسیم عناصر آلیاژی جانشینی در فریت و آستنیت در تطابق خاصیت فریت زایی و یا آستنیت زایی آنها است. به عنوان مثال منگنز به عنوان یک عنصر آلیاژی گاماژن در آستنیت بیشتر از فریت می باشد و یا عنصرسیلیسیم که یک عنصر آلیاژی آلفاژن است در فریت بیشتر از آستنیت خواهد بود. با این توضیحات مشخص است که دماهای s_B و s_M آستنیت تعادلی منطقه دو فازی با آلیاژ پایه متفاوت خواهند بود . با توجه به مقدار کربن و عناصر آستنیت زای بیشتر، این دماها

جدول ۳) دماهای بحرانی بدست آمده از شبیه سازی

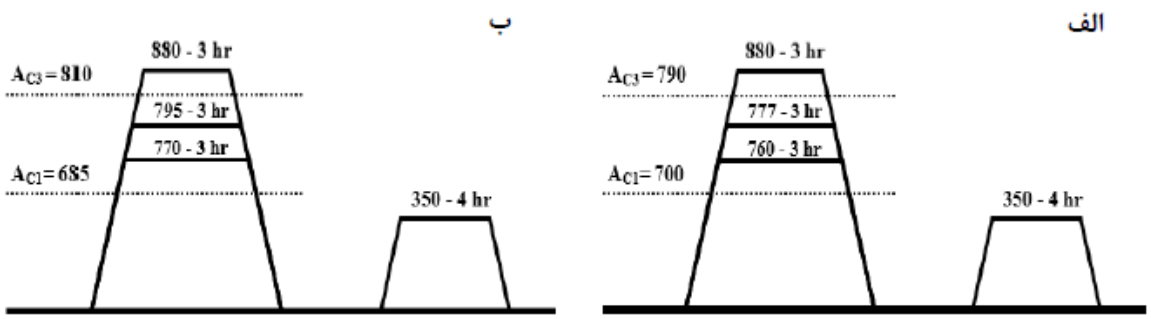
Sample	A_{C1}	A_{C3}	$T_{10\%Ferrite}$	$T_{30\%Ferrite}$
S1	700	790	777	760
S2	685	810	795	770

جدول ۴) ترکیب شیمیایی تعادلی آستنیت و فریت در دماهای بین بحرانی

	%wt Ferrite		فاز	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo
S1	10	ترکیب شیمیایی	Austenite	0.33	1.26	2.2	1.52	-	0.21
			Ferrite	0.007	1.57	0.97	1.00	-	0.29
	30	ترکیب شیمیایی	Austenite	0.37	1.21	2.51	1.44	-	0.14
			Ferrite	0.0068	1.52	1.05	0.91	-	0.19
S2	10	ترکیب شیمیایی	Austenite	0.23	1.02	1.43	1.28	0.94	0.23
			Ferrite	0.0057	1.25	0.65	0.91	0.45	0.32
	30	ترکیب شیمیایی	Austenite	0.29	0.97	1.63	1.37	1.06	0.21
			Ferrite	0.0059	1.21	0.68	0.93	0.48	0.28

جدول ۵) نتایج سختی سنجی نمونه های عملیات حرارتی شده، سختی (HB)، کد نمونه، شرایط آستنیته شدن

کد نمونه	شرایط آستنیته	سختی (HB)
S1	جزئی- 10 % α	300
	جزئی- 30 % α	290
	آستنیته کامل	510
S2	جزئی- 10 % α	315
	جزئی- 30 % α	305
	آستنیته کامل	460

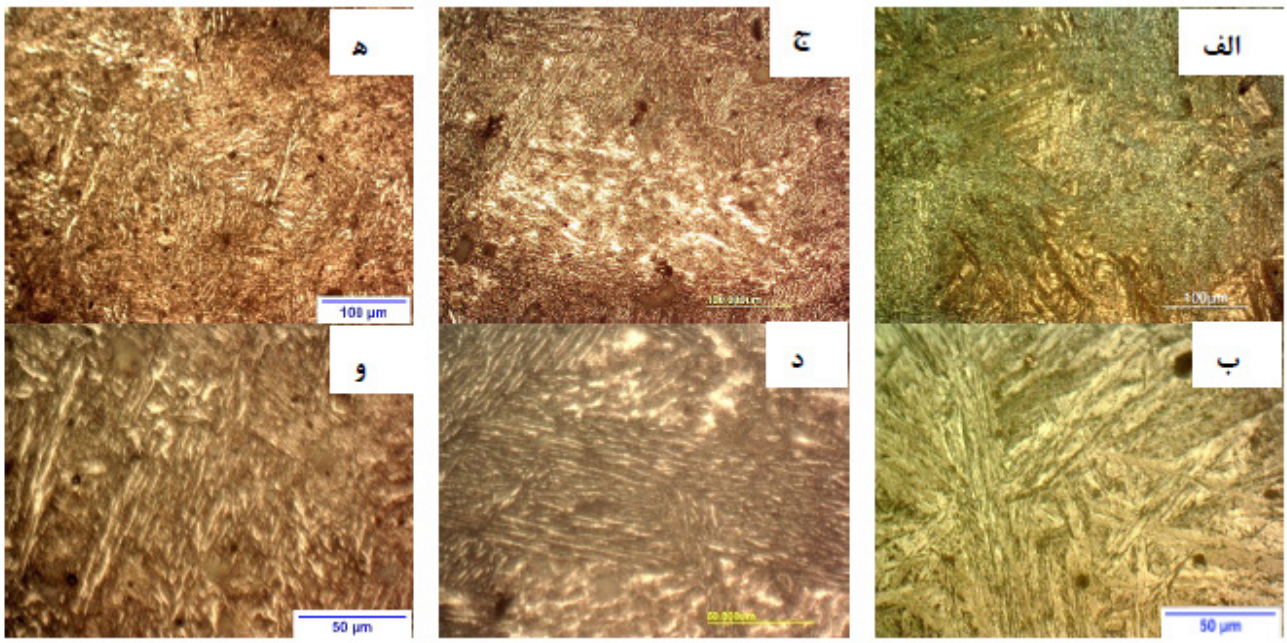


شکل ۱- سیکل های عملیات حرارتی (الف) نمونه S1 و (ب) نمونه S2

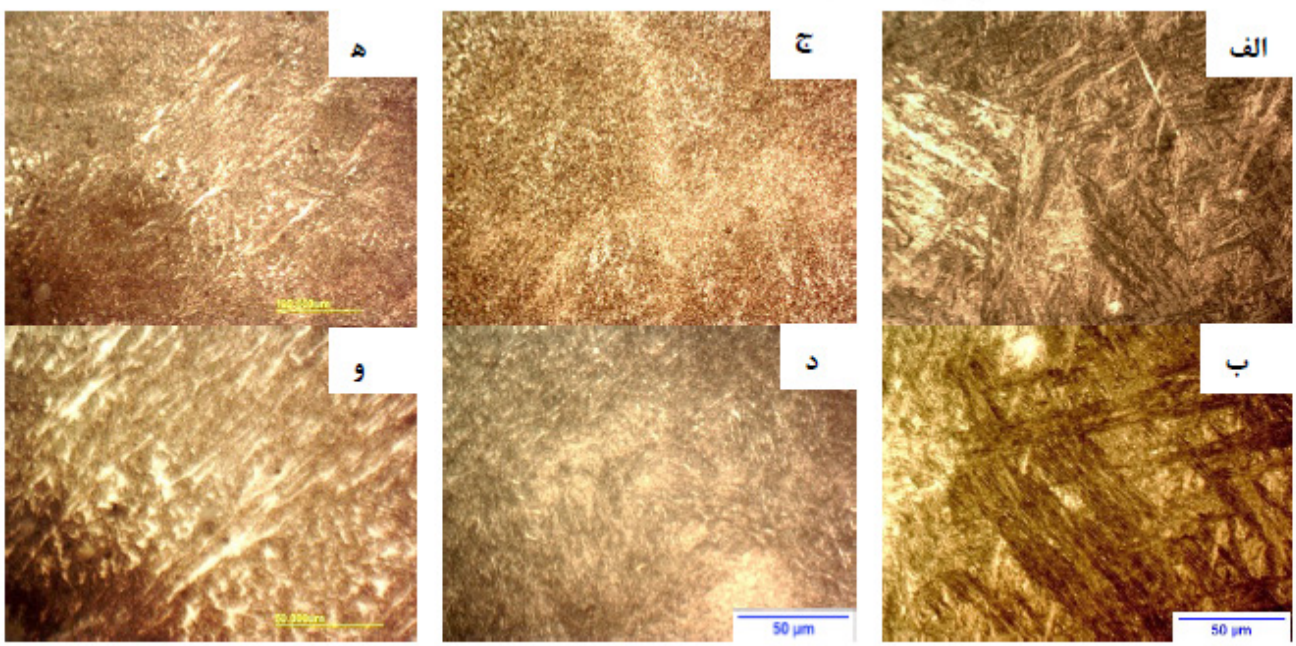
پایین تر بوده و لذا حضور آستنیت باقیمانده بیشتر نسبت به شرایط آستنیته کامل، محتمل خواهد بود. این آستنیت باقیمانده به هر دو شکل لایه ای و بلوکی می تواند تشکیل شود. حضورآستنیت باقیمانده بیشتر و فریت پرویوتکتوئید که جز فازهای نرم هستند باعث کاهش سختی خواهد شد. از طرفی آستنیت با عناصر آلیاژی بیشتر در استحاله به مارتنزیت، مارتنزیت با سختی بیشتری ایجاد می کند. با توجه به توضیحات بالا می توان گفت کاهش شدید سختی در نمونه های آستنیت شده جزئی در اثر حضور فاز فریت و آستنیت باقیمانده است و تفاوت کم سختی نمونه های ۱۰ و ۳۰ درصد فریت به علت سختی بیشتر مارتنزیت در نمونه های ۳۰ ٪ فریت است. در واقع سختی ماکرو در این نمونه ها تابعی از کسر فریت، آستنیت، بینیت و مارتنزیت و سختی مارتنزیت خواهد بود.

تصاویر شکل های ۲ و ۳ ریزساختار نمونه های عملیات حرارتی شده هر دو آلیاژ را نشان می دهند. فریت در این تصاویر به صورت مناطق روشن پراکنده در محاصره صفحات مارتنزیت مشاهده می شود.[۱۹] در تصاویر مربوط به نمونه های آستنیت کامل شده (مناطق روشن فریت) مشاهده نمی شود. در صورتی که در نمونه های آنیل بین بحرانی شده حضور فریت کاملا مشهود است. مورفولوژی فریت تشکیل شده در محدوده دمایی بین بحرانی وابسته به سرعت سرد کردن در این محدوده می باشد. هرچه سرعت سرد کردن بالاتر باشد، مورفولوژی فریت به سمت لایه ای با نسبت ابعادی کوچکتر میل می کند. تفاوت بسیار مهم بین دو نمونه مورد تحقیق، اندازه و نحوه توزیع فریت پرویوتکتوئید در ریزساختار می باشد. همانطورکه ملاحظه می شود، نواحی فریت در نمونه S_2 با ۱۰ در صد فریت، بسیار ریزدانه بوده و توزیع پراکنده و یکنواختی بین لایه های مارتنزیتی دارند ولی در نمونه S_1 با ۱۰ در صد فریت، نواحی فریتی به صورت توده ای تشکیل شده است و اندازه بزرگتری دارند. این موضوع قطعا تاثیری مستقیمی بر خواص مکانیکی بویژه انعطاف پذیری و خواص ضربه ای خواهد داشت.

جهت بررسی مقاومت به ضربه و شکست آزمون ضربه برای



شکل ۲) تصاویر میکروسکوپی نوری آلیاژ S_1 پس از عملیات حرارتی در شرایط الف و ب(آستنیته کامل)، ج و د (آستنیته جزئی با ۱۰ ٪ فریت و) ، ه و و(آستنیته جزئی با ۳۰ ٪ فریت)



شکل ۳) تصاویر میکروسکوپی نوری آلیاژ S_2 پس از عملیات حرارتی در شرایط الف و ب(آستنیته کامل)، ج و د (آستنیته جزئی با ۱۰ ٪ فریت)، ه و و(آستنیته جزئی با ۳۰ ٪ فریت)

نمونه های آستنیته کامل و ۱۰ ٪ فریت انجام شد که نتایج آن در جدول ۶ آورده شده ا ست. همان طور که ملاحظه می شود با آنیل بین بحرانی انرژی ضربه نمونه ها افزایش داشته است. البته میزان اختلاف انرژی ضربه برای دو حالت عملیات حرارتی در نمونه S_1 چندان محسوس نیست که می تواند ناشی از توزیع غیریکنواخت فاز فریت در ریزساختار و اندازه درشت آنها باشد. لازم به یادآوری است که این افزایش در انرژی ضربه همراه با کاهش سختی نیز است. بطورکلی انرژی ضربه نمونه S_2 نیز بسیار بالاتر از نمونه S_1 می باشد که ناشی از تفاوت ریزساختاری است که پیش از این توضیح داده شد.

۴ – نتیجه گیری

۱ - نواحی فریت در نمونه S_2 با ۱۰ درصد فریت، بسیار ریزدانه بوده و توزیع پراکنده و یکنواختی بین لایه های مارتنزیتی دارند

جدول ۶) انرژی جذب شده نمونه ها

	S1		S2	
شرایط آستنیته	جزئی-α۱۰ ٪	کامل	جزئی-α۱۰ ٪	کامل
انرژی جذب شده (J)	9.5	7.5	37	30

ولی در نمونه S_1 با ۱۰ درصد فریت، نواحی فریتی بصورت توده ای تشکیل شده است و اندازه بزرگتری دارند.

۲ - آنیل بین بحرانی و تشکیل فاز فریت پرویوتکتوئید منجر به کاهش محسوس سختی و افزایش نسبی انرژی ضربه می گردد.

۳ - انرژی ضربه نمونه S_2 بسیار بالاتر از نمونه S_1 می باشد که ناشی از تفاوت ریزساختاری ناشی از اندازه و توزیع فاز فریت پرویوتکتوئید است.

۵-مراجع

1- S. Keeler and M. Kimchi, “Advanced high-strength steels application guidelines V5.WorldAutoSteel, 2015.

2- E. Ahmad, T. Manzoor, K. L. Ali, and J. Akhter, "Effect of microvoid formation on the tensile properties of dual-phase steel," Journal of materials engineering and performance, vol. 9, no. 3, pp. 306-310, 2000.

3- G. Speich, V. Demarest, and R. Miller, "Formation of austenite during intercritical annealing of dual-phase steels," Metallurgical and materials transactions A, vol. 12, no. 8, pp. 14 1428-19, 1981.

4- A. Bag, K. Ray, and E. Dwarakadasa, "Influence of martensite content and morphology on tensile and impact properties of high-martensite dual-phase steels," Metallurgical and Materials Transactions A, vol. 30, no. 5, pp. 1193-1202, 1999.

5- S. Ankem and H. Margolin, "A rationalization of stress-strain behavior of two-ductile phase alloys," Metallurgical Transactions A, vol. 17, no. 12, pp. 2209-2226, 1986.

6- N. C. Goel, S. Sangal, and K. Tangri, "A theoretical model for the flow behavior of commercial dual-phase steels containing metastable retained austenite: Part I. derivation of flow curve equations," Metallurgical Transactions A, vol. 16, no. 11, pp. 2013-2021, 1985.

7- A. Kumar and S. Basu, "Manganese partitioning and dual-phase characteristics in a microalloyed steel," Journal of materials science, vol. 26, no. 8, pp. 2089-2092, 1991.

8- C. C. Tasan et al., "An overview of dual-phase steels: advances in microstructure-oriented processing and micromechanically guided design," Annual Review of Materials Research, vol. 45, pp. 391-431, 2015.

9- N. Fonstein, Advanced high strength sheet steels. Springer, 2015.

10- R. Davies, "Influence of martensite composition and content on the properties of dual phase steels," Metallurgical Transactions A, vol. 9, no. 5, pp. 671-679, 1978.

11- J. Trzaska, "Calculation of Critical Temperatures by Empirical Formulae," Arch. Metall. Mater., Vol. 61 (2016), No 2B, p. 981–986.

12- A. A. Gorni, "Steel forming and heat treating handbook," Sao Vacente, Brazil, January 2011.

13- K. Andrews, "Empirical formulae for the calculation of some transformation temperatures," J. Iron Steel Inst., pp. 721-727, 1965.

14- H. Hougardy, "Werkstoffkunde stahl band 1: grundlagen," Verlag Stahleisen GmbH, Düsseldorf, vol. 10, pp. 978-3 ,1984.

15- O. Kasatkin, B. Vinokur, and V. Pilyushenko, "Calculation models for determining the critical points of steel," Metal science and heat treatment, vol. 26, no. 1, pp. 27-31, 1984.

16- J. Trzaska and L. Dobrzański, "Modelling of CCT diagrams for engineering and constructional steels," Journal of Materials Processing Technology, vol. 192, pp. 504-510, 2007.
17- Bingzhe Bai “Ultra-Fine Grained Steels chapter 7: Carbide-free Bainite/Martensite (CFB/M) Duplex Phase Steel” Springer, 2008.
18- Z. Q. Jiang, H. G. Fu, E. S. Yin and Y. T. Tian “Investigation and application of high strength low alloy wear resistant cast steel” Materials Technology, 26, (2011), 58-61
19- Franceschi, Mattia, Luca Pezzato, Claudio Gennari, Alberto Fabrizi, Marina Polyakova, Dmitry Konstantinov, Katya Brunelli, and Manuele Dabalà. "Effect of intercritical annealing and austempering on the microstructure and mechanical properties of a high silicon manganese steel." Metals 10, no. 11 (2020): 1448.

اثرات افزودن زیرکونیم بر ساختار و خصوصیات کشش آلیاژ آلومینیم (Al–۴/۵Cu–۰/۳Mg–۰/۰۵Ti)

ترجمه مهندس عبدالحمید قدیمی، انجمن علمی ریخته گری ایران

Effects of Zr additions on structure and tensile properties of an Al-4.5Cu-0.3Mg-0.05Ti (wt.%) alloy

Abdolhamid Ghadimi, Iranian Foundrymen's Soci**ety**

چکیده

افزودن مقادیر متفاوت زیرکونیم(۰/۰۵ تا۰/۵ درصد) بر ساختار و خصوصیات کشش آلیاژ (Al-۴/۵Cu-۰/۳Mg-۰/۰۵Ti) منجمد شده (تحت سرعت سرد شدن بالا) ۱۸ درجه سانتیگراد در ثانیه، در شرایط ریختگی و پس از عملیات حرارتی $T_۶$مورد مطالعه قرار گرفت. ساختار ریختگی آلیاژ شامل دانه های محوری (α-Al)با متوسط اندازه ۶۴ میکرون بدون تاثیر پذیری از افزایش زیرکونیم بوده که نشان دهنده بی‌اثر بودن زیرکونیم بر ظریف شدن دانه بندی آلیاژ است. در مطالعه با الکترون میکروسکوپ و همچنین آنالیز با پراش اشعه ایکس (XRD) مشخص گردید در آلیاژ حاوی نیم درصد زیر کنیم در مرز دانه ها ذرات کشیده شده θ-$Al_۲Cu$ و همچنین ذرات درشت $Al_۳Zr$ در آلیاژ در نواحی درون دانه ای وجود دارد. اما پس از انجام عملیات حرارتی $T_۶$ مشاهده شد، ذرات کشیده شده تتا خرد شده ولی ذرات درشت $Al_۳Zr$ در ریز ساختار بدون تغییر باقی مانده است. با مطالعه به وسیله میکروسکوپ عبوری (TEM) نشان داده شد در جریان عملیات حرارتی $T_۶$فازهای ظریف β′-$Al_۳Zr$و θ″-$Al_۳Cu$/θ′-$Al_۳Zr$تشکیل شده است. نتایج آزمایشات کشش نیز نشان داد که افزودن زیرکونیم موجب افزایش استحکام آلیاژ هم در شرایط ریختگی و هم در شرایط $T_۶$ بوده لیکن ازدیاد طول نسبی خصوصاً در آلیاژ حاوی نیم درصد زیرکونیم کاهش یافته است. نمونه حاوی ۰/۳ درصد زیرکونیم در شرایط $T_۶$ دارای بالاترین اندیس کیفیت یعنی ۲۴۹ مگاپاسکال بوده است. مطالعه سطوح شکست آلیاژها نیز نشان‌دهنده شکست نرم شامل خطرات و فازهای بین فلزی ترک خورده در هر دو شرایط است.

۱-مقدمه

آلیاژهای (Al-Cu-Mg) به دلیل استحکام ویژه بالا [۱] مقاومت خوب به خوردگی و اکسید شدن، نقطه ذوب بالا (در بین آلیاژهای آلومینیم) و هدایت حرارتی خوب به طور گسترده ای در صنایع حمل و نقل و هوافضا استفاده می شوند[۲]. خصوصیات استحکام عالی این آلیاژهای آلومینیم قابل پیر سختی به دلیل رسوبات و فازهای نیمه پایدار در ابعاد نانو[۱و ۳و ۴] تحت عنوان θ″-$Al_۳Cu$ با یک ساختار تتراگونال (a=۰/۴۰۴، c=۰/۷۶۸ نانومتر) θ′–Al۲Cu باساختارتتراگونال(a=۰/۴۰۴، c=۰/۷۶۸ نانومتر) GPB۲/S″-$Al_{۱۰}Cu_۳Mg_۳$ بایک ساختار اورترومبیک (a=۰/۴۰۵، b=۱/۶۲۰، c=۰/۴۰۵ نانومتر)(۵و۷)و S′-$Al_۲CuMg$ بایک ساختار ارتورمبیک (a=۰/۴۰۵، b=۰/۹۱۶، c=۰/۷۰۲ نانومتر)[۱و۵و۶]

در یک زمینه (α-Al) در جریان عملیات پیرسختی است. البته آلیاژهای (Al-Cu-Mg) به دلیل فاصله های انجماد طولانی[۸ و۹]

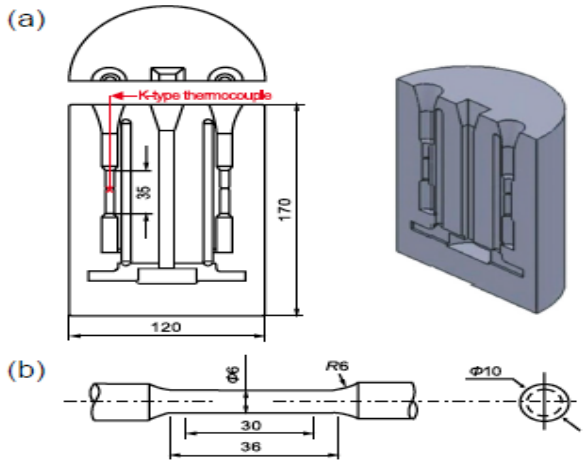
بسیار زیاد به بروز ترک گرم حساس هستند که این امر منجر به یک شکست در اثر موضعی شدن کرنش در آلیاژ در حال انجماد در درجه حرارت غیر تعادلی جامد می گردد[۱۰ و ۱۱]. ظریف کردن دانه بندی ساختار ریختگی با استفاده از جوانه زا در مذاب یک راه برای پیشگیری تشکیل ترک گرم در این آلیاژها است [۱۰تا ۱۲] و نشان داده شده حداقل۰/۰۵ درصد تیتانیم به عنوان جوان زا (Al-۵Ti-۱B) به یک آلیاژ (Al-۵Cu-۰/۳Mg) برای جلوگیری از ترک گرم ضروری می باشد [۱۳]. تاثیر ریزکنندگی دانه به وسیله زیرکنیم بر روی آلیاژ های تجاری و معمول آلومینیم اخیراً در تحقیقاتی گزارش شده است[۱۱ و ۱۴ تا ۱۶]. همچنین افزودن اندک زیرکنیم باعث تشکیل ذرات کروی ریز، نیمه پایدار و چسبنده ($L1_2$ (β'-Al_3Zr به قطر ۲۰ تا ۳۰ نانومتر در جریان فرایند ترمودینامیکی آلیاژ شده که از تبلور مجدد و رشد دانه جلوگیری می نماید[۶ و ۱۶ تا ۱۸].یاد آوری شده که در آلیاژهای متداول آلومینیوم عمدتاً برای پیشگیری از تشکیل فاز اولیه و درشت در آلیاژ هنگام انجماد تحت شرایط معمول سرد شدن، مقادیر زیرکنیم کمتر از ۰/۱۶ درصد محدود می گردد[۱۶]. هر چند انتظار می رود انجماد تحت سرعت بالای سرد شدن مانع تشکیل فاز اولیه و درشت Al_3Cu در آلیاژهای متداول آلومینیوم می شود، اثرات مقادیر بالاتر زیر کنیم بر ساختار و خصوصیات کششی آلیاژهای[Al-Cu-Mg] منجمد شده تحت سرعت های بالاتر سرد شدن تاکنون در مورد مطالعه قرار نگرفته است. هدف از تحقیق حاضر برای بررسی اثرات مقادیر مختلف زیرکنیم (۰/۰۵، ۰/۱،۰/۰۳، ۰/۵درصد) بر ساختار و خصوصیات کششی یک آلیاژ (Al-۴/۵Cu-۰/۳Mg-۰/۰۵Ti) منجمد شده تحت سرعت سرد شدن ۱۸ درجه سانتیگراد بر ثانیه در شرایط ریختگی و عملیات حرارتی شده T_6 به منظور تعیین مقدار بهینه زیرکنیم در قالب اندیس کیفیت است.

۲-روش آزمایش

آلومینیوم خالص تجاری و منیزیم و آمیژان های Al-Cu۵۰ و (Al-۵Ti-۱B) برای آماده سازی آلیاژ (Al-۴/۵Cu-۰/۳Mg-۰/۰۵Ti) استفاده شد. تمامی مواد در یک کوره مقاومتی با بوته سیلیکون کاربیدی به ظرفیت ۱۰ کیلوگرم در ۷۵۰ درجه سانتیگراد ذوب شده و سپس درون یک قالب باز فولادی پس از به هم زدن آرام با یک میله گرافیتی و تمیز کردن تفاله مذاب ریزی، بارریزی گردید. ترک شیمیایی آلیاژ ریختگی در جدول ۱ ارائه شده است. سپس شمش آلیاژ (Al-۴/۵Cu-۰/۳Mg-۰/۰۵Ti) به قطعات کوچک بریده شده و هر تکه در کوره مقاومتی دیگری با یک بوته سیلیکون کاربید به ظرفیت ۳ کیلوگرم در ۷۵۰ درجه سانتیگراد ذوب گردید. پس از تمیز کردن تفاله، به مذاب به میزان مورد نظر از آمیژان Al-۵Zr به رسیدن مقادیر دلخواهی زیرکنیم (۰/۰۵ ، ۰/۱،۰/۰۳ ، ۰/۵درصد) افزوده شد. جهت اطمینان از مخلوط شدن کامل به وسیله یک میله گرافیتی مذاب به مدت یک دقیقه به هم زده شد و سپس با استفاده از قرصهای C_2Cl_6 به میزان۰/۳ درصد به مدت ۲ دقیقه تحت عملیات گاز زدایی قرار گرفت. مجدد پس از به هم زدن و تمیز کردن تفاله ها مذاب درون یک قالب از جنس چدن نشکن(شکل ۱a) که تا ۱۵۰ درجه سانتیگراد پیشگرم گردیده برای تولید نمونه های کشش کوچکتر از اندازه استاندارد بر اساس استاندارد (ASMT-B۱۰۸/B۱۰۸M-۱۲e۱) (شکل ۱b) بار ریزی شد. سرعت سرد شدن نمونه های کشش در جریان انجماد با استفاده از ترموکوپل نوع k نصب شده در قسمت وسط ناحیه کشش نمونه‌ها اندازه شد که در ۱۸ درجه سانتیگراد در ثانیه بود(شکل ۱a). مقادیر عملی زیرکنیم در نمونه ها با افزودن (۰/۰۵ ، ۰/۱،۰/۰۳ ، ۰/۵درصد) به وسیله یک دستگاه آنالیز Spectrolab اندازه گیری شده به ترتیب (۰/۰۴۹، ۰/۰۹۸، ۰/۲۸۳ و ۰/۴۵۵درصد) بوده است. برای انجام عملیات حرارتی T_6 نمونه های کشش در ۵۳۰ درجه سانتیگراد برای مدت ۱۲ ساعت عملیات انحلالی و سپس تا درجه حرارت اتاق و در انتها بلافاصله در ۱۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۲ ساعت قبل از سرد شدن در هوا، تحت عملیات بسیار سختی قرار گرفتند[۱۹]. مطالعات ساختاری در مقطع نازک نمونه‌ها (قطر ۶ میلیمتری) بریده شده از قسمت کشش انجام شد. (شکل ۱b). نمونه های بریده شده با روش‌های استاندارد متالوگرافی پولیش شده سپس برای آشکارسازی ریز ساختار با استفاده از محلول کلر (دو میلی لیتر HF، سه میلی لیتر HCL، پنج میلی لیتر HNO_3) و

جدول۱) ترکیب شیمیایی آلیاژ مورد مطالعه

Cu	Mg	Fe	Ti	Si	Mn	Zn	B	Al
4.48	0.32	0.16	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01	Bal.



شکل۱) a) قالب چدنی و موقعیت ترموکوپل نصب شده برای اندازه گیری سرعت سرد شدن b) نمونه کشش ابعاد بر حسب میلیمتر

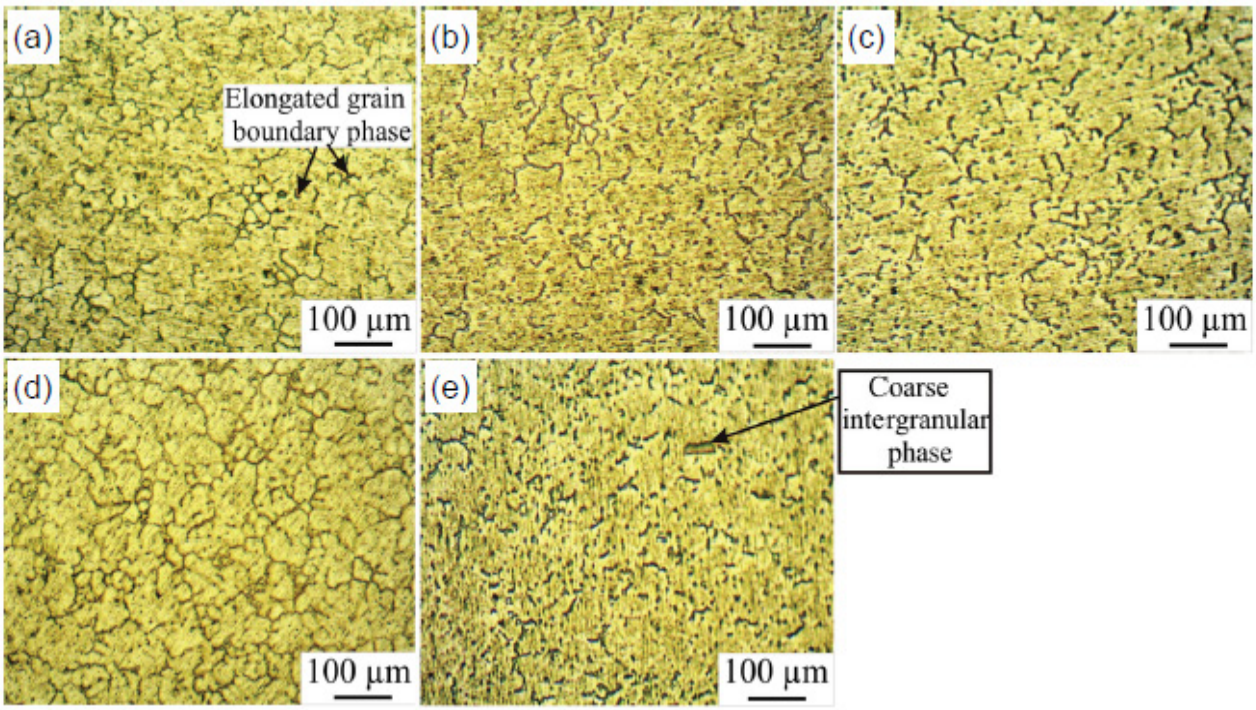
۱۹۰ میلی متر آب اچ گردیدند. یک میکروسکوپ مجهز به سیستم آنالیز تصویری (Clemex Vision Pro Ver.۳/۵.۰/۲۵) برای اندازه گیری میانگین اندازه دانه ها مطابق روش تقاطع خطی استاندارد (ASTM-E۱۱۲-۱۲) استفاده شد. مطالعات بیشتر ریزساختاری بر روی نمونه ها با به کارگیری الکترون میکروسکوپ Cam Scan MV۲۳۰۰ با توان ۲۵KV و مجهز به اسپکترومتری(EDS) انجام گردید. نمونه های میکروسکوپ عبوری(TEM) توسط یک الکتروپولیش با دو جهت در یک محلول ۲۵ درصد اسید نیتریک در محلول متانول در منفی ۳۰ درجه سانتیگراد و ولتاژ ۱۰ الی ۱۲ ولت آماده شدند. از TEMمدل (FEI Tecnai G۲F۲o) با قدرت ۲۰۰ کیلو ولت، همچنین دستگاه XRD مدل (Philips Xpert pro) با تشعشع CuKa استفاده گردید اندازه گیری سختی نیز به وسیله یک دستگاه یونیورسال(ESEWAY) با بار اعمالی ۳۰ کیلوگرم و یک ساچمه با قطر ۵/۲ میلیمتر انجام شد. مقادیر سختی ثبت شده میانگین حداقل ۷ اندازه گیری از سطح هر نمونه در موقعیت های اتفاقی (رندوم) است. آزمایشات کشش که به وسیله یک دستگاه کشش MTS مجهز به سیستم اندازه گیر تغییر طول با سرعت ثابت یک میلی متر در دقیقه درجه حرارت اتاق انجام گرفت. همچنین سطوح شکست نمونه های کشش با به‌کارگیری SEM مورد مطالعه قرار گرفت.

۳-نتایج وسگالش

۳-۱- خصوصیات ساختاری

در شکل ۲ خصوصیات ریزساختاری در شرایط ریختگی به وسیله میکروسکوپ نوری آلیاژ (Al-۴/۵Cu-۰/۳Mg-۰/۰۵Ti) با افزودن مقادیر مختلف زیرکنیم نشان دهنده دانه های محوری و یک فاز کشیده شده در مرز دانه ها است. بعلاوه در ناحیه درون دانه های نمونه حاوی ۰/۵ درصد زیرکنیم (شکل ۲e)یک ذرات درشت مشاهده می شود. در جدول ۲ میانگین اندازه دانه ها در نمونه های مورد بررسی به طور خلاصه ارائه شده که نشان می‌دهد با افزودن زیر کنیم تا ۰/۵درصد یک تغییر در اندازه دانه ها در آلیاژ (Al-۴/۵Cu-۰/۳Mg-۰/۰۵Ti) به وجود آمده است. این موضوع غیر موثر بودن افزودن زیرکنیم در ظریف شدن دانه بندی آلیاژ (Al-۴/۵Cu-۰/۳Mg-۰/۰۵Ti) منجمد شده تحت سرعت سرد شدن ۱۸ درجه سانتیگراد بر ثانیه نشان می دهد. در یک تحقیق قبلی[۱۳] نشان داده شده افزودن بیشتر از ۰/۰۵ درصد تیتانیوم به آلیاژ (Al-۴/۵Cu-۰/۳Mg) هیچ اثرا ظریف کنندگی بر دانه ها ندارد. این نتایج نشان می دهد که تراکم مقدار محل‌های جوانه زنی غیر یکنواخت در آلیاژ حاوی ۰/۰۵ درصد تیتانیم منجمد شده تحت سرعت سرد شدن ۱۸ درجه سانتیگراد بر ثانیه، اشباع شده است. همچنین مبین این حقیقت است که زیر کنیم از نظر ظریف کردن دانه ها در آلیاژهای آلومینیوم اثربخشی بسیار کمتری نسبت به تیتانیوم دارد و این امر می تواند دلیل دیگری برای مشاهدات در تحقیق حاضر باشد[۱۴ و ۱۵].

الگوهای XRD از نمونه های بدون زیرکنیم و حاوی۰/۵ درصد زیرکنیم در شرایط ریختگی در شکل ۳ ارائه شده و مشاهده می‌شود پیک های پراش از (α-Al) به عنوان ساختار زمینه و فاز کشیده (θ-Al_2Cu) در مرز دانه (شکل ۲) در هر دو نمونه وجود دارد. در شکل ۴ ساختارهای آلیاژ (Al-۴/۵Cu-۰/۳Mg-۰/۰۵Ti) در شرایط ریختگی حاوی ۰/۰۵ و ۰/۱ و۰/۳ و ۰/۵ در زیرکنیوم به وسیله SEM ملاحظه می شود. دانه های (α-Al) با رنگ تیره (به دلیل عدد اتمی پایین‌تر) و فاز کشیده (θ-Al_2Cu) در مرز دانه



شکل۲) تصاویر میکروسکوپ نوری از ریزساختار نمونه آلیاژ (Al-۴/۵Cu-۰/۳Mg-۰/۰۵Ti) در شرایط ریختگی

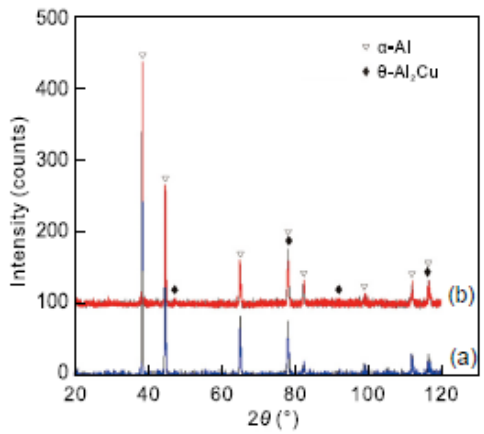
a) بدون زیر کنیم b) پنج صدم در صد زیرکنیم c) یک دهم درصد زیرکنیم d) سه دهم درصد زیرکنیم e)نیم درصد زیرکنیم

با رنگ روشن (به دلیل عدد اتمی بالاتر) که این فاز نتیجه واکنش یوتکتیک هنگام آخرین مرحله انجماد غیر تعادلی است. با توجه داشت که هیچ ذرات اولیه و درشت Al_3Zr و ریز ساختار ریختگی در نمونه حاوی سه دهم درصد آن وجود نداشت(شکل ۴d). زیرا در مذاب و عالی از با ۷۵۰ درجه سانتیگراد، سه دهم درصد زیر کنیم حل می شود. سرعت بالای سرد شدن قالب نیز از تشکیل ذرات اولیه و درشت Al_3Zr در جریان سرد شدن جلوگیری می‌نماید. البته تصاویر میکروسکوپ نوری(شکل ۲e) و SEM (شکل ۴e) از ریز ساختار ریختگی آلیاژ حاوی ۰/۵درصد زیرکنیم و همچنین آنالیز SEM-EDS (شکل ۴e) حضور ذرات اولیه و درشت Al_3Zr در نواحی درون دانه نشان می‌دهد. از آنجا که ۰/۵ درصد زیرکنیمدر مذاب ۷۵۰ درجه سانتیگراد آلومینیوم کاملاً حل نمی شود، ذرات Al_3Zr تشکیل شده و با رشد فاز (α-Al) در جریان انجماد به سمت نواحی درون دانه ای رانده می شود. نکته حائز توجه اینکه پیک پراش فاز درشت Al_3Zr در الگوهای XRD از نمونه حاوی نیم درصد زیرکنیم(شکل۳b) به دلیل بسیار کم بودن درصد حجمی درریز ساختار قابل تشخیص نیست(شکل های ۲e و۲e).

تصاویر ریزساختار SEM از آلیاژ(Al-۴/۵Cu-۰/۳Mg-۰/۰۵Ti) حاوی (۰/۰۵ ، ۰/۱،۰/۰۳، ۰/۵درصد) زیرکونیم پس از عملیات حرارتی T_6 در شکل ۵ ارائه شده و در آنها ملاحظه

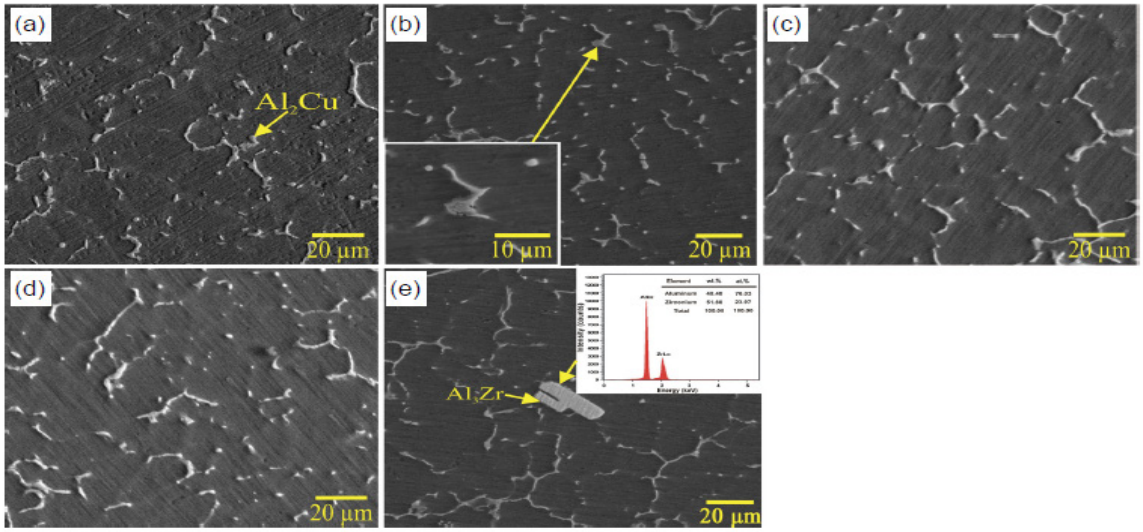
جدول۲) میانگین اندازه دانه ها در نمونه ها با مقادیر مختلف زیرکنیم

Zr content (wt.%)	Grain size (µm)	Std. dev. (µm)
0	64	8
0.05	65	7
0.1	63	8
0.3	61	7
0.5	63	8



شکل۳) الگوی پراش اشعه X از نمونه ها در شرایط ریختگی

a) بدون زیرکنیم b)نیم درصد زیرکنیم

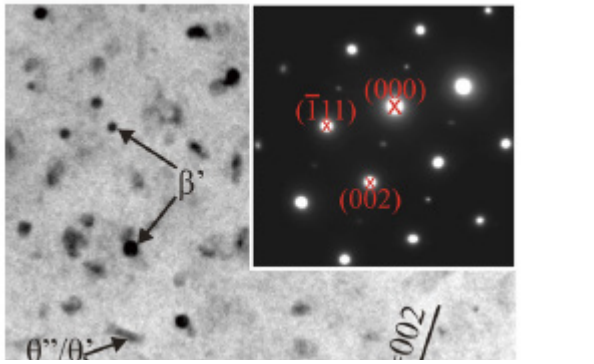


شکل۴) ریز ساختار نمونه های آلیاژ (Al-۴/۵Cu-۰/۳Mg-۰/۰۵Ti) بوسیله SEM در شرایط ریختگی

a) بدون زیر کنیم b) پنج صدم در صد زیرکنیم c) یک دهم درصد زیرکنیم d) سه دهم درصد زیرکنیم e)نیم درصد زیرکنیم

تصویر درونی شکل e نشان دهنده طیف EDS از ذره Al_3Zr

می‌شود فاز کشیده شده تتا در مرز دانه ها در جریان عملیات انحلالی ۵۳۰ T_e درجه سانتیگراد به مدت ۱۲ ساعت و به صورت رسوبات کوچکتر مرزدانه خرد شده اند. همچنین باقی مانده فاز درشت Al_3Zr که در جریان عملیات انحلالی حل شده همانطور که انتظار می رود در شکل 5d مشاهده می شود. تصویر با زمینه روشن TEM در شکل ۶ نشان از تشکیل رسوبات ظریف کروی (۲۲،۱۸،۱۷،۶) (β'-Al_3Zr) درکنار رسوبات ظریف صفحه ای شکل θ'-Al_2Cu/θ''-Al_3Cu در ریزساختار حاوی ۰/۳درصد زیرکنیم (۲۳ , ۲۴) پس از عملیات حرارتی T_eاست. الگوهای پراش از نواحی انتخاب شده از رسوبات β' و زمینه α (شکل۶) با الگوهای پراش با محور ناحیه [۱۱۰] هر دو فاز انطباق دارد. همچنین باید توجه داشت که انعکاسات ضعیف شبکه برتر در (SADP)[1] از فاز b در هماهنگی با ساختار بلوری $L1_2$ است. همچنین آرایش مرتبط بین رسوبات b و زمینه a با آرایش مکعب بر روی مکعب سازگار است.(داخل شکل ۶).

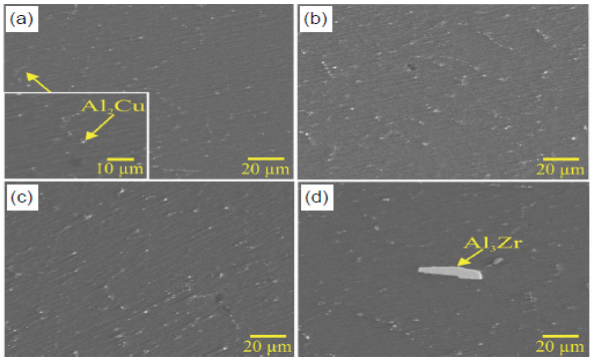


شکل۵) ریز ساختار نمونه های آلیاژ (Al-۴/۵Cu-۰/۳Mg-۰/۰۵Ti) بوسیله SEM در شرایط عملیات حرارتی T_e

a)بدون زیر کنیم b) پنج صدم در صد زیرکنیم c) یک دهم درصد زیرکنیم d) سه دهم درصد زیرکنیم e)نیم درصد زیرکنیم

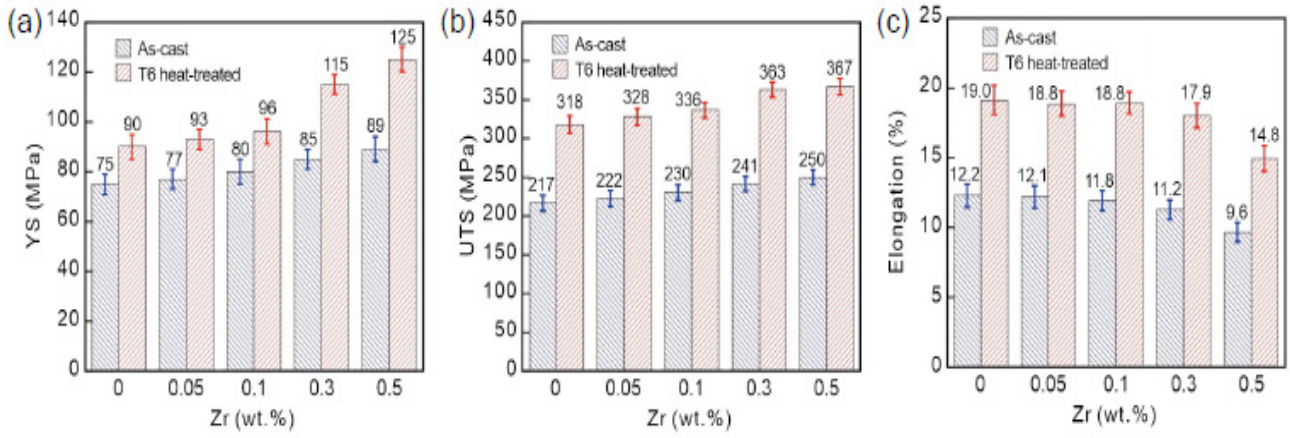
۳-۲-بررسی سختی، خصوصیات کشش و اندیس کیفیت

استحکام تسلیم YSو استحکام نهایی کشش UTS و سختی برنیل این نمونه ها در ازای مقادیر مختلف زیرکنیم در شرایط ریختگی و عملیات حرارتی T_e به ترتیب در شکل های 7a، 7b، جدول ۳ ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود مقادیر YSو UTS و سختی آلیاژ بدون زیرکنیم با افزودن زیرکنیم در شرایط ریختگی به تدریج افزایش یافته است و عمدتاً به لحاظ استحکام دهی محلول جامد در اثر اتم های فوق اشباع شده زیرکنیم در زمینه (α-Al) درجه حرارت اتاق بوده که حاصل غیر قابل انحلال بودن نسبی



شکل۶) تصویر TEM با زمینه روشن از نمونه حاوی ۰/۳ درصد زیرکنیم پس از عمیات حرارتی T_e در نزدیکی ناحیه محوری [۱۱۰]تصویر درون شکل نشان دهنده $SAPP_s$، [۱۱۰] از رسوبات β'-Al_3Zr و ساختارزمینه

[1] Selected Area Diffraction Patterns



شکل۷) خصوصیات مکانیکی آلیاژ (Al-۴/۵Cu-۰/۳Mg-۰/۰۵Ti)

a) استحکام تسلیمYS

b)استحکام نهایی کشش UTS

c)ازدیاد طول نسبی

زیرکنیم در (α-Al) زیر درجه حرارت ۳۰۰ درجه ی سانتی گراد و سرعت بالای سرد شدن نمونه های کشش در قالب و سنتیک آرام و رسوب فازβ′-Al۳Zr در زمینه (α-Al) است[۱۷]. پس از عملیات حرارتی $T_۶$ مقادیر YS وUTS و سختی نمونه ها با میزان مختلف زیرکنیم افزایش یافته(شکل ۷a، ۷b وجدول ۳) که نتیجه تجزیه فاز کشیده شده تتا در مرز دانه ها(شکل ۵) هنگام انحلال در ۵۳۰ درجه سانتی گراد ه مدت ۱۲ ساعت و رسوب فاز های نیمه پایدار در حد نانو در زمینه (شکل ۶)(۲۴ و ۲۳ و ۶) هنگام پیر سختی در ۱۶۰ درجه ی سانتی گراد به مدت ۱۲ ساعت است. مشابه نمونه ها در شرایط ریختگی، افزایش مقدار زیرکنیم آلیاژ در شرایط عملیات حرارتی $T_۶$ نیز منجر به بالا رفتن مقادیر سختی و استحکام (شکل ۷a، ۷b وجدول ۳) به لحاظ رسوب، رسوبات نیمه پایدار باندازه نانو در زمینه است.(شکل ۶)[۶و ۱۶و ۱۸و ۲۲].

همچنین ذرات درشت اولیه و غیرقابل برش $Al_۳Zr$ در ریزساختار نمونه حاوی زیرکنیوم با یک درصد حجمی پایین(شکل های ۲e، ۵d، ۴e) می تواند اندکی مقادیر سختی YS′ و آلیاژ را در هر دو شرایط ریخته گری و عملیات حرارتی $T_۶$به دلیل اثر سد کنندگی حرکت نابجایی ها (مکانیزمOraman) بالابرد.(۱۸ و ۲۲) مقادیر ازدیاد طول نسبی آلیاژ (Al-۴/۵Cu-۰/۳Mg-۰/۰۵Ti) در شرایط ریختگی و عملیات حرارتی $T_۶$ به تدریج با افزودن زیرکنیم کاهش می یابد(شکل ۷) که نتیجه اثرات استحکام دهی اضافه کردن زیرکنیم است. به دلیل حضور ذرات درشت $Al_۳Zr$ در ریز ساختار نمونه‌های حاوی ۰/۵ درصد زیرکنیم که به صورت محلول های به وجود اورنده ترک عمل میکنند، ازدیاد طول نسبی با افزایش زیرکنیم از ۰/۳ به ۰/۵ درصد افت محسوس تری دارد[۲۵]. جالب توجه اینکه مقادیر ازدیاد طول نسبی نمونه های حاوی مقادیر مختلف زیرکنیم در شرایط ریختگی با انجام عملیات حرارتی $T_۶$ افزایش می یابد زیرا فاز کشیده θ در مرز دانه (شکل۵) که علت بروز ترک ها در ریزساختار ریختگی است تجزیه می شود (شکل های ۲ و ۴). برای ارزیابی کیفیت آآلیاژ های آلومینیوم از اندیس کیفیت که تلفیقی از مقادیر استحکام و ازدیاد طول نسبی استفاده می شود.Din و همکارانش(۲۶) معادله ای را برای محاسبه اندیس کیفیت برای آلیاژهایAl-Cu درگریدهای پایین پیشنهاد داده است:

Q=YS+KE

E: ازدیاد طول نسبی، K: ضریب ثابت که برای آلیاژهای Al-Cu-Mg معادل ۷/۵ پاسگال است.[۲۶ و ۲۷].

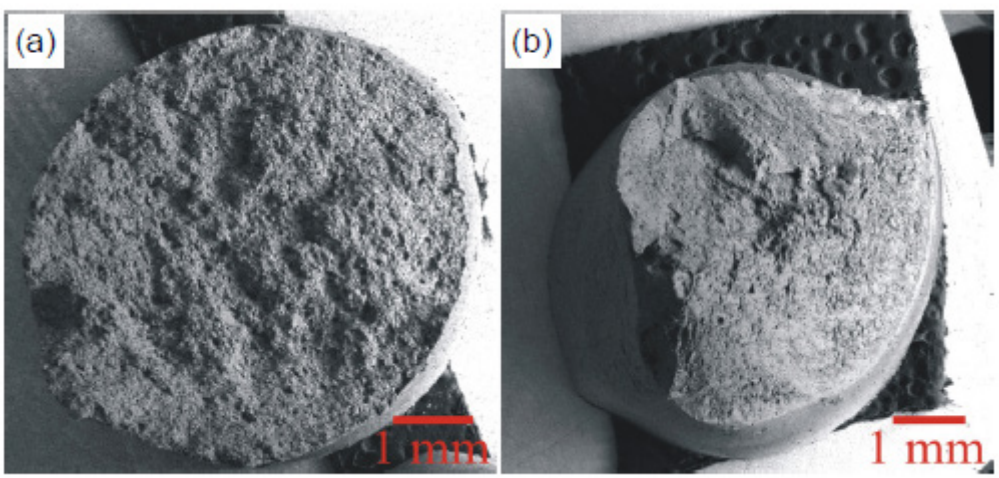
مقادیر Q محاسبه شده از معادله بالا در جدول ۳ ارائه شده و می توان مشاهده نمود اعداد Q برای نمونه های حاوی مقادیر مختلف زیرکنیم پس از عملیات حرارتی $T_۶$ به دلیل افزایش YS و زیاد طول نسبی (شکل هایa۷ و b۷) بالا می‌رود به طوری که نمونه دارای ۰/۳درصد زیرکنیم در شرایط $T_۶$ دارای بالاترین مقدارQ یعنی ۲۴۹ مگاپاسکال بوده که از نقطه نظر کاربرد های صنعتی اهمیت دارد.

۳-۳-شکست نگاری

شکل ۸ سطوح شکست نمونه های حاوی ۰/۵ درصد زیر کنیم در شرایط ریختگی و عملیات حرارتی را نشان می‌دهد. به وجود آمدن حالت گلوگاهی بر روی سطح شکست نمونه تحت عملیات حرارتی $T_۶$ شده مبین قابلیت تغییر شکل نمونه ریختگی مقادیر بالاتر ازدیاد طول نسبی نمونه پس از عملیات حرارتی $T_۶$ است(شکلc۷). در شکل های ۹ و ۱۰ سطوح شکست آلیاژ (Al-۴/۵Cu-۰/۳Mg-۰/۰۵Ti) حاوی (۰/۰۵ ، ۰/۰۳ ،۰/۱ ،۰/۵درصد) زیرکونیم را به ترتیب

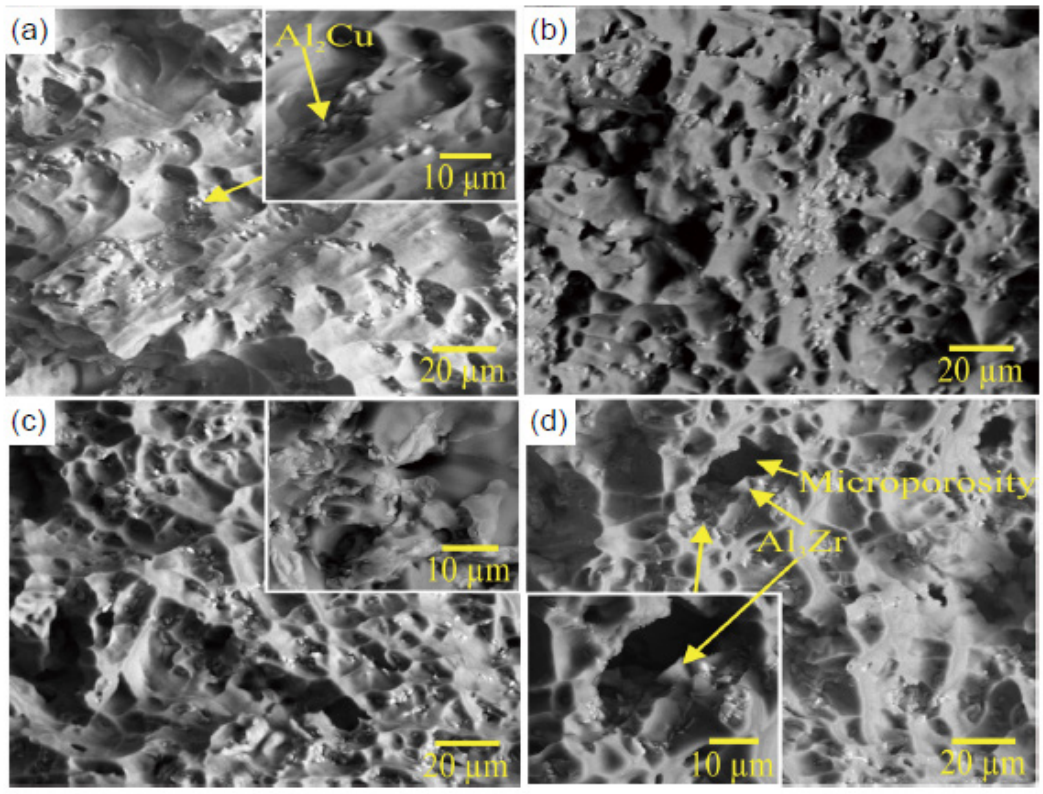
جدول ۳)خصوصیات مکانیکی آلیاژ (Al-۴/۵Cu-۰/۳Mg-۰/۰۵Ti) با مقادیر مختلف زیرکنیم در شرایط ریختگی و عملیات حرارتی T_6

Zr addition amount (wt.%)	State	Hardness (BHN)	Q (MPa)
0	As-cast	50	166
0.05		52	168
0.1		53	168
0.3		55	169
0.5		57	161
0	Heat-treated	85	232
0.05		87	234
0.1		88	237
0.3		93	249
0.5		94	236



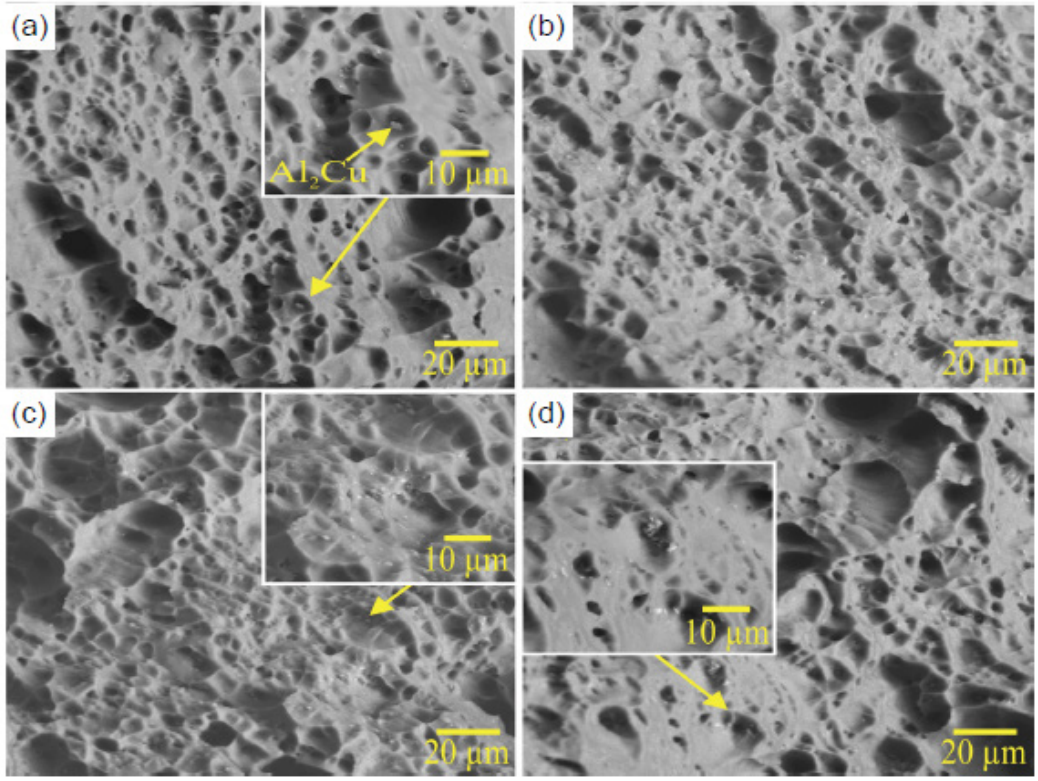
شکل۸)سطوح شکست آلیاژ (Al-۴/۵Cu-۰/۳Mg-۰/۰۵Ti) حاوی ۰/۰۵ درصد زیرکنیم بوسیله SEM با بزرگنمایی پایین
a) شرایط ریختگی b) پس از عملیات حرارتی T_6

در شرایط ریختگی و عملیات حرارتی T_6 ارائه شده است. سطوح شکست به طور غالب نشان دهنده شکست نرم شامل فرورفتگی ها و ذرات θ شکسته (در داخل شکل های ۹ و ۱۰ با بزرگنمایی بالاتر) در هر دو شرایط هر چند که فرورفتگی ها در نمونه عملیات حرارتی T_6 شده ظریف تر بوده و باعث گردید ازدیاد طول نسبی به مقادیر بالاتری برسد (شکل ۷). باید توجه داشت که فاز درشت θ (ترکیب درشت بین فلزی) در امتداد مرز دانه ها در ساختار ریختگی (شکل های ۲ و ۴) به ترک در تنش ها و کرنش های پایین تر نسبت به فازهای ظریف و نیمه پایدارθ (ترکیبات ظرف ظریف بین فلزی) درریز ساختارهای نمونه های عملیات حرارتی T_6 شده (شکل ۵ و ۶) که حفرات درشت تری دارند (در ارتباط با فرورفتگی های بزرگتر)[۲۸] حساس تر است. رشد حفرات هنگام تغییر شکل بیشتر تا به هم چسبیدن آنها (تشکیل صفحاتی از حفرات) و آغاز شکست [۲۸]، تشکیل حفرات بزرگتر موجب افت ازدیاد طول نسبی نمونه ها خواهد شد. در شکل ۹ یک ذره Al_3Zr درشت شکسته شده بر روی سطح نمونه حاوی ۰/۵ درصد زیرکونیم در کنار تخلخل میکروسکوپی و مجاور ذره نشان دهنده اثر مسدود کنندگی ذره Al_3Zr درشت بر مذاب رسانی در آخرین مراحل انجماد



شکل۹) سطوح شکست آلیاژ (Al-۴/۵Cu-۰/۳Mg-۰/۰۵Ti) حاوی مقادیر مختلف زیرکنیم بوسیله SEM با بزرگنمایی بالا

a) پنج صدم در صد زیرکنیم b) یک دهم درصد زیرکنیم c) سه دهم درصد زیرکنیم d)نیم درصد زیرکنیم



شکل۹) سطوح شکست آلیاژ (Al-۴/۵Cu-۰/۳Mg-۰/۰۵Ti) حاوی مقادیر مختلف زیرکنیم بوسیله SEM با بزرگنمایی بالا پس از عملیات حرارتی T_6

a) پنج صدم در صد زیرکنیم b) یک دهم درصد زیرکنیم c) سه دهم درصد زیرکنیم d)نیم درصد زیرکنیم

است. بنابراین تشکیل ذرات درشت Al_3Zr در نواحی درون دانه ای برای آلیاژهای حاوی ۰/۵ درصد زیرکونیم (شکل های ۵d، ۴e، ۲e) می تواند تاثیرات مضری بر ازدیاد طول نسبی داشته باشد(شکل ۷c).

۴-نتیجه گیری

بر اساس خود بررسی خصوصیات ساختاری و آزمایشات کشش انجام شده بر روی آلیاژ (Al-۴/۵Cu-۰/۳Mg-۰/۰۵Ti) با افزودن مقادیر متفاوت زیرکنیم، منجمد شده تحت سرعت سرد شدن ۱۸ درجه سانتیگراد در ثانیه در شرایط ریختگی و عملیات حرارتی T_6 شده نتایج بدین شرح به دست آمد:

الف) ساختار ریختگی آلیاژ شامل دانه های محوری (α-Al) با میانگین اندازه ۶۴ میکرون بوده و با افزودن زیرکنیم تا ۰/۵ درصد تغییر قابل ملاحظه‌ای بر اندازه دانه نداشته که نشان می‌دهد زیرکنیم برظریف شدن دانه بندی غیر موثر است. همچنین فاز کشیده شده θ در خصوص ساختار ریختگی در مرز دانه ها حضور داشته است و به علاوه حضور ذرات درشت Al_3Zrدر نواحی درون دانه ای نمونه حاوی ۰/۵ درصد زیر کنیم در شرایط ریختگی به دلیل انحلال و ناقص ۰/۵ درصد زیر کنیم در آلیاژ مذاب ۷۵۰ درجه سانتیگراد قابل مشاهده است.

ب) پس از عملیات حرارتی T_6فاز کشیده شده θ در مرز دانه ها به صورت ذرات کوچکتر خرد شده که به لحاظ خارج شده از زمینه α در جریان عملیات انحلالی بوده هرچند را در آلیاژ Al_3Zr حاوی۰/۵ درصد زیرکنیم بدون تغییر در ریز ساختار باقی مانده است. همچنین رسوبات ظریف β′ و رسوبات ظریف θ″/θ′ در جریان عملیات حرارتی T_6 در ریز ساختار به وجود می آیند.

ج) با افزایش مقدار Zr در شرایط ریختگی و عملیات حرارتی T_6، مقادیر زیاد طول نسبی به تدریج کاهش یافته در حالی که سختی، YS و UTS به تدریج افزایش می یابند. البته در آلیاژحاوی ۰/۵ درصد زیرکنیم افت چشمگیری در ازیاد طول نسبی برای هر دو شرایط ریختگی و عملیات حرارتی T_6 شده به لحاظ حضور ذرات درشت Al_3Zr و ریز ساختار به وجود آمده است.

د) مقادیر هم استحکام و هم ازدیاد طول نسبی نمونه ها با عملیات حرارتی T_6 افزایش یافته و در نتیجه اندیس کیفیت Q ارتقایی قابل ملاحظه یافته به طوری که نمونه حاوی ۰/۳ درصد زیرکنیم دارای بالاترین اندیس کیفیت معادل مگا ۲۴۹ مگاپاسکال بوده است.

ه) سطوح شکست نمونه ها حاوی مقادیر مختلف زیرکنیم نشان دهنده شکست نرم دارای فرورفتگی ها و فازهای بین فلزی شکسته در شرایط ریخته گری و عملیات حرارتی T_6 بوده و فقط اندازه فرورفتگی ها در شرایط عملیات حرارتی T_6 به دلیل به وجود آمدن فازθ ظریف تر و فازهای نیمه پایدار در حد نانومتر ظریف تر

Acknowledgement

The University of Tehran is acknowledged for providing lab facilities for this work.

References

[1] Polmear I J, StJohn D, Nie J F, et al. Light alloys: Metallurgy of the light metals. 5th edition, Arnold, London, 1995: 45-75, 284.

[2] Plevachuk Y, Sklyarchuk V, Yakymovych A, et al. Density, viscosity, and electrical conductivity of hypoeutectic Al-Cu liquid alloys. Metall. Mater. Trans. A, 2008, 39A: 3040-3045.

[3] Porter D A, and Esterling K E. Phase transformations in metals and alloys. 2nd edition, Chapman and Hall, London, 1992: 291- 308.

[4] Kovarik L, Court S A, Fraser H L, et al. GPB zones and composite GPB/GPBII zones in Al-Cu-Mg alloys. Acta Mater., 2008, 56: 4804-4815.

[5] Wang S C, and Starink M J. Precipitates and intermetallic phases in precipitation hardening Al-Cu-Mg-(Li) based alloys. Inter. Mater. Rev., 2005, 50(4): 1-23.

[6] Prasad K S, Prasad N E, and Gokhale A A. Microstructure and precipitate characteristics of aluminum-lithium alloys. In: N. E. Prasad, A. A. Gokhale, and R. J. H. Wanhill (Eds.), Aluminum-lithium alloys: Processing, properties, and applications. Butterworth-Heinemann, Oxford, 2013: 99-137.

[7] Wang S C, and Starink M J. The assessment GPB2/S" structures in Al-Cu-Mg alloys. Mater. Sci. Eng. A, 2004, 386: 156-163.

[8] Li Y Y, Guo G W, Zhang W W, et al. Effects of alloying elements on hot tearing trends of Al-Cu alloy. Trans. Nonferr. Met. Soc., 2001, 11: 765-791.

[9] Ganjehfard K, Taghiabadi R, Noghani M T, et al. Tensile properties and hot tearing susceptibility of cast Al-Cu alloys containing excess Fe and Si. Int. J. Miner. Metall. Mater., 2021, 28(4): 718-728.

849.
[20] Maxwell I, and Hellawell A. A simple model for grain refinement during solidification. Acta Metall., 1975, 23: 229-237.
[21] Murray J, Peruzzi A, and Abriata J P. The Al-Zr (aluminumzirconium) system. J. Phase Equilib., 1992, 13(3): 277-291.
[22] Souza P H L, Oliveira de C A S, and Vale Quaresma do J M. Precipitation hardening in dilute Al-Zr alloys. J. Mater. Res. Technol., 2018, 7: 66-72.
[23] Chen Y, Zhang Z, Chen Z, et al. The enhanced theta-prime (θ') precipitation in an Al-Cu alloy with trace Au additions. Acta Mater., 2017, 125: 340-350.
[24] Bourgeois L, Zhang Y, Zhang Z, et al. Transforming solid-state precipitates via excess vacancies. Nature Commun., 2020, 11: 1248. https://doi.org/10.1038/s41467-020-15087-1.
[25] Song M, Chen K H, and Qi X W. Modeling effects of constituents and dispersoids on tensile ductility of aluminum alloy. Cent. South Univ. Technol., 2007, 14(4): 456-459.
[26] Din T, Rashid A K M B, and Campbell J. High strength aerospace casting alloys: Quality factor assessment. Mater. Sci. Technol.,1996, 12: 269-273.
[27] Ammar H R, Samuel A M, Samuel F H, et al. The concept of quality index and its application for Al-Si cast alloys. Inter. Metalcast., 2021, 15(4): 1197-1212. https://doi.org/10.1007/ s40962-020-00556-6.
[28] Van Stone R H, and Psioda J A. Discussion of "Metallurgical factors affecting fracture toughness of aluminum alloys". Metall.Trans. A, 1975, 6: 668-670.
[10] Kamga H K, Larouche D, Bournane M, et al. Hot tearing of aluminum-copper B206 alloys with iron and silicon additions. Mater. Sci. Eng. A, 2010, 527: 7413-7423.
[11] Li Y, Li H, Katgerman L, et al. Recent advan es in hot tearing during casting of aluminium alloys. Prog. Mater. Sci., 2021, 117: 100741. https:/ / doi.org/10.1016/j.pmatsci.2020.100741.
[12] Yoshida Y, Esaka H, and Shinozuka K. Effect of solidified structure on hot tear in Al-Cu alloy. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci.Eng., 2015, 84: 1-6.
[13] Kamali H, Emamy M, and Razaghian A. The influence of Ti on the microstructure and tensile properties of cast Al-4.5Cu-0.3Mg alloy. Mater. Sci. Eng. A, 2014, 590: 161-167.
[14] Murty B S, Kori S A, and Chakraborty M. Grain refinement of aluminium and its alloys by heterogeneous nucleation and alloying. Inter. Mater. Rev., 2002, 47(1): 3-29.
[15] Guan R G, and Tie D. A review on grain refinement of aluminum alloys: Progresses, challenges and prospects. Acta Metall. Sin. (Engl. Lett.), 2017, 30(5): 409-432.
[16] He Y D, Zhang X M, and You J H. Effect of minor Sc and Zr on microstructure and mechanical properties of Al-Zn-Mg-Cu alloy. Trans. Nonferr. Met. Soc. China, 2006, 16: 1228-1235.
[17] Robson J D, and Prangnell P B. Dispersoid precipitation and process modelling in zirconium containing commercial aluminum alloys. Acta Mater., 2001, 49: 599-613.
[18] Mochugovskiy A G, Mikhaylovskaya A V, Zadorognyy M Y, et al. Effect of heat treatment on the grain size control, superplasticity, internal friction, and mechanical properties of zirconium-bearing aluminum-based alloy. J. Alloys Compd., 2021, 856: 157455. https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2020.157455.
[19] Davis J R, ed. Heat treating. ASM Handbook, ASM International,Materials Park, Ohio, 1991:

اخبار ایران و جهان

اخبار ایران

– بومی‌سازی، اولویت فولاد خوزستان است/ به دنبال افزایش صادرات در سال آینده هستیم

توجه به بومی‌سازی و تکیه بر دانش و توان متخصصان داخلی، منجر به توسعه تولید طی روزهای سخت تحریمی کشور شده است. بومی‌سازی قطعات و تجهیزات علاوه بر جلوگیری از خروج ارز، باعث اشتغال‌زایی، ایجاد انگیزه و خودباوری در شرکت‌های دانش‌بنیان داخلی و در نهایت سرعت‌بخشی به توسعه خواهد شد. شرکت فولاد خوزستان به عنوان دومین شرکت بزرگ فولادی کشور طی سالیان اخیر، عملکرد خیره‌کننده‌ای در حوزه بومی‌سازی داشته و در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱، موفق به بومی‌سازی یک هزار و ۵۶۰ قطعه استراتژیک فولادی شده است. همچنین برای نخستین بار در جهان، دستگاه اندازه‌گیری آهن کل و فلزی آهن اسفنجی در شرکت فولاد خوزستان ساخته شد و از این دستگاه در سومین نمایشگاه تخصصی بومی‌سازی قطعات، تجهیزات و مواد مصرفی صنعت فولاد که به همت این شرکت در بهمن ماه سال جاری برگزار شده، رونمایی شد. در همین راستا، خبرنگار پایگاه خبری و تحلیلی «فلزات آنلاین» گفت‌وگویی با مدیرعامل شرکت فولاد خوزستان تدارک دیده است که متن کامل آن را در ادامه خواهید خواند:

در خصوص عملکرد شرکت فولاد خوزستان در ۱۰ ماهه سال جاری و مقایسه آن با مدت مشابه سال قبل توضیحاتی ارائه بفرمایید.

جمع تولید محصولات شرکت فولاد خوزستان در ۱۰ ماه امسال شامل بیلت و بلوم، اسلب، گندله و آهن اسفنجی، به ۱۰ میلیون و ۵۰۸ هزار و ۱۰۶ تن رسیده که این میزان حاکی از رشد ۲ درصدی نسبت به مدت مشابه سال پیش است. ما طی ۱۰ ماه سال گذشته، توانسته بودیم ۱۰ میلیون و ۲۸۳ هزار و ۲۲۲ تن محصول تولید کنیم. در حوزه فروش، جمع فروش داخلی و صادراتی محصولات شرکت در ۱۰ ماه سال جاری، به سه میلیون و ۲۰۴ هزار و ۲۰ تن رسیده که این میزان در هم‌سنجی با مدت مشابه سال قبل، ۱۳ درصد رشد داشته است. در حالی که در ۱۰ ماه سال گذشته، توانسته بودیم دو میلیون و ۸۳۴ هزار و ۹۶۲ تن محصول بفروشیم. خوشبختانه فولاد خوزستان درآمدزایی خوبی در این مدت داشته است و جمع درآمد فروش داخلی و صادراتی شرکت در ۱۰ ماه امسال، به ۴۰۴ هزار و ۱۹۱ میلیارد و ۱۰۴ میلیون ریال رسیده که این میزان در مقایسه با مدت مشابه سال قبل، ۶ درصد افزایش یافته است. در حالی که در ۱۰ ماه سال ۱۴۰۰، توانسته بودیم ۳۸۱ هزار و ۱۵۶ میلیارد و ۶۸۹ میلیون ریال درآمد داشته باشیم.

ارزیابی شما از اهمیت بومی‌سازی و رونق ساخت داخل در صنایع مختلف به ویژه صنعت فولاد چیست؟

توجه به ساخت داخل موجب ایجاد اشتغال مستقیم و غیرمستقیم می‌شود. از طرف دیگر، استمرار تولید صنایع بزرگ، در گرو آماده‌به‌کاری تجهیزات است؛ در حالی که شرایط تحریمی باعث شده ورود بخشی از تجهیزات مورد نیاز صنایع که ناگزیر از خارج تامین می‌شدند، با مشکل مواجه شود و در مواردی طرف خارجی به بهانه تحریم، زیر بار تامین قطعات نرود. در چنین شرایطی با رویکرد بومی‌سازی، می‌توان تهدید تحریم را به فرصت تبدیل کرد. اشتغال‌زایی، بی‌نیاز کردن کشور از واردات، جلوگیری از خروج ارز، ارزآوری از محل صادرات محصولات و قطعات، تنها بخشی از مزایای حمایت از تولیدکنندگان داخلی است. راهبرد اصلی شرکت فولاد خوزستان، حمایت از تولیدکنندگان و تامین‌کنندگان داخلی است. تعریف پروژه‌های مشترک با شرکت‌های دانش‌بنیان، مراکز تحقیقاتی، دانشگاه و به‌کارگیری نخبگان صنعتی، مواردی هستند که همواره مورد توجه مجموعه فولاد خوزستان قرار داشته‌اند. مدیریت متمرکز تامین و واردات مواد اولیه، تجهیزات راهبردی مورد نیاز صنعت فولاد، توانمندسازی و حمایت از شرکت‌های سازنده تجهیزات اساسی صنعت و توسعه، تعامل، همکاری و مشارکت با شرکت‌های فعال مرتبط با بومی‌سازی فناوری‌های نوین و ساخت داخل و توسعه همکاری با مراکز دانش‌بنیان و نهادهای علمی و تحقیقاتی داخلی، سیاست‌های شرکت فولاد خوزستان در حوزه بومی‌سازی را تشکیل می‌دهند. در حقیقت بومی‌سازی در تجهیزات و قطعات صنعت فولاد، به گسترش ابعاد راهبردی این صنعت کمک می‌کند و تمرکز و برنامه‌ریزی در صنعت فولاد، منجر به رونق و پیشرفت در صنایع کشور

می‌شود. مجموعه مدیریت ارشد شرکت فولاد خوزستان با افتخار اعلام می‌کند که حمایت این شرکت از تولیدکنندگان و تامین‌کنندگان داخلی دائمی است.

شرکت فولاد خوزستان چه اقداماتی در حوزه تحقیقات، تکنولوژی و بهینه‌سازی در راستای فعالیت‌های دانش‌بنیان و توسعه بومی‌سازی طی دو سال اخیر انجام داده است؟

شرکت فولادخوزستان طی سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱، چهار هزار و ۱۴۹ سفارش بومی‌سازی قطعات به شرکت‌های توانمند داخلی را ثبت کرده و موفق به بومی‌سازی یک هزار و ۵۶۰ قطعه استراتژیک صنعت فولاد شده است. تعداد سازندگان موجود در وندور لیست شرکت طی دو سال اخیر، در مجموع به یک هزار و ۵۲۷ سازنده رسیده است. بومی‌سازی در سال جاری، منجر به صرفه‌جویی ارزی ۲۰ میلیون یورویی شده است. همچنین ما با افزایش ۴۰ درصدی در جذب شرکت‌های دانش‌بنیان و افزایش ۷۳ درصدی بومی‌سازی توسط سازندگان داخلی طی دو سال اخیر مواجه بوده‌ایم. ۳۵۴ شرکت دانش‌بنیان در راستای دعوت به همکاری در زمینه بومی‌سازی در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ شناسایی شدند و ۶ هزار و ۱۱ سفارش ساخت و بومی‌سازی قطعات به شرکت‌های فناور و دانش‌بنیان در این مدت واگذار شد. زمینه فعالیت موجود برای سازندگان در شرکت فولاد خوزستان طی دو سال اخیر نیز به یک هزار و ۵۲۷ رسیده است.

برای نخستین بار در جهان، دستگاه اندازه‌گیری آهن کل و فلزی آهن اسفنجی در شرکت فولاد خوزستان با همکاری شرکت دانش‌بنیان سنجش و تحلیل پارسه ساخته شده است. انعقاد قرارداد فروسیلیکومنگنز با ارزش هفت هزار و ۲۰۰ میلیارد ریال بین فولاد خوزستان و شرکت پانیا پرتو کهربا به امضا رسیده است. از جمله پروژه‌های پژوهشی شرکت فولاد خوزستان می‌توان به بومی‌سازی و ساخت بلبرینگ‌های کف گرد با دانشگاه صنعتی امیر کبیر، ساخت کاتالیست‌های جاذب سولفورزدا با دانشگاه علم و صنعت، بومی‌سازی سیستم‌های اسلایدگیت پاتیل ذوب با شرکت دانش‌بنیان فن‌آوری پایا مواد، ساخت کاتالیست‌های ریفرمینگ مقاوم در برابر کربن با دانشگاه علم و صنعت، بومی‌سازی دستگاه نمونه‌گیر سنگ‌آهن و گندله با شرکت دانش‌بنیان پایا صنعت سما، بومی‌سازی سیستم کنترل درایو جرثقیل حمل بیلت «**konecrane**» با شرکت الکترونیک پیشتاز سپاهان و طراحی، ساخت و نصب دو عدد دستگاه تصفیه هوای گازهای سولفیدی «**sox**» در ساختمان اداری تیپ «**c**» احیا ۲ با شرکت دانش‌بنیان فناوری و پژوهش سهند آهن و فولاد خاورمیانه اشاره کرد. همچنین اجرای مقدمات انعقاد قرارداد احداث مرکز تخصصی نوآوری فولاد خوزستان با شرکت تافکو به منظور گسترش فرهنگ نوآوری و بومی‌سازی و انعقاد قرارداد استقرار نظام نوآوری بر اساس استاندارد ایزو به منظور توسعه بومی‌سازی نوآورانه در شرکت انجام شده است.

ارزیابی شما از اهمیت صادرات محصولات فولادی در اقتصاد کشور چیست؟

در شرایطی که جنگ روسیه و اوکراین می‌توانست به فرصتی طلایی برای افزایش صادرات فولاد کشور تبدیل شود، شاهد وضع عوارض صادراتی بر کالاهای معدنی و فلزی در روزهای ابتدایی سال ۱۴۰۱ بودیم. در حالی که دولت باید مشوق‌های صادراتی برای صادرکنندگان در نظر می‌گرفت، این مسئله به نوعی به تنبیه صادراتی تبدیل شد. این اقدام دولت با این پیش فرض انجام شد که ممکن بود طی سه ماهه دوم سال جاری، با کمبود عرضه در پی نبود انرژی کافی و به دنبال آن افزایش قیمت فولاد در بازار داخل مواجه شویم. خوشبختانه این اتفاق رخ نداد و تولید فولاد طی این مدت ۱۷ درصد رشد پیدا کرد؛ چراکه تولیدکنندگان از تجربه تلخ تابستان سال پیش عبرت گرفتند و طبق تفاهم‌نامه‌ای که بین وزارت صمت و نیرو منعقد شد، محدودیت‌های برقی به حداقل رسید و برق کافی در اختیار صنایع قرار گرفت. نوسان قیمت فولاد در بازارهای جهانی طی این مدت، بازار داخلی را هم تحت تاثیر قرار داد و شاهد کاهش ۵ تا ۱۰ درصدی قیمت فولاد در بازارهای بین‌المللی بودیم. دامپینگ روسیه سبب شد قیمت فولاد به حدود ۳۲۰ تا ۳۳۰ دلار به ازای هر تن برسد و در نتیجه توجیهی برای صادرات محصولات فولادی در آن زمان وجود نداشت. به دنبال همین امر، موجودی انبار شرکت‌های فولادی داخلی به شدت رشد پیدا کرد و شرکت فولاد خوزستان برای اینکه بتواند این معضل را مدیریت کند و به تولید خود ادامه دهد، افزایش فروش اعتباری را در دستور کار خود قرار داد. هدف‌گذاری ما در سال جاری در حوزه صادرات به میزان دو میلیون تن محصول بوده است که با توجه به شرایط موجود، به نظر می‌رسد حداکثر به صادرات یک میلیون و ۴۰۰ هزار تنی در پایان سال دست پیدا کنیم. صادرات شرکت فولاد خوزستان در اسفند ماه ۱۴۰۰ به ۴۷۰ هزار تن رسید که یک رکورد در نوع خود محسوب می‌شود. امیدواریم بتوانیم صادرات یک میلیون و ۵۰۰ هزار تنی را در سال ۱۴۰۲ محقق سازیم. بدین منظور از تمام ظرفیت‌های موجود در این راستا بهره خواهیم گرفت.

با توجه به ضرورت رعایت استانداردهای زیست‌محیطی در تولید فولاد، در ارتباط با پروژه‌های محیط زیستی شرکت فولاد خوزستان توضیحاتی ارائه بفرمایید.

اهداف نظام مدیریت زیست‌محیطی شرکت فولاد خوزستان شامل کاهش میزان انتشار گرد و غبار، مدیریت پسماند، حذف گازهای مخرب لایه ازون، جایگزینی خازن‌های حاوی روغن آسکارل و تصفیه و بازیافت پساب‌های صنعتی است. توجه به محیط زیست، یکی از مولفه‌های مهم تولید و توسعه پایدار به شمار می‌آید و شرکت فولاد خوزستان در جهت حفظ و بهبود محیط زیست از فرودین ماه سال گذشته، یک هزار و ۴۰۰ میلیارد تومان به اجرای پروژه‌های محیط زیستی تخصیص داده است. فولاد خوزستان در سال پیش،

پنج پروژه زیست‌محیطی با هزینه‌ای بالغ بر ۹۵۱ میلیارد ریال را تکمیل کرده است. محوطه‌سازی اسکرین هفت، اجرای شبکه پاکسازی واحدهای گندله‌سازی شماره یک و دو، نصب غبارگیر ۲۰-۴۰ در واحد موادرسانی، تامین دو دستگاه ماشین زنبیل‌کش در بخش فولادسازی و نصب سیستم مه‌پاش در خروجی مخزن روزانه و تاورهای یک و دو واحد احیای شماره دو، پنج پروژه‌ای بودند که با هدف کاهش انتشار غبار و حفظ محیط زیست در مجموعه فولاد خوزستان به اجرا درآمدند. علاوه بر پروژه‌های مذکور، این شرکت در حال حاضر ۲۴ پروژه زیست‌محیطی دیگر با هزینه‌ای بالغ بر ۱۲ هزار و ۳۰۰ میلیارد ریال در دست اجرا دارد که از این تعداد، ۱۲ پروژه تا پایان سال ۱۴۰۱ تکمیل می‌شوند. همچنین طرح توسعه فضای سبز ۲۴ هکتاری در محدوده ضلع شرقی منازل سازمانی نیز در دست اقدام بوده که تا پایان سال پیش، ۲۱ هکتار آن به همراه احداث شبکه آبیاری قطره‌ای تکمیل شد. امیدواریم در کنار ثبت رکوردهای جدید در تولید و توسعه، همچون گذشته در عرصه حفاظت و صیانت از محیط زیست کشور نیز موفقیت‌های جدیدی را به ثبت برسانیم.

شرکت فولاد خوزستان به چه میزان اجرای مسئولیت‌های اجتماعی را در دستور کار خود قرار داده است؟

باور ما بر این است که توسعه تولید در کنار رشد و ارتقا و عمل به مسئولیت‌های اجتماعی منطقه معنا پیدا می‌کند. در شرکت فولاد خوزستان، مسئولیت پذیری اجتماعی یکی از ارزش‌های سازمانی محسوب می‌شود. فعالیت اقتصادی و کسب سود، تنه یک بخش به شمار می‌آید. تعهد شرکت‌ها به منظور کمک به توسعه اقتصادی پایدار، از طریق خدمت‌رسانی به جامعه نمود پیدا می‌کند. از طرفی، حمایت از محیط زیست نقش موثری در اقلیم منطقه برجای خواهد گذاشت. نقش کلیدی فولاد خوزستان در تولید، صادرات، ارزآوری و اشتغال‌زایی زمانی معنا پیدا می‌کند که در عمل به مسئولیت‌های اجتماعی موفق باشد. باور مجموعه مدیریت و کارکنان شرکت فولاد خوزستان بر این است که در کنار تولید مستمر و خلق ارزش، با عمل به مسئولیت‌های اجتماعی در مسیر آبادانی کشور و استان مثمر ثمر باشند. حفظ و تداوم تولید، مهم‌ترین مسئولیت اجتماعی شرکت فولاد خوزستان به شمار می‌آید زیرا اشتغال ۱۶ هزار نفر وابسته به فعال بودن این مجموعه است. مصداق عینی مسئولیت اجتماعی شرکت فولاد خوزستان، باشگاه فرهنگی ورزشی فولاد خوزستان است که می‌تواند باعث بهبود و تقویت روحیه مردم استان شود. ساخت و تکمیل و بررسی کامل کارشناسی های فنی پل فولاد و تحویل قطعی آن به شهرداری اهواز، یکی از اقدامات عمرانی شرکت فولاد خوزستان در این حوزه بوده است. ساخت درمانگاه تخصصی و فوق تخصصی در منطقه محروم قلعه چنعان، خدمات‌رسانی به مردم در شرایط شیوع ویروس کرونا با تامین دستگاه اکسیژن، تامین تجهیزات بیمارستانی و راه‌اندازی مراکز تجمیعی از ابتدای شیوع ویروس کرونا تا به امروز و راه‌اندازی هفت مرکز واکسیناسیون در مناطق محروم، از اقدامات درمانی مجموعه در حوزه مسئولیت‌های اجتماعی محسوب می‌شوند.

همچنین بازسازی و تعریض اساسی جاده قلعه چنعان به شهرستان کارون (کانتکس) از محل صرفه‌جویی ارزی قطعات بومی‌سازی شده در سال ۱۴۰۱ در راستای مسئولیت‌های اجتماعی انجام خواهد شد.

شرکت فولاد خوزستان چه طرح‌های توسعه‌ای را در دست اجرا دارد؟

احداث کارخانه مگامدول آهن اسفنجی زمزم ۳ با سرمایه‌گذاری ۳۷ هزار و ۱۵۹ میلیارد ریال، احداث نیروگاه ۵۲۰ مگاواتی برق با سرمایه‌گذاری ۷۸ هزار و ۳۰۰ میلیارد ریال، احداث پکیج متالورژی ثانویه و ماشین ریخته‌گری اسلب عریض با سرمایه‌گذاری ۳۴ هزار و ۷۱۶ میلیارد ریال، احداث کارخانه اکسیژن ۴ با سرمایه‌گذاری ۹ هزار و ۴۵۰ میلیارد ریال، احداث کوره شماره ۷ فولادسازی با سرمایه‌گذاری ۶۸ میلیون یورو، نوسازی کوره‌های فولادسازی با سرمایه‌گذاری ۳۶۲ میلیون یورو و پروژه فولادسازی دو میلیون تنی شرکت صنعت فولاد شادگان با سرمایه‌گذاری ۱۱۰ هزار میلیارد ریال، از جمله طرح‌های توسعه‌ای شرکت فولاد خوزستان به شمار می‌آیند. اجرای هر کدام از این طرح‌ها، گام مهمی در راستای توسعه و پیشرفت شرکت فولاد خوزستان در آینده خواهد بود.

- ابلاغیه‌های جدید، صادرات محصولات مسی را غیراقتصادی خواهد کرد.

با توجه به افزایش کاربرد روزافزون فلز مس در صنایع مختلف و همچنین مصرف چند برابری آن درخودروهای برقی در مقایسه با خودروهای بنزینی و گازوئیلی و برنامه کشورهای توسعه‌یافته در جهت حذف خودرو با سوخت فسیلی طی چند سال آینده، افزایش تولید و همچنین صادرات محصولات مسی و آلیاژی به منظور ایجاد ارزش افزوده بیشتر در دستور کار کشورهای در حال توسعه قرار گرفته است. در حالی که حدود ۳۰۰ هزار تن کاتد مس در ایران تولید می‌شود و فرآوری و تولید انواع محصولات مسی و آلیاژی و در ادامه صادرات آن‌ها می‌تواند زمینه ارزآوری و همچنین اشتغال‌زایی آن هم در شرایط تحریمی را فراهم سازد، دولت تولیدکنندگان این محصولات را موظف به عرضه ۱۰۰ درصدی ارز حاصل از صادرات در سامانه نیمایی کرده است. شرکت صنایع مس شهید باهنر به عنوان بزرگ‌ترین تولیدکننده محصولات نیمه‌ساخته مسی و آلیاژی در خاورمیانه همواره عملکرد موفق و روبه‌رشدی در صادرات محصولات تولیدی خود داشته است و بدون شک با رفع ۱۰۰ درصدی تعهد ارزی، عملکرد صادراتی و سودآوری این شرکت با چالش مواجه خواهد شد. در همین راستا، خبرنگار پایگاه خبری و تحلیلی «فلزات آنلاین» گفت‌وگویی با مدیرعامل این شرکت تدارک دیده است که متن کامل آن را در ادامه خواهید خواند:

توضیحاتی در خصوص تاریخچه شرکت صنایع مس شهید باهنر و سبد محصولات تولیدی این شرکت ارائه بفرمایید.

شرکت صنایع مس شهید باهنر ۳۷ سال قبل به عنوان صنایع

جنبی مس و با هدف ایجاد ارزش افزوده بر روی کاتد تولیدی در مجتمع مس سرچشمه پایه‌ریزی شد. این شرکت از ۶ کارخانه ذوب و ریخته‌گری، نورد، اکستروژن و کشش، تولید لوله مسی، باسبار و سکه‌زنی تشکیل شده است. این مجموعه که بزرگ‌ترین کارخانه تولید محصولات مسی و آلیاژهای مس در خاورمیانه به شمار می‌آید، هم‌اکنون بالغ بر سه هزار کد محصول صادراتی بر پایه مس تولید می‌کند که ارزش افزوده حدود ۱۵ تا ۲۰ درصدی برای کاتدهای تولیدی در معادن مس به دنبال دارد. سبد تولیدات شرکت صنایع مس شهید باهنر شامل گسترده‌ترین محصولات مسی و آلیاژی به صورت ورق (کویل، تسمه و فویل)، لوله (شاخه، کویل و پن‌کیک) و مقاطع (سه گوش، چهار گوش، ۶ گوش و میلگرد توپر و توخالی) است. تمامی محصولات این شرکت مطابق با استانداردهای روز دنیا و با استفاده از نیروی انسانی متخصص و ماشین‌آلات روز و پیشرفته در مجموعه تولید می‌شوند. شرکت صنایع مس شهید باهنر با توجه به نیازمندی‌های صنایع پایین دستی، محصولات نوردی مسی خود را در قالب چهار آلیاژ DLP، DHP، TPC و CuSn عرضه می‌کند. محصولات نوردی برنجی این شرکت در دو شکل ورق و تسمه با آلیاژهای ۶۵B، ۶۳B و ۷۰B تولید می‌شوند. در شرکت صنایع مس شهید باهنر علاوه بر آلیاژهای برنجی، تسمه و ورق با آلیاژهای دیگری نیز تولید می‌شوند که کاربردهای ویژه دارند. این گروه از محصولات شامل ورق و تسمه فسفر برنز، برنز آلومینیم، نیکل براس و نیکل سیلور است. همچنین لوله‌های مسی بسته به نیاز بازار در سه گروهDHP ، DLP، TPC و لوله‌های برنجی نیز به منظور مصرف در شیرآلات، رادیاتور خودرو و لوستر تولید می‌شوند.

ارزیابی شما از عملکرد ۱۰ ماهه امسال شرکت صنایع مس شهید باهنر در تولید و فروش چیست؟

مجموع تولید انواع محصولات مسی و آلیاژی مجموعه در ۱۰ ماهه امسال، به ۲۹ هزار و ۵۶۶ تن رسیده است که در مقایسه با ۲۹ هزار و ۱۱۰ تن محصول تولیدشده در مدت زمان مشابه سال قبل، یک درصد رشد را نشان می‌دهد. همچنین مجموع فروش شرکت در ۱۰ ماهه سال جاری، ۲۸ هزار و ۶۴۰ تن بوده که این میزان نسبت به مدت مشابه سال قبل یعنی ۲۸ هزار و ۵۹ تن، ۲ درصد رشد داشته است. نکته قابل توجه در این مدت، میزان درآمد شرکت حاصل از فروش داخلی، صادراتی و ارائه خدمات بوده است؛ جایی که شرکت به درآمد ۵۴ هزار میلیارد ریالی دست پیدا کرده که این میزان نشان از رشد ۲۴ درصدی نسبت به مدت زمان مشابه سال قبل یعنی درآمد ۴۴ هزار میلیارد ریالی دارد. البته درصورت عدم اعمال محدودیت های ناشی از قوانین صادراتی میزان تولید و فروش شرکت سقف بالاتری از این اعداد بود که متاسفانه قوانین موضوعه مانع از تحقق آن شد.

شرکت صنایع مس شهید باهنر چه اقداماتی در حوزه بومی‌سازی و تحقیق و توسعه انجام داده است؟

دستاوردهای بومی‌سازی و ساخت داخل شرکت صنایع مس شهید باهنر در راستای سیاست‌های اقتصاد مقاومتی در جهت کاهش وابستگی به خارج از کشور و تهیه و ساخت قطعات و تجهیزات با قیمت و کیفیت مناسب حاصل شده است. تعداد ۱۳۵ مورد بومی‌سازی اعم از قطعه، دستگاه و دانش فنی تولید محصولات با همکاری واحدهای تولیدی و ستادی در جهت تحقق این هدف شناسایی و اجرا شده است. صرفه‌جویی مالی در تامین و ساخت قطعات و ماشین‌آلات و جلوگیری از خروج ارز، تعدد و تنوع در منابع تامین و کاهش انحصار در تامین قطعه و ماشین‌آلات، دستیابی به دانش فنی تولید محصولات جدید، تکمیل اطلاعات فنی و کاهش زمان تامین، از جمله دستاوردهای شرکت مس باهنر در راستای بومی‌سازی بوده است.

همچنین برای شرکت بزرگی مانند صنایع مس شهید باهنر که قصد حضور فعال و رو به رشد در بازارهای داخلی و خارجی را دارد، تحقیق و توسعه لازم و حیاتی است. با توجه به نیازهای جدید و لزوم در نظر گرفتن تغییرات بازار جهانی مس، بخش تحقیق و توسعه به عنوان ابزاری برای همکاری با دیگر واحدها برای باز کردن سیکل‌های بسته عملیاتی در زمینه بازار، فرایند تولید، افزایش تولید و حتی مهارت‌های تخصصی و حرفه‌ای مدیران و کارکنان طراحی و سازماندهی شده است. افزایش بهره‌وری و کارایی محصولات و روش‌های تولید، بهبود کیفیت محصولات، کاهش ضایعات و به‌کارگیری و مصرف مجدد آن‌ها با روش‌های علمی، جایگزینی مواد اولیه با کیفیت بهتر و اقتصادی‌تر، بررسی مداوم و برقراری ارتباط با سایر تولیدکنندگان داخلی و خارجی و کاربردی کردن و به تولید رساندن نتایج فعالیت‌ها و تحقیقات در واحدهای تولیدی، تنها بخشی از اقدامات شرکت در بخش تحقیق و توسعه است.

در حال حاضر با چه چالش‌هایی در زمینه تولید انواع محصولات مسی و آلیاژی مواجه هستید؟

محدودیت‌های ابلاغی جدید از سوی وزارت صمت متاثر از تفاوت نرخ ارز نیمایی و آزاد، موجب ضرر و زیان شرکت‌های صادراتی و از دست رفتن مشتریان جهانی این شرکت‌ها به خصوص مس شهید باهنر به عنوان تولیدکننده و صادرکننده متنوع‌ترین محصولات مسی و آلیاژی خواهد شد. زمانی که از یک سو شرکت را ملزم به تامین مواد خام مورد نیاز خود از طریق رینگ صادراتی با ارز ارائه شده در بازار متشکل می‌کنند که حدود ۳۰ درصد گران‌تر از ارز سامانه نیماست و از سوی دیگر، همین صادرکننده موظف می‌شود ۱۰۰ درصد ارز حاصل از صادرات خود را در سامانه نیما عرضه کند، شرکت تولیدی حتی اگر ۲۰ درصد هم ارزش افزوده ایجاد کند، همچنان حداقل ۱۰ درصد زیان خواهد دید و طبیعی است که این روند عملا به قطع کامل صادرات و از دست رفتن بازارهای صادراتی منجر خواهد شد. این در حالی است که سال‌ها برای به دست گرفتن بازارهای صادراتی هزینه شده است و با رفع ۱۰۰ درصدی تعهد ارزی، این بازارها به

راحتی در اختیار کشورهای حوزه CIS و چین قرار خواهد گرفت.
اخذ مالیات از درآمد حاصل از صادرات که در برنامه بودجه کشور پیش‌بینی شده نیز از جمله مواردی است که نشان می‌دهد اهمیت صادرات غیرنفتی به ویژه در شرایط تحریمی کشور، چنانچه باید مورد توجه قرار نگرفته است.

به عنوان کلام پایانی، راهکار پیشنهادی شما جهت رفع این معضل چیست؟

به نظر می‌رسد پیامد این اتفاقات ناخواسته بر خلاف منویات و تاکیدات مقام معظم رهبری در سال‌های اخیر و سیاست‌های دولت مردمی در افزایش تولید و ایجاد ارزش افزوده محصولات معدنی خواهد بود. اگر قرار است تولید و به دنبال آن اشتغال افزایش پیدا کند، بدون شک باید صادرات مدنظر قرار بگیرد زیرا بازار داخلی کشش این حجم از محصولات تولیدی را ندارد. با این وجود، بخشنامه‌های اخیر ناخواسته این گمان را به ذهن متصور می‌کند که شاید اعتقادی به صادرات وجود نداشته و یا اساسا کشور نیازی به ارز حاصل از صادرات ندارد! اگر مسئولان در خصوص صادرات ۲۰ درصدی شرکت بزرگی همچون صنایع مس باهنر که در سال‌های اخیر به همت کارگران و مدیران این مجموعه ارتقای قابل قبولی در سطح کیفیت و استانداردهای بین المللی پیدا کرده است، تصمیمات درستی اتخاذ نکنند، علاوه بر اینکه فرصت شغلی برای جذب حدود ۱۰۰ نفر نیروی انسانی از بین خواهد رفت، امکان ایجاد ارزش افزوده بر روی فرآورده معادن مس منطقه نیز منتفی می‌شود و کشور به سمت خام‌فروشی متمایل خواهد شد که این امر مغایر با سیاست‌های کلان نظام مقدس جمهوری اسلامی و برنامه‌های اقتصادی کشور در سال‌های اخیر خواهد بود.

پایگاه خبری و تحلیلی «فلزات آنلاین»، اسفند ۱۴۰۱

اخبار جهان

-آذربایجان شرقی پیشتاز در تولید فولاد خام در کشور

رئیس سازمان صنعت، معدن و تجارت آذربایجان شرقی با بیان اینکه این استان، قطب اول فولاد خصوصی کشور است، گفت: امیدواریم با رفع موانع تولید بتوانیم جایگاه بخش فولاد استان را بیش از گذشته ارتقا دهیم و به سمت تولید محصولات با ارزش افزوده بالا گام برداریم.

به گزارش پایگاه خبری و تحلیلی «فلزات آنلاین» و به نقل از ایرنا، صابر پرنیان در نشست هم‌اندیشی بررسی چالش‌های حوزه فولاد که با حضور اعضای هیئت رئیسه جدید انجمن فولاد استان برگزار شد، بیان کرد: بر خلاف موضوع فولاد هراسی که در کشور و به ویژه در استان ایجاد شده، در حال حاضر استان قطب اول فولاد خصوصی کشور است. یکی از شاخص‌های توسعه‌یافتگی کشورهای صنعتی، تولید و تکمیل زنجیره‌های فولاد است.

وی افزود: در دیداری که مردم آذربایجان در ۲۹ بهمن امسال با مقام معظم رهبری داشتند، وی یک مدال افتخار به صنعت فولاد کشور دادند که در این زمینه بخش بزرگی از این افتخار مربوط به استان است.

رئیس سازمان صنعت، معدن و تجارت آذربایجان شرقی با بیان اینکه بخش خصوصی با قوانین و دستورالعمل‌های متعددی درگیر است، تاکید کرد: در خصوص حمایت از بخش فولاد، تامین انرژی پایدار، مواد اولیه و مشکلاتی که در صادرات وجود دارد، ما رسالت سنگینی داریم که در این زمینه با تمام توان از فعالان اقتصادی این بخش حمایت می‌کنیم.

پایداری اقتصاد بر مبنای سیاست‌های اقتصاد مقاومتی را با پرچم‌داری بخش خصوصی امکان‌پذیر دانست و تاکید کرد: با توجه به اینکه رسالت دستگاه‌های دولتی تسهیل‌گری است، بنابراین تلاش می‌کنیم فضای مناسبی برای فعالیت کسب‌وکارها ایجاد کنیم.

وی ادامه داد: در بخش معدن به صورت جدی پیگیر تعیین تکلیف معادن بلاتکلیف و تعطیل هستیم و در این زمینه تلاش می‌کنیم زنجیره معدن و صنعت را به یکدیگر وصل کنیم.

رئیس سازمان صنعت، معدن و تجارت آذربایجان شرقی از ثبت اطلاعات ۹۵ درصد معادن استان در سامانه جامع تجارت خبر داد و گفت: بهره‌گیری از ظرفیت سامانه جامع تجارت و درج اطلاعات در این سامانه، اقدام بزرگی در راستای شفاف‌سازی در حوزه معدن است.

تاثیر مشکلات تامین انرژی بر رشد تولید جهانی آلومینیوم

بر اساس گزارش موسسه بین‌المللی آلومینیوم «IAI»، حجم تولید جهانی آلومینیوم در سال ۲۰۲۲ به میزان ۲ درصد افزایش یافت که نسبت به نرخ رشد ۲/۷ درصدی در سال ۲۰۲۱، روند کاهشی داشت و پایین‌ترین میزان از سال ۲۰۱۹ بود.

به گزارش پایگاه خبری و تحلیلی «فلزات آنلاین» و به نقل از خبرگزاری رویترز، مقدار تولید در نیمه دوم سال ۲۰۲۲ به سختی افزایش یافت. حجم تولید سالانه ۶۹ میلیون تنی در ماه دسامبر ۲۰۲۲، تنها ۲۳۱ هزار تن بیشتر از مقدار پیش‌بینی عملکرد سالانه جهانی بر اساس آمار دوره چند ماهه در ماه ژوئن ۲۰۲۲ بود.

بحران انرژی اروپا هزینه زیادی را بر صنایع پرمصرف برق وارد کرد.

حجم تولید منطقه‌ای سال گذشته ۱۲/۵ درصد کاهش یافت که عامل اصلی کاهش ۰/۹ درصدی مقدار تولید در بین کشورهای غیر از چین بود.

- چین به عنوان تولیدکننده برتر آلومینیوم اولیه در جهان، برای دومین سال متوالی رشد تولید ۴ درصدی را به ثبت رساند.

دز عین حال چین با مشکلات تامین برق نیز دست و پنجه نرم می‌کرد که اخیرا در استان‌های غنی از آب یون‌نان و سیچوان این موضوع ملموس بود. مقدار تولید سالانه چین در آگوست ۲۰۲۲ از زمانی که پیش‌بینی عملکرد سالانه بر اساس آمار دوره چند ماهه ۶۰۰ هزار تن کاهش یافت، با حجم ۴۱ میلیون و ۴۶۰ هزار تن به اوج خود رسید.

موضوع پارادوکس حجم تولید آلومینیوم و نقش آن در انرژی، در حال حاضر بیشتر بر آن تاکید شده است. مقدار تولید فلز آلومینیوم که برای ساختن یک سیستم برق با انرژی تجدیدپذیر حیاتی است، به خودی خود به طور فزاینده‌ای در برابر گیر و دار در دسترس بودن انرژی برق آسیب‌پذیر خواهد بود.

- کاهش تولید مقدار تولید سالانه آلومینیوم در اروپا

مقدار تولید سالانه آلومینیوم اروپای غربی در ماه دسامبر ۲۰۲۲، حدود دو میلیون و ۷۳۰ هزار تن بود که ۵۴۰ هزار تن نسبت به ماه دسامبر ۲۰۲۱ کاهش داشت و پایین‌ترین میزان تولید در این قرن بود.

حمله روسیه به اوکراین و افزایش قیمت برق ناشی از آن، باعث تعطیلی و کاهش فعالیت چندین واحد ذوب در سال ۲۰۲۲ شد.

بحران انرژی اروپا اکنون اوج خود را پشت سر گذاشت. هزینه برق بار پایه آلمان برای عرضه در سال ۲۰۲۴ از ۴۷۰ یورو بر مگاوات ساعت در ماه آگوست، به ۱۸۹ یورو بر مگاوات ساعت فعلی کاهش یافته است.

برخی از ظرفیت واحدهای ذوب تولید آلومینیوم در اروپا در حال رسیدن به نرخ تولید معمول خود هستند. واحد ذوب دانکرک، یکی از بزرگ‌ترین واحدهای ذوب اروپا با ظرفیت تولید ۲۸۵ هزار تن در سال، ۲۰ درصد کاهش ظرفیت تولید در سه ماهه چهارم سال ۲۰۲۲ داشت اما اکنون این کاهش ظرفیت به نرخ معمول تولید تبدیل شده است. هرچند برای برخی از واحدهای تولید آلومینیوم، بازگشت به نرخ تولید معمول احتمالا خیلی دیر باشد.

در همین رابطه تنها واحد ذوب کشور اسلواکی با ظرفیت تولید ۱۷۵ هزار تن در سال، پس از ۷۰ سال فعالیت، تمامی فعالیت‌های تولید آلومینیوم اولیه خود را متوقف کرد.

واحد ذوب پودگوریتسا در کشور مونته‌نگرو با ظرفیت تولید آلومینیوم اولیه ۶۰۰ هزار تن در پایان سال ۲۰۲۱، فعالیت‌های خود را متوقف کرد.

واحد ذوب پودگوریتسا و واحد ذوب کشور اسلواکی هر دو در دسته‌بندی موسسه بین‌المللی آلومینیوم اروپای شرقی و روسیه لحاظ شده بودند.

همین شرایط هم برای واحدهای ذوب در رومانی و اسلوونی که هر دوی آن‌ها در سال ۲۰۲۲ میزان فعالیت مرتبط با تولید خود را به شدت کاهش دادند، صدق می‌کند.

با این حال، مقدار تولید منطقه‌ای در سال ۲۰۲۲ تنها ۱/۴ درصد کاهش یافت که نتیجه‌ای خلاف انتظارات قبلی است؛ مگر اینکه توقف فعالیت واحدهای ذوب با مقدار تولید بیشتر در روسیه جبران شود.

این مقدار تولید جبرانی با توجه به اینکه شرکت «Rusal» قصد داشت واحد ذوب جدید «Taishet» خود را در سال ۲۰۲۲ راه‌اندازی کند، امکان‌پذیر خواهد بود؛ هر چند هنوز هیچ به‌روزرسانی جدیدی در مورد این پروژه واحد ذوب با ظرفیت ۴۲۸ هزار و ۵۰۰ تن در سال وجود ندارد.

-کاهش ظرفیت تولید واحدهای ذوب چین

مقدار تولید ۴۰ میلیون و ۳۹۰ هزار تن آلومینیوم چین در سال ۲۰۲۲ یک رکورد جدید سالانه محسوب می‌شد اما برخی منابع آگاه از کاهش و تغییرات قابل توجهی در شبکه اصلی ذوب این کشور خبر می‌دادند.

در همین رابطه، برخی واحدهای ذوب جدید فعالیت تولیدی خود را آغاز کردند و ظرفیت تولید در برخی واحدهای ذوب استان‌های چین به نرخ نرمال خود بازگشت. این در حالی است که در برخی دیگر از واحدهای ذوب، سهمیه‌بندی‌های برق به کاهش اجباری ظرفیت تولید این واحدها منجر شد.

این تعادل در تولید و رشد تدریجی در نیمه اول سال ۲۰۲۲، به کاهش تولید در ماه‌های پایانی سال تغییر یافت.

واحدهای ذوب چین، سال ۲۰۲۲ شاهد تکرار محدودیت‌های اعمال‌شده طی بحران انرژی زمستانی ۲۰۲۱ نبود اما خشکسالی در جنوب غربی این کشور بر نرخ‌های بهره‌برداری ذوب تاثیر گذاشت. طبق گزارش موسسه «SMM»، حدود دو میلیون تن حجم تولید در استان‌های یونان، سیچوان و گوئیژو در پایان سال ۲۰۲۲ از ظرفیت تولید خارج شد.

این کاهش ظرفیت تولید بعید است تا سه ماهه دوم ۲۰۲۳ و زمانی که با آغاز فصل بارش‌ها، سطح مخازن آب کاهش یافته مورد استفاده در سیستم برق آبی منطقه به حالت نرمال برسد، به مقدار ظرفیت معمول خود برسد.

هنوز فضای زیادی برای رشد تولید در چین وجود دارد و هنوز این ظرفیت به سقف ظرفیت تولید تعیین شده دولت با مقدار ۴۵ میلیون تن نرسیده است.

با این حال، دو سال گذشته نشان داده است امکان اینکه چین به

طور فزاینده‌ای بتواند با ظرفیت فعلی خود برای مدت طولانی پیش از اعمال محدودیت‌های برق از سوی مقامات استانی که به دنبال متعادل کردن بار انرژی هستند، به ندرت اتفاق خواهد افتاد.
فشارها برای تبدیل فرایند تولید آلومینیوم مبتنی بر انرژی‌های سبز این مسئله که مشکلات خشک‌سالی در جنوب غربی چین، تولیدکنندگان آلومینیوم را از انتقال ظرفیت تولید خود از استان‌های با واحدهای تولید با سوخت زغال‌سنگ که متقاضی فلزات با دی‌اکسید کربن تولیدی کمتر هستند، منصرف نکرده است.
فشار بر واحدهای تولید به منظور گذار به انرژی‌های سبز، به یک عامل مهم در تغییر ساختار فرایند تولید واحدهای ذوب در اقصی نقاط جهان تبدیل شده است.
آمریکای لاتین با رشد ۱۰/۷ درصدی تولید آلومینیوم در سال ۲۰۲۲، سریع‌ترین رشد تولید آلومینیوم را داشت. مهم‌ترین عامل این رشد، تولید راه‌اندازی مجدد واحد ذوب شرکت «Alumar» در برزیل و تغییر آن مبتنی بر انرژی‌های تجدیدپذیر بود. به گفته مالک ۴۰ درصد از سهام شرکت «South32» و با توجه به نرخ بهره‌برداری این نیروگاه در هفت سال گذشته، این افزایش سرعت رشد در تولید ممکن است کمی بیشتر از زمان برنامه‌ریزی شده برای آن به طول بینجامد.
شرکت Alcoa که مالک ۶۰ درصد از سهام شرکت «Alumar» به شمار می‌آید، امیدوار است که واحد ذوب «San Ciprian» خود در اسپانیا را پس از دگرگون ساختن فرایند تولید و تغییر آن مبتنی بر انرژی‌های تجدیدپذیر مجدد راه‌اندازی کند. شرکت «Alumar» دو قرارداد تامین انرژی از طریق نیروگاه بادی منعقد کرده است که ۷۵ درصد انرژی مورد نیاز این واحد ذوب با ظرفیت ۲۲۸ هزار تنی در سال را پوشش می‌دهد.
اگر دولت اسلواکی بتواند چارچوب اتحادیه اروپا در مورد جبران انتشار کربن را اجرا کند، حتی شرکت «Slovalco» ممکن است توسط مالک نروژی خود یعنی شرکت «Norsk Hydro» احیا شود.
پارادوکس تامین انرژی و افزایش ظرفیت تولید آلومینیوم
با این حال، تعجیل برای گذار به انرژی تجدیدپذیر پارادوکس تامین انرژی در تولید آلومینیوم را برجسته می‌کند. همان طور که واحدهای ذوب بیشتری به تامین انرژی مبتنی بر انرژی تجدیدپذیر روی می‌آورند، حجم تولید جهانی آلومینیوم بیش از پیش به در دسترس بودن انرژی برق متغیر فصلی وابسته خواهد بود.
علاوه‌براین، موضوع میزان فصلی بودن تامین انرژی به خودی خود در حال تغییر است زیرا گرمایش جهانی هم خشکسالی‌های طولانی‌تر و هم هوای گرم‌تر در تابستان را به همراه دارد که ترکیب این دو، باعث افزایش مصرف انرژی و در عین حال کاهش تولید برق می‌شود.
در چند سال گذشته، مشخص شده است که واحدهای ذوب آلومینیوم چین همراه با سایر صنایع انرژی‌بر، همیشه در زمان اتفاقاتی چون سهمیه‌بندی برق در ردیف اول برای کاهش اجباری ظرفیت تولید خود هنگامی که یک استان این کشور تلاش می‌کند میزان مصرف انرژی خود را متعادل کند، هستند.
چنین متعادل‌سازی‌هایی در مصرف انرژی منطقه‌ای در حال حاضر بخشی از چشم‌انداز تولید جهانی آلومینیوم است اما ممکن است موجب ایجاد نوسانات در سمت عرضه آلومینیوم که با مشکلات کمتری در گذشته روبه‌رو بوده، شود.
برخی این احتمال را مطرح می‌کنند که ظرفیت تولید به ظاهر غیرقابل توقف آلومینیوم در چین حتی قبل از رسیدن به سقف ظرفیت تعیین شده دولت این کشور، قادر به ادامه این روند نخواهد بود.

- رونق صنعت مس وابسته به بهبود وضعیت اقتصاد چین

سال ۲۰۲۳ با افزایش تقاضا برای مس، آغاز و موجب افزایش سرمایه در این بازار شد. پیش‌بینی می‌شود که خروج سریع چین به عنوان بزرگ‌ترین خریدار فلزات در جهان پس از یک سال قرنطینه مرتبط با ویروس کرونا به بهبود تقاضا در این بازار کمک کند.
به گزارش پایگاه خبری و تحلیلی «فلزات آنلاین» و به نقل از خبرگزاری رویترز، قیمت سه ماهه مس بورس فلزات لندن «LME» در روز ۱۷ ژانویه ۲۰۲۳ برای اولین بار از ماه ژوئن ۲۰۲۲ به حدود ۹ هزار دلار در هر تن رسید. این فلز در اواسط ماه ژانویه حدود ۹ هزار و ۱۳۰ دلار معامله شد که از آغاز ماه ژانویه ۲۰۲۳ تا کنون، حدود ۹/۶ درصد افزایش داشته است.
این نوسان قیمت به دلیل تغییر در موقعیت سرمایه‌گذاری در موقعیت‌های خرید و فروش در بورس فلزات لندن و بورس بازرگانی و کالای شیکاگو «CME» است که موجب پیش‌بینی روند صعودی در این بازار شد.
بیشترین تمایل سرمایه‌گذاران در سال ۲۰۲۲ به سمت موقعیت فروش در بازار مس بود. اعمال قرنطینه در چین، بحران انرژی در اروپا و افزایش شدید نرخ بهره در ایالات متحده آمریکا، همگی دلایلی برای افزایش نیافتن شدید قیمت مس در این بازار بودند. بازگشت سود سرمایه‌گذاری، نشانه‌ای از این موضوع است که بسیاری پیش‌بینی چشم‌اندازی روشن را در این بازار دارند.

- پیش‌بینی افزایش قیمت در بازار مس

بر اساس آخرین گزارش تعهدات معامله‌گران آمریکا، مدیران صندوق‌های سرمایه‌گذاری در ماه ژانویه ۲۰۲۳ به سرعت به دنبال سرمایه‌گذاری در موقعیت‌های خرید فلز مس در بورس «CME» بودند و با این کار موجب افزایش قیمت ۳۲ درصدی فلز مس در این بازه زمانی شدند. در عین حال، تعداد ۶۵ هزار و ۷۰۳ قرارداد موقعیت خرید مس در ماه ژانویه ۲۰۲۳ به ثبت رسید.
افزایش قیمت در راستای پیش‌بینی روند صعودی در بازار مس، موجب کاهش ثبت قراردادهای موقعیت‌های فروش از حدود ۴۰ هزار و ۸۰۷ قرارداد به ۳۶ هزار و ۹۰۷ قرارداد در هفته منتهی به روز ۱۷

ژانویه ۲۰۲۳ شد.
سرمایه‌گذاری مرتبط با موقعیت‌های خرید در بازه زمانی مذکور، منجر به ثبت حدود ۲۸ هزار و ۷۹۶ قرارداد شد که بیشترین تعداد از ماه آپریل ۲۰۲۲ بود.
به گفته تحلیلگران شرکت مالی و سرمایه‌گذاری «Citi»، وضعیت مشابهی در بازار بورس فلزات لندن نیز در جریان بود و افزایش قیمت حدود سه میلیارد دلاری از موقعیت‌های فروش را تحت تاثیر قرار داد.
شرکت مالی و سرمایه‌گذاری «Citi» اعلام کرد که سرمایه‌گذاری در یک موقعیت فروش با حجم ۴۰۰ هزار تنی فلز مس در اواسط سال ۲۰۲۲، قیمتی در حدود هفت هزار و ۸۰۰ تا هشت هزار و ۶۰۰ دلار داشت. این شرکت افزود تا جایی که این حجم از موقعیت‌های فروش از قبل پوشش داده نشود، ممکن است در کوتاه‌مدت موجب تاثیرگذاری بر قیمت مس شود.
افزایش ثبت قراردادهای باز
افزایش تمایل سفته‌بازان به بازار مس در چندین ماه گذشته مشهود است و فعالیت‌های تجاری جهانی، نشانه‌هایی از بهبود وضعیت بازار این فلز پس از تجربه یک رکود طولانی‌مدت را نشان می‌دهد.
در همین رابطه، هر سه بورس فلزات لندن «LME»، بورس «CME» و بورس آتی شانگهای «ShFE» شاهد کاهش مداوم حجم عرضه و ثبت قراردادهای باز در سال ۲۰۲۱ و نیمه اول سال ۲۰۲۲ بودند.
اعمال سیاست‌های انقباضی در بازار در حدود ماه جولای ۲۰۲۲ متوقف شد و بورس فلزات لندن و بورس «CME» با رشد ثابت سالانه حجم در پایان سال ۲۰۲۲ مواجه شدند.
حجم مس بورس فلزات لندن در سال ۲۰۲۱، تنها ۱/۹ درصد کاهش یافت که نشان از عملکرد انعطاف‌پذیر آن در مقابل یک سال وضعیت آشفته بازار فلز نیکل در بورس فلزات لندن بود.
تعداد ثبت قراردادهای باز آتی بورس «CME» در پایان ماه نوامبر ۲۰۲۲، به ۱۴۹ هزار و ۶۴۲ قرارداد کاهش یافت که پایین‌ترین میزان از سال ۲۰۱۴ است. تعداد ثبت این قراردادها از آن زمان به بعد، به ۱۹۸ هزار و ۱۸ قرارداد فعلی بازگشته است.
در همین راستا، تعداد ثبت قراردادهای اختیار معاملات بورس «CME» افزایش یافت. تعداد ثبت قراردادهای اختیار معاملات ماهانه به رکورد ۱۲۶ هزار و ۱۷۱ قرارداد در ماه نوامبر ۲۰۲۲ رسید.
این افزایش ثبت قراردادها به ثبت قراردادهای اختیار معاملات هفتگی جدیدتر در بورس «CME» و فلز مس گسترش یافت که ۰/۱ حجم قرارداد اصلی است. همچنین حجم معاملات از زمان عرضه در ماه می ۲۰۲۲ تاکنون، معادل بیش از ۶۰۰ هزار تن مس است. به نظر می‌رسد قیمت مس پس از یک سال تجربه وضعیت نابسامان، دوباره شاهد حضور سرمایه‌گذاران در این بازار است.

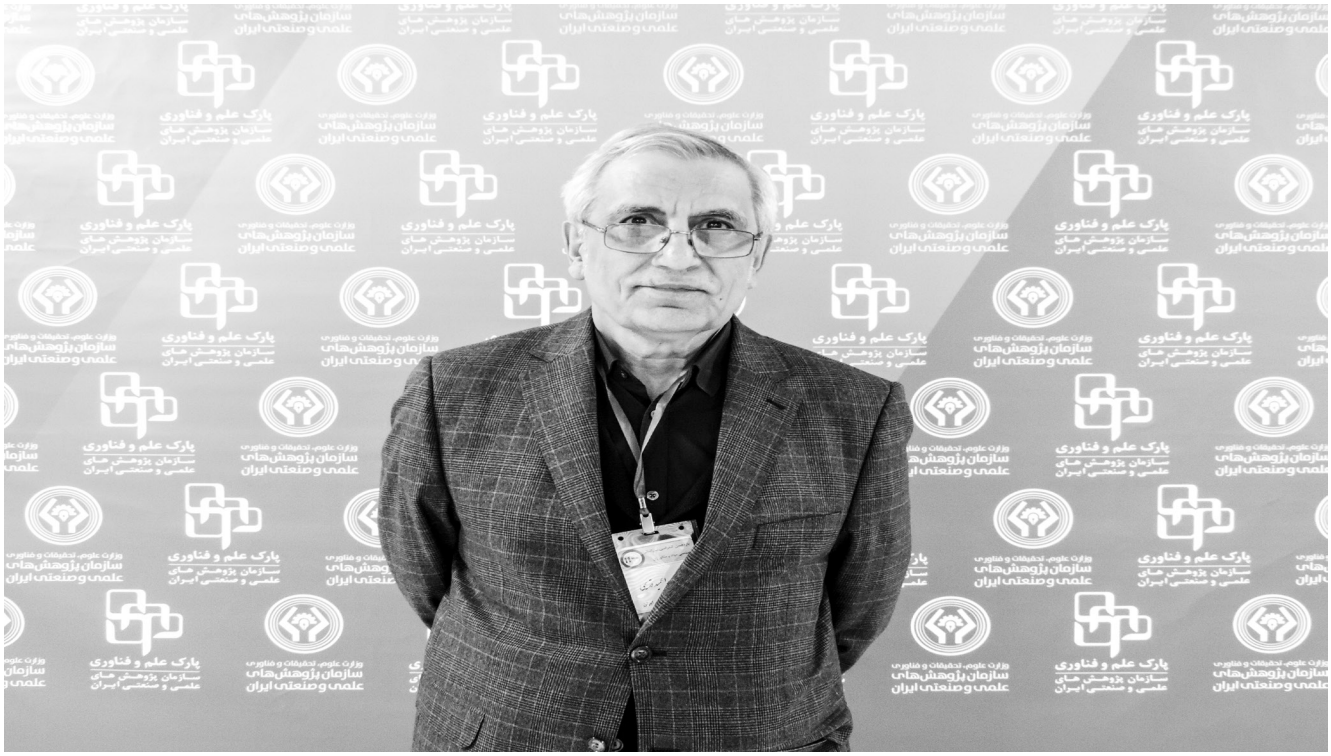
- روند افزایشی قیمت مس

تمایل مجدد سرمایه‌گذاران علی‌رقم چشم‌انداز بازار مس و رکود صنعتی در اروپا و کندی شدید رشد اقتصادی در ایالات متحده آمریکا افزایش یافت.
بانک جهانی در نیمه دوم ماه ژانویه ۲۰۲۳ پیش‌بینی رشد جهانی اقتصاد را برای سال ۲۰۲۳ از ۳ درصد به ۱/۷ درصد کاهش داد که کمترین سرعت رشد به نسبت رکود اقتصادی سال‌های ۲۰۰۹ و ۲۰۲۰ و کندترین رشد اقتصادی از سال ۱۹۹۳ است.
با این حال، واضح است که افزایش موقعیت خرید مس در درجه اول وابسته به بهبود وضعیت اقتصاد چین است که نیازمند اقداماتی در جهت احیای بخش املاک و افزایش زیرساخت‌های فلزات مبتنی بر انرژی‌های تجدیدپذیر بیشتر است.
شایان ذکر است که قیمت مس تحت‌الشعاع قیمت سنگ‌آهن قرار گرفته است که حتی بیشتر در ساخت‌وساز املاک در چین مورد استفاده قرار می‌گیرد. در عین حال، حجم معاملات سنگ‌آهن بورس آتی دالیان در روز ۱۴ ژانویه ۲۰۲۳ با جهش ۳ درصدی، به بالاترین سطح در ۱۷ ماه گذشته رسید.
قیمت مس و سنگ‌آهن پس از تعطیلات سال نوی چینی و با توجه با افزایش فعالیت‌های مرتبط با تولید در چین، دوباره افزایش یافت.
اینکه قیمت مس چه سرنوشتی خواهد داشت و چه مقدار می‌توان به رشد این بازار در آینده امیدوار بود، موضوعی است که با گذر زمان مشخص خواهد شد.
وضعیت نامشخص در مورد میزان سرایت گونه‌های جدید ویروس کرونا، نامعلوم بودن زمان برون‌رفت بازار املاک از رکود و تاثیر منفی احتمالی آن بر صادرات، بیش از هر عامل دیگری بر کاهش رشد اقتصادی موثر خواهد بود.
اگر قیمت فلز مس در وضعیت بازیابی و افزایش قرار دارد، در واقعیت موضوعی ناامیدکننده برای بازار این فلز خواهد بود. به همین دلیل علاقه‌مندان به سرمایه‌گذاری در بازار مس بهتر است که در این خصوص صبر پیشه کنند.
پایگاه خبری و تحلیلی «فلزات آنلاین»، اسفند ۱۴۰۱

همایش ها و نمایشگاه های خارجی در سال ۲۰۲۳		
ردیف	عنوان	تاریخ و محل برگزاری
۱	نمایشگاه متالورژی، ریخته گری و صنعت فلز - Metalforum ۲۰۲۳ بخشی از نمایشگاه ITM Industry Europe Trade Fair ۲۰۲۲، که شامل نمایشگاه های Mach-Tool، Smart Factory، Surfex، Welding و Research for Industry نیز می شود.	۳۰ می تا ۲ ژوئن ۲۰۲۳، پوزنان، لهستان
۲	نمایشگاه بین المللی تجهیزات و فناوری های معدن، متالورژی، زغال سنگ و صنایع انرژی	۳۰ می تا ۱ ژوئن ۲۰۲۳، شهر اوست-کامنوگورسک، قزاقستان
۳	کنفرانس اروپایی در مورد عملیات حرارتی و مهندسی سطح	۲۹تا۳۱ می ۲۰۲۳، جنوا، ایتالیا
۴	نمایشگاه بین المللی فلزکاری، ماشین ابزار و مهندسی - نمایشگاه مهندسی فلز	۲۴تا۲۷ می ۲۰۲۳، مالزی
۵	رویداد بازیافت فلزات۲۰۲۳ پیشرو و بزرگ‌ترین رویداد اروپا به بازیافت فلزات و صنایع مرتبط.	۲۴تا۲۵ می ۲۰۲۳، کاونتری، انگلستان
۶	بیست و سومین نمایشگاه بین‌المللی ریخته‌گری قالب، کوره‌های صنعتی و محصولات فلزی-متالورژی چین (گوانگژو)،	۱۸تا۲۰ می ۲۰۲۳، گوانگژو، چین
۷	کنگره ریخته گری مکزیک ۲۰۲۳	۱۸ می ۲۰۲۳، کوئرتارو، QT، مکزیک
۸	دهمین نمایشگاه متال اوزاکا ۲۰۲۳ آلیاژهای بسیار کاربردی، فلزات، تجهیزات فلزکاری، ارزیابی / آزمایش / فناوری تجزیه و تحلیل، بازیافت.	۱۷تا۱۹ می ۲۰۲۳، اوزاکا، ژاپن
۹	سی و دومین کنفرانس بین المللی متالورژی و مواد - فلز ۲۰۲۳	۱۷تا۱۹ می ۲۰۲۳، برنو، جمهوری چک
۱۰	نمایشگاه شکل دهی، ساخت، جوش و تکمیل فلز - فاب تک مکزیک ۲۰۲۳	۱۶تا۱۸ می ۲۰۲۳، مکزیکو سیتی، مکزیک
۱۱	بیست و هشتمین کنفرانس جهانی آلومینیوم ۲۰۲۳	۱۶تا۱۸ می ۲۰۲۳، لندن، بریتانیا

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

سخنرانی مراسم اختتامیه IMAT2022



در پایان شانزدهمین کنفرانس مشترک انجمن علمی ریخته گری ایران و انجمن مهندسی متالورژی و یازدهمین کنفرانس بین المللی IMAT که در واقع سی و چهارمین سمینار سالانه جامعه ریخته‌گران ایران است، به نمایندگی از هیئت مدیره هر دو انجمن از کلیه ارائه دهندگان مقالات و روسای علمی و اجرایی آقایان دکتر رایگان و دکتر شهری و بلاخره سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران که با کلیه پرسنل و امکانات، در هرچه بهتر برگزار شدن این رویداد مهم تلاش بی دریغ نموده است صمیمانه تشکر می کنم.

امسال ۴۳ امین سال فعالیت و حضور انجمن علمی ریخته گری یا همان جامعه ریخته‌گران ایران است که از سال ۱۳۵۸ تا کنون راهی طولانی را طی نموده است

اما علاقه مندم در پایان این کنفرانس بسیارموفق، گلایه هایی را مطرح کنم که باعث شده تا پیشرفت هایی که مشاهده می‌کنیم هم عرض نباشند. چرا در کنار قطعات بسیار حساس مانند پره های توربین، تولید خودروی کشور که عمدتاً به نوعی هدررفت سرمایه های کشور است، با نام‌های مختلف ادامه دارد؟ آیا واقعاً دیگر پیکان تولید نمی کنیم و یا اینکه هر چند سال نامش عوض می شود؟ آیا می دانیم چقدر از سرمایه‌های کشور تاکنون صرف ورود ماشین‌آلات صنعتی و تجهیزات سبک و سنگین صنعتی و آزمایشگاهی شده که کمترین آمار و اطلاعاتی از آنها وجود ندارد؟

شاید بدون اغراق این حجم از ماشین آلات و تجهیزات در کشورهایی با جمعیت مشابه کشور ما، به عنوان مثال در کشور بزرگ مانند ژاپن با آن ظرفیت اقتصادی در یک شهرک بزرگ صنعتی، بنده از نزدیک شاهد بودم تنها یک مرکز متالورژی به تمامی واحدهای ریخته گری خدمات آزمایشگاهی می‌داد. در حالی که امروز در اکثر واحدهای ریخته گری کشور حداقل دو اسپکترومتر داریم با آن هزینه‌های بالای کالیبراسیون، آن هم برای خدمات به یک واحد.

بدون تردید در یک شرایط رقابتی بنگاهی که نسبت به استانداردهای جهانی گرانتر اداره می‌شود محکوم به شکست است و اگر امروز تنها قرار باشد انرژی و دستمزد نیروی کار بر اساس نرخ حداقل جهانی تنظیم شود، بسیاری از بنگاه‌های بزرگ و کوچک تولیدی و خدماتی فعالیتشان توجیه اقتصادی نخواهد داشت، اما از سوی دیگر سالهاست

که در کشور مطالعات بنیادی و ملی بر اساس تحقیقات و گردآوری اطلاعات میدانی جایگاهی ندارد زیرا موجه ترین مجریان چنین طرح‌هایی تنها انجمن های علمی و صنعتی در کشور هستند که به دلیل محدودیت غیر منطقی سازمان برنامه نمی‌توانند از بودجه‌های دولتی برای انجام چنین پژوهش‌های استفاده کنند. با اطمینان عرض می کنم چنین ظرفیت‌هایی که در انجمن قابل تجهیز هستند در هیچ نهاد دولتی و هیچ شرکت خصوصی وجود ندارد. هنگامی که آگاه شدم سمینار امسال در سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران برگزار می شود، از آرشیو کتابخانه انجمن ۲ صفحه از پروژه‌ای را کپی کردم که ۳۶ سال پیش انجام شده است. نام این پژوهش انتخاب مناسب‌ترین کوره ذوب برای ریخته گری در ایران بود. تصور می‌کنم یکبار باید همه بزرگان صنعت و مدیریت جمع شود و به این موضوع بیندیشند که از کجا مسیرهای سیاستگذاری به بیراهه رفته و چرا برنامه ریزی های کلان صنعتی و اقتصادی به گونه‌ای است که دیگر گاز برق و آب برای هیچ صنعت جدیدی نداریم. در حالی که هنوز در برخی موارد حتی به ۵۰ درصد اهداف کلان هم نرسیدیم. امروز از یکی از واحد های ریخته گری در شهرستانی از شمال کشور، ابلاغیه ای از از اداره برق آن شهرستان برای من ارسال شد، مبنی بر اینکه کلیه واحدهای بالای یک مگاوات باید ۱۰ درصد در مصرف برق صرفه جویی کنند در غیر این صورت دچار قطعی برق خواهد شد. مشکل برق در تابستان و مشکل کمبود گاز در زمستان سال هاست که تولید صنایع را دچار رکود نموده ولی اینک به قدری میرسد باید به کمبود برق در زمستان و شاید گاز در تابستان هم عادت کنیم.

امیدوارم در سایه خرد جمعی با تغییر در سیاست های کلان شرایطی فراهم گردد تا بخشی از منابع و بودجه های ملی کشور به انجام تحقیقات بنیادی و ملی اختصاص یابد تا بتوانیم دست‌کم امید به بهبود را برای نسل جوان از خود به جای بگذاریم.

عبدالحمید قدیمی

رییس هیئت مدیره انجمن علمی ریخته گری ایران

۱۴۰۱/۰۹/۲۹

پرسش و پاسخ

دکتر مهرداد عضو امینیان
استادیار دانشکده مهندسی مکانیک و مواد، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران
mrd.aminian@gmail.com

سوال ۱) مهمترین نکات در فروش یک قطعه ریختگی که باید یک ریخته گر به آنها توجه نماید، کدامند؟

جواب:

۱- اگر اطلاعات داده شده به ریخته گر صحیح نباشد، ریخته گر این حق را دارد که نسبت به تغییر قیمت به نفع خود اقدام نماید.

۲- تغییرات در طراحی، وزن، مشخصات و مقدار در قطعات موجب تغییر در قیمت می شود.

۳- مسئولیت دقت ابعادی قطعات، برای مدل هایی که توسط خریدار ساخته می شود، متوجه ریخته گر نیست و در این رابطه، ریخته گر مسئول نمی باشد.

۴- خریدار مسئول تعمیرات احتمالی مدل به بهترین شکل می باشد.

۵- ساخت مدل توسط خریدار، باید با روش قالب گیری و تجهیزات قالب گیری تولید کننده قطعه هماهنگ باشد.

۶- بیمه مدل ها به عهده خریدار می باشد.

۷- باید درمورد حمل و نقل قطعات تصمیم گیری شود که بر عهده تولید کننده است و یا خریدار.

۸- عودت قطعات برگشتی معمولا تا قبل از شش ماه از تاریخ تحویل اعتبار دارد، مگر در قرار داد به نحوه دیگری در این مورد اشاره شود.

۹- خریدار هزینه ماشین کاری قطعات معیوب را به عهده نمی گیرد، و باید در قرارداد به میزان قبول ضایعات توسط خریدار اشاره نمود.

۱۰- ثبت و توافق بر روی مشخصات و دستور العمل های خاص تولید نمونه، قبل از تولید انبوه الزامی است.

۱۱- مگر توافق شود، در غیر اینصورت تولید کننده مشخصاتی که در ارتباط با آزمایشات ترکیب شیمیایی و مکانیکی بوده و الزام آور برای ضمانت قطعه نمی باشد را قبول نمی کند.

۱۲- زمان تحویل قطعات توسط تولید کننده مهم بوده و برای دیر کرد تحویل قطعات، باید جریمه ای از سوی خریدار در نظر گرفته شود.

سوال ۲) چه اطلاعاتی را برای خریداران قطعات ریختگی باید ثبت و نگهداری نمود؟

جواب:

۱- تاریخچه خرید قطعات (اطلاعات مربوط به قطعه)

۲- اطلاعات مدل

سوال ۳) اطلاعات مربوط به قطعه که باید ثبت و نگهداری شود، شامل چه نکاتی است؟

جواب :

۱- شماره قطعه

۲- شماره نقشه

۳- توضیحات مهم مربوط به قطعه و شرایط تولید آن

۴- وزن قطعه

۵- مشخصات مواد و قطعه بر اساس استاندارد مربوطه

۶- نام و مشخصات تولید کننده

۷- توضیحات مربوط به کیفیت و استاندارد های بازرسی قطعه

۸-اندازه قطعات به منظور طراحی تعداد قطعات در هر قالب

سوال ۴) اطلاعات مربوط به مدل که باید ثبت و نگهداری شوند، شامل چه نکاتی است؟

جواب:

۱- شماره قطعه

۲- شماره نقشه

۳- توضیحات مهم مربوط به قطعه و شرایط تولید آن

۴- نام و مشخصات تولید کننده یا تولیدکنندگان

۵- نوع مدل(چوبی، فلزی، پلاستیک و غیره)

۶- تعداد مدل در هر صفحه مدل

۷- تعداد جعبه ماهیچه

۸-اندازه درجه برای قالب گیری قطعه یا قطعات

۹- چگونگی قرار گرفتن درجه ها بر روی هم
۱۰- نوع فرآیند قالب گیری و تجهیزات مربوطه
۱۱- قیمت مدل
۱۲- زمان ساخت و دفعات ساخت مدل
۱۳- زمان تعمیرات احتمالی مدل و هزینه تعمیرات آن
۱۴- زمان انتقال مدل از یک کارخانه به کارخانه دیگر
۱۵- تعداد قطعات تولیدی از مدل
۱۶- زمان سر شکنی هزینه مدل به قطعات تولیدی (به بیان دیگر بعد از تولید چند قطعه، هزینه مدل پوشش داده می شود.)

سوال ۵) در سفارش خرید یک قطعه ریختگی، به چه عواملی باید اشاره نمود؟

جواب:
۱- نکات تکنیکی باید شفاف و روشن باشد. (تلرانس های و اطلاعات ماشین کاری، نقاط و یا سطوح مهم جهت ماشین کاری و سایر مشخصات تولید کننده)
۲- در نظر گرفتن شرایط فروش تولید کننده قطعه (در سوال ۱ توضیح داده شده است)
۳- مشخصات کامل مواد، شماره مدل قطعه و نقشه آن و تعداد قطعه مورد نیاز
۴- زمان تحویل قطعه نمونه
۵- تعداد تولید قطعه در هر شیفت و یا نوبت
۶- جدول زمانی تحویل قطعات
۷- قیمت توافق شده برای قطعه
۸- زمان و مرجع پیش فاکتور
۹- جزئیات تجهیزات مدل ساخته شده
۱۰- قیمت تجهیزات مدل
۱۱- جزئیات آزمایشات غیر مخرب مورد نیاز برای بازرسی عیوب احتمالی قطعات
۱۲- چگونگی نمونه برداری برای بررسی کیفیت قطعات
۱۳- جزئیات هر گونه الزامات خاص و یا شرایط کاری قطعه
۱۴- شرایط پرداخت و تخفیفات احتمالی
۱۵) توافق بر میزان ضایعات مورد قبول طرفین (به عنوان مثال تا زیر ۳ درصد مورد پذیرش خریدار می باشد و بیش از این مقدار، در تعهد تولید کننده می باشد.)

واژه نامه

دکتر مهرداد عضو امینیان
استادیار دانشکده مهندسی مکانیک و مواد، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران
mrd.aminian@gmail.com

آنالیز حرارتی مکانیکی دینامیکی (Dynamic Mechanical Thermal Analysis)

یکی از تکنیک های حرارتی می باشد. که برای شناسایی مواد به خصوص پلیمرها استفاده می شود. آنالیز حرارتی مکانیکی دینامیکی (DMA) را به سادگی می توان به صورت اعمال نیروی نوسانی بر روی یک نمونه و تجزیه و تحلیل پاسخ ماده به آن نیرو تعریف کرد. در این تکنیک نمونه در دستگاه آنالیز حرارتی مکانیکی دینامیکی قرار گرفته و فرکانس، دامنه و محدوده دمایی مناسب به عنوان داده های ورودی به دستگاه وارد می گردد. سپس دستگاه آنالیز حرارتی مکانیکی دینامیکی در محدوده دمایی انتخاب شده به نمونه تنش سینوسی وارد می کند و پاسخ مکانیکی مواد در یک محیط دمایی کنترل شده اندازه گیری می شود. مناطق انتقال در پلاستیک ها، از قبیل دمای انتقال شیشه ای را شناسایی می کند و برای کنترل کیفیت و توسعه محصولات استفاده می شود. این تکنیک نسبت به روشهای دیگر بسیار حساستر است و می تواند مناطق انتقال کوچک که تشخیص آنها با (DSC) امکان پذیر نیست را تشخیص دهد. آزمون (DMA) امکان تشخیص اثرات حرارتی به دلیل تغییر در مدول رفتار اتلافی ماده را فراهم می کند. از این روش میتوان خواصی مانند میل به جاری شدن (گرانروی) و سفتی (مدول) را به ترتیب از تاخیر فاز و بازگشت نمونه محاسبه کرد. این خواص اغلب به صورت قابلیت اتلاف انرژی به شکل گرما (میرایش) و قابلیت بازگشت از تغییر شکل (خاصیت کشسانی) تعریف کرد.

آزمون کالریمتری اسکن دیفرانسیل (Differential Scan Calorimetry)

دماسنجی اسکن دیفرانسیل (DSC) ظرفیت حرارت خاص، دمای انتقال و دمای تغییرات فاز و نقاط ذوب را اندازه گیری می کند. این آزمایش اختلاف در مقدار گرمای مورد نیاز برای افزایش دمای نمونه و مرجع به عنوان تابعی از دما اندازه گیری می شود. هر دو نمونه و مرجع تقریباً در دمای یکسان در طول آزمایش نگهداری می شوند.
نمونه وارد یک انتقال (ذوب، تبلور و غیره) می شود، گرما جذب می شود یا ساطع می شود. سپس این تغییر جریان گرما توسط سیستم اندازه گیری می شود و تفاوت در ترکیب مواد، تبلور و اکسیداسیون را تعیین می کند.
به طور کلی ، برنامه دما برای آنالیز (DSC) برای افزایش دمای نگهدارنده نمونه، بصورت خطی به عنوان تابعی از زمان طراحی شده است. نمونه مرجع باید از ظرفیت حرارتی خوبی در محدوده دما اسکن برخوردار باشد. نتایجی که از این آزمایش می توان مشاهده نمود:
۱- دمای انتقال شیشه : درجه حرارت که در آن پلیمرهای آمورف یا یک قسمت آمورف از یک پلیمر بلوری از یک شکننده سخت به حالت لاستیکی نرم عبور می کند.
۲- نقطه ذوب : دمایی که در آن پلیمر کریستالی ذوب می شود.
۳- انرژی جذب شده : مقدار انرژی یک نمونه هنگام ذوب جذب می کند.
۴-نقطه تبلور : دمایی که یک پلیمر پس از گرم شدن یا سرمایش متبلور می شود.

۵- انرژی منتشر شده : مقدار انرژی آزاد شده توسط یک نمونه هنگام تبلور.

۳) آنالیز ترمومکانیکی (Thermomechanometry Analysis)

آنالیز ترمومکانیکی روشی برای اندازه‌گیری تغییرات ابعاد نمونه به هنگام قرارگیری تحت یک بار خارجی است. هم‌چنین این تغییرات را می‌توان بر اساس عملکرد دما بر روی نمونه بررسی کرد. این تست توانایی مشخص کردن مورفولوژی و خواص شیمیایی و فیزیکی نمونه را دارد.

در آنالیز ترمومکانیکی (TMA) نمونه در حالت های مختلف خمشی، کششی، برشی و فشاری در شرایط هم‌دما و غیر هم‌دما در کرنش، تحت تنش‌های سیکلی با فرکانس مشخص قرار گرفته و تغییرات مدول الاستیک و فاکتور اتلاف بر حسب دما، اندازه‌گیری می‌شود. در آنالیز ترمومکانیکی نمونه با سرعت مشخصی حرارت داده می‌شود و تغییرات طولی آن تعیین می گردد.

آنالیزها در محصولات آنالیز ترمومکانیکی ممکن است به صورت هم‌دما و در یک درجه حرارت ثابت انجام شود. آنالیز ترمومکانیکی برای اندازه‌گیری میزان انبساط، نفوذ، ضریب انبساط خطی، دمای‌گذار شیشه‌ها و نقطه ذوب به کار می‌رود.

۴) آنالیز گرماسنجی (Thermogravimetric Analysis)

آنالیز گرماسنجی حرارتی(TGA) روشی برای تجزیه گرمایی است که با تغییر دما ، در طی زمان جرم یک نمونه اندازه‌گیری می‌شود. این اندازه‌گیری اطلاعاتی در مورد پدیده‌های فیزیکی مانند گذار فاز، جذب، جذب سطحی و دفع می‌دهد و همچنین پدیده‌های شیمیایی شیمی درمانی، گرماکافت و واکنشهای گاز جامد (به عنوان مثال، اکسیداسیون یا کاهش را شامل می‌شود).

دستگاه آنالیز گرماسنجی شامل یک ظرف حاوی نمونه در داخل کوره با قابلیت برنامه‌ریزی می باشد. دما به طور کلی با سرعت ثابت افزایش می‌یابد تا واکنش حرارتی انجام گردد. واکنش حرارتی ممکن است در اتمسفر ها و فشار های مختلفی از جمله: هوای محیط، خلاء، گاز بی اثر، گازهای اکسید کننده / احیا کننده، گازهای خورنده، گازهای کربور کننده، بخارات مایعات یا (جو خود تولید شده)، رخ دهد.

داده‌های گرماسنجی جمع‌آوری شده از یک واکنش حرارتی در یک قطعه، از جرم یا درصد جرم اولیه در محور در مقابل دما یا زمان در محور رسم می شود.

این روش به ویژه برای مطالعه مواد پلیمری، از جمله ترموپلاستیک، ترموست، الاستومر، کامپوزیت، فیلم پلاستیکی، الیاف، پوشش، رنگ و سوخت مفید است.

سه نوع حرارت سنجی وجود دارد:

۱- دما سنجی ایزوترمال یا ایستا: در این روش وزن نمونه به صورت تابعی از زمان در دمای ثابت ثبت می‌شود.

۲- دما سنجی کوازیستاتیک: در این روش، درجه حرارت نمونه در مراحل متوالی با فواصل ایزوترمال افزایش می‌یابد.

۳- دما سنجی دینامیکی: در این روش نمونه در محیطی گرم می‌شود که درجه حرارت آن به صورت خطی تغییر می‌کند.

۵) آزمایش چسبندگی پوشش بر روی فلز(Adhesion Ability Test)

روش‌های زیادی برای ارزیابی چسبندگی پوشش و فلز پایه وجود دارد، اما بیشتر آنها روش‌های کیفی هستند و روش‌های آزمایش کمی به دلیل مشکلات فراوان تنها در تحقیقات تجربی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این بر اساس تفاوت در خواص فیزیکی و مکانیکی فلز پوشش و فلز پایه است. یعنی زمانی که نمونه در معرض تغییر شکل ناهموار، تنش حرارتی یا نیروی مستقیم خارجی قرار می گیرد، پوشش از نظر اتصال ضعیف بررسی می شود. برخی از آزمایش های چسبندگی متداول را می توان بشرح زیر توضیح داد:

۱- تست خمش

آزمایش خمش عبارت است از خم یا خم شدن نمونه تحت اثر نیروی خارجی. به دلیل درجات مختلف نیرو بین پوشش و فلز پایه (یا پوشش میانی)، نیروی جزء بین این دو ایجاد می شود. هنگامی که نیروی مؤلفه بیشتر از استحکام پیوند آن باشد، پوشش روی بستر (یا پوشش میانی) لایه برداری می شود. هرگونه شواهدی مبنی بر لایه برداری، تراشه یا پوسته پوسته شدن، چسبندگی ضعیف در نظر گرفته می شود. این روش برای تست چسبندگی پوشش قطعات نازک، سیم، فنر و سایر محصولات مناسب است.

۲- تست خراش

مقطع قطعه را با سوهان تخت دندانه درشت، سوهان کاری می کنیم به طوریکه جهت سوهان از فلز پایه به سمت روکش باشد. پوشش های با چسبندگی خوب نباید در طول آزمایش کنده شوند. این روش برای پوشش های بسیار نازک و پوشش های نرم مانند روی کادمیوم مناسب نیست.

۳- تست شوک

چسبندگی بسیاری از پوشش ها را می توان با گرم کردن نمونه آزمایشی در دمای معین و سپس سرد کردن ناگهانی آن تعیین کرد که بر اساس تفاوت در تغییر شکل ناشی از تفاوت در ضرایب انبساط حرارتی فلز پوشش و فلز پایه است.

۴- تست کشش نوار

آزمایش کشش نوار استفاده از نوار حساس به فشار (نوار چسبان یا

نوار با یک لایه چسب خاص) برای بررسی اینکه آیا پوشش از سطح فلز پایه تحت فشار نیروی پایدار جدا شده است یا خیر. بازرسی نوار عمدتاً برای مواردی استفاده می شود که آزمایش نیروی چسبندگی پوشش با تخریب یا تغییر شکل زیرلایه مناسب نیست، مانند اندازه گیری نیروی چسبندگی پوشش روی سطح پلاستیک یا سطح چاپ یک بشقاب.

۵- تست اصطکاک و پرداخت

از این روش می توان برای پوشش های نسبتاً نازک استفاده کرد. اصل اساسی این است که وقتی ناحیه محلی قسمت آبکاری شده مالش و صیقل داده می شود، هم اثر اصطکاک و هم تولید گرما وجود دارد. ممکن است باعث سخت شدن سطح و تولید گرمای پوشش شود. برای پوشش های نازک، در مناطقی که در این شرایط چسبندگی ضعیفی دارند، پوشش تاول زده و از بستر جدا می شود.

۶- تست شات پینینگ

اصل اساسی این است که گلوله آهنی یا فولادی به وسیله گرانش یا جریان هوای فشرده روی سطح نمونه می افتد و در اثر چکش کاری پوشش تغییر شکل می دهد. اگر چسبندگی بین پوشش و بستر خوب نباشد، پوشش تاول می‌زند.

۷-تست کشش

نمونه آبکاری تحت فشار کششی بر روی دستگاه تست کشش قرار می گیرد تا زمانی که شکسته شود و اتصال پوشش و زیرلایه در محل شکست مشاهده می شود. در صورت لزوم، می توان از چاقو برای بازرسی لایه برداری استفاده کرد. مشخصات، ابعاد و سایر الزامات نمونه باید بر اساس نوار تست آزمایش کشش در آزمایش خواص مکانیکی طراحی شود. این تست برای قطعات آبکاری شده با پوشش های ضخیم تر مناسب است.

لیست اعضاء حقوقی فعال جامعه ریخته گران ایران

آرمان تجارت صبا

تهران- خیابان ولنجک، نبش خیابان هفتم، پلاک ۲۲، طبقه سوم، واحد ۳۰۲

تلفن: ۲۶۳۵۴۴۶۵

فاکس: ۲۶۳۵۴۵۷۹

بازرگانی-واردات

آلیاژهای نشکن ساز

تهران ، فلکه دوم صادقیه، بزرگراه اشرفی اصفهانی، نبش گلستان ۱۴ برج نگین رضا ، طبقه ۹ جنوبی ، واحد ۹۰۸ (مواد اولیه ریخته گری)

Email: info@nashkansaz.com

تلفن: ۴۴۰۳۰۴۶-۴۴۰۳۰۴۶۷-۴۴۰۳۰۴۱۱

فاکس: ۴۴۰۳۰۴۶۸

ایرالکو

اراک ، بلوار منابع طبیعی ، شرکت سهامی تولید آلومینیوم ایران (ایرالکو)

صندوق پستی ۳۱ ، کدپستی ۸۱۱۶-۳۱۱۸۹ - واحد تحقیقات

Email: info@iralco.ir

تلفن: ۸۷-۰۸۶۳۲۱۶۲۰۸۰

فاکس: ۰۸۶۳۲۱۶۲۰۸۱

تولید شمش آلومینیم

بهریز فولادان

تهران ، فلکه اول تهرانپارس ، خیابان گلبرگ بعد از رشید - پلاک ۷۹، طبقه ۵ شمالی - واحد ۱۶

تلفکس۷۷۷۰۳۱۲۸

فاکس: ۷۷۲۹۹۶۸۵

Email: info@behrizfoladan.com

ریخته گری فولاد

بالین تک

قزوین ، شهرک صنعتی البرز ، انتهای خیابان حکمت سوم ، ابتدای خیابان شیخ بهایی ، شرکت بالین تک

تلفن: ۸۸۵۲۲۶۲۵/۰۲۸۳-۲۲۲۲۸۶۸

فکس: ۰۲۸۳-۲۲۳۸۰۴۲

Email: info@balintech.com

دفتر مرکزی: سهروردی، کوچه باسقی، پلاک ۱۲

کد پستی: ۱۵۷۷۹۳۴۴۱۴

تلفن: ۰۲۱۸۸۵۱۸۳۷۲

تولید سرسیلندرهای خودروهای پراید- نیسان- پژو

پات روشان نیکتا (پاترون)

تهران- ملاصدرا، خیابان پردیس،کوچه زاینده رود شرقی، پلاک ۱۷- طبقه اول

تلفن: ۸۸۷۸۰۰۵۴

کدپستی: ۱۹۹۱۹۳۳۳۹۳

Email: info@patron.group

پاژ قطعات خودرو آمیتیس

خراسان رضوی- چناران- شهرک صنعتی چناران- بلوار صنعت- فاز ۲- میدان خلیج فارس- نوآوری۲- قطعه ۱۱۸۲ و ۱۱۸۳

تلفن: ۵-۰۵۱۴۶۱۸۸۵۵۰

Email: info@amitisap.com

قطعات ایمنی و قطعات هیدرولیک خودرو

جویندگان دانش افق سبز

تهران- پیروزی- خیابان پنجم نیروی هوایی- مجتمع تجاری ولی عصر

تلفن: ۷۷۴۶۲۱۲۶

فکس:۷۷۱۶۰۶۱۸

تامین و واردات کلیه مواد اولیه صنایع ریخته گری و فولاد

مهندسی و ساخت پره توربین مپنا -پرتو

کرج، کیلومتر۷جاده ملارد،، ضلع شمالی نیروگاه منتظر قائم، شرکت پرتو - واحد انتقال تکنولوژی و مرکز اسناد

تلفن: ۰۲۶۳-۶۱۹۲۰۰۰

فاکس: ۰۲۶۳-۶۶۱۸۲۹۵

کدپستی: 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: ۲-۴۴۹۲۲۸۰۱

فاکس:۴۴۹۲۳۰۲۸

عملیات حرارتی فلزات

چشمه سار

زنجان ، کیلومتر ۱۸ جاده تهران ص.پ: ۱۵۷۱ ـ ۴۵۱۹۵

تلفن:۳-۰۲۴۳۲۴۶۲۳۴۱

فکس: ۰۲۴۳۲۴۶۲۳۴۰

صندوق پستی: ۱۵۷۱۴۵۱۹۵

Email: foundry@cheshmehsar.com

ریخته گری قطعات ترمز خودروچدنی

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

داکتیل

تهران، میدان توحید ، خیابان ستارخان، خیابان کوثر دوم، پلاک ۱۵ واحد ۷، طبقه چهارم کدپستی: ۱۴۵۷۶۷۶۵۸۴

تلفن: ۶۶۹۲۵۶۷۳-۶۶۹۲۲۹۳۷-۶۶۹۲۴۸۰۹

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 وطنی - پلاک ۱۰

کد پستی :۱۵۷۷۸۱۵۷۱۳

تلفن: ۷-۸۸۱۷۰۹۸۳

فاکس: ۸۸۱۷۰۹۶۹

Email: west.alborz.steel@gmail.com

رزیتان

تهران پاسداران، چهارراه فرمانیه، نارنجستان هشتم، پلاک ۲۳، طبقه ۱۵، واحد ۱۵۰۳ و ۱۵۰۲

تلفن: ۳۰ ـ ۲۲۰۲۰۵۲۱

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: ۸-۴۴۰۳۱۶۷۳-۴۴۰۳۱۶۹۶-۴۴۰۳۰۲۶۴/۴۴۰۹۷۰۷۷

فاکس: ۴۴۰۳۰۵۶۹

تولید قطعات متنوع صنعت

شوفاژ کار

کیلومتر ۸ جاده مخصوص کرج ، روبروی شهاب خودرو ، خیابان نخ زرین ، شرکت شوفاژ 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

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

فروسیلیس ایران

تهران- خیابان پاسداران- بعد از چهار راه فرمانیه- نارنجستان ۷- ساختمان پارک سنتر- طبقه ۱۹- واحد ۱۹۰۲ و ۱۹۰۳

تلفن: ۶۰-۴۰۲۲۹۷۵۶ فاکس:۴۰۲۲۹۸۸۶

فروسیلسیم-فروسیلسیم منیزیم-پودر میکرو سیلیکا

ذوب و نسوز ایرانیان

شهرک صنعتی شمس آباد، بلوار نگارستان مهر جنوبی، پلاک ۲۱۷

تلفکس: ۵۶۲۳۲۰۴۸

کدپستی: ۱۸۳۴۱۳۶۶۹۵

فولاد روانشیر
تهران ، خ ملاصدرا، خ شیراز جنوبی، خ گرمسار غربی، کوچه بهاردوم، پلاک ۶، طبقه چهارم
تلفن: ۲۷و ۸۸۰۶۵۷۲۶
فاکس: ۸۸۰۶۹۷۹۸
ریخته گری قطعات چدنی و فولاد

فولاد طبرستان
تهران ، خ ملاصدرا، خ شیراز جنوبی، کوچه بهار، پلاک۶، طبقه ۲
تلفن: ۳ ـ ۸۸۰۶۱۴۷۱
فاکس: ۸۸۰۶۱۴۷۰
تولید فولاد و چدن آلیاژی

فولاد ریزان
جاده قدیم کرج، پشت شیر پاستوریزه، شاد آباد ،خ ۱۷ شهریور، روبروی شرکت دارو سازی اسوه
تلفن: ۶۶۸۰۴۰۲۹ و ۶۶۸۰۵۵۶۵و۶۶۸۱۱۸۰۰
فاکس: ۴۴۲۵۵۹۲۷
کد پستی: ۱۳۷۱۸۴۴۸۱۳

فولاد مازندران
تهران ، خ ملاصدرا، خ شیراز جنوبی، کوچه بهار۲، پلاک۶، طبقه سوم
تلفن: ۸۸۰۴۸۶۵۶-۸۸۰۴۸۶۳۶
تولید کننده انواع قطعات فولادی و چدنهای آلیاژی

غلتک سازان سپاهان
اصفهان- شهرک صنعتی بزرگ شرق اصفهان- فاز دوم- خیابان هفتم
تلفن: ۰۳۱-۴۶۴۱۲۶۵۹
فاکس: ۰۳۱-۴۶۴۱۲۶۶۰
تولید کننده قطعات ریختگی سنگین چدنی و فولاد

ماشین سازی اراک
کارخانه: اراک، کیلومتر ۴ جاده تهران ص.پ ۱۴۸ ،
تلفن: ۹ ـ ۳۱۳۰۰۳۱ ـ ۲۱۷۲۵۰۰-۱/۰۸۶۱
فاکس: ۳۱۳۲۰۵۹ ـ ۰۸۶۳-۳۱۳۹۰۲۳/۰۸۶۳
دفتر تهران: تهران، مرزداران، خیابان ایثار، نبش نامدار۲، پلاک ۴
تلفن: ۶-۴۴۲۷۹۷۷۵
فکس: ۴۴۲۷۵۷۱۵
فولاد سازی و آهنگری

مالیبل سایپا
کیلومتر ۱۵/۵ جاده مخصوص کرج ، روبروی شرکت سایپا
ص.پ : ۱۳۴۴۵/۱۹۳
تلفن: ۴۴۱۹۶۵۳۷
فاکس: ۴۴۱۹۶۵۳۹
ریخته گری و ساخت انواع میل بادامک خودرو

هلدینگ میدکو
تهران- سعادت آباد- بلوار فرهنگ- نبش خیابان معارف- پلاک ۸
تلفن: ۲۷۳۴۰
فاکس: ۲۲۳۶۳۶۹۱
تولید کنسانتره سنگ آهن- کنسانتره زغال سنگ- کک متالورژی- گندله سنگ آهن- شمش فولادی- آهن اسفنجی- مس کاتد- لوله های مسی
کد پستی: ۱۹۹۷۷۴۴۱۱۱

فولادآلیاژی سمنان
سمنان، شهرک صنعتی شرق، جنب کارخانه عقاب
تلفکس: ۰۲۳۳۳۶۵۲۵۳۸ -۹
کدپستی: ۳۵۳۵۱۳۳۱۱۱

مرکز پژوهش متالورژی رازی
کیلومتر ۲۱ جاده مخصوص کرج، جنب نفت پارس، ورودی سرخه حصار، بلوار حاج قاسم اصغری، خیابان فرنان، پلاک ۸
تلفن: ۰۲۱۴۶۸۳۱۵۷۰ و ۰۲۱۶۳۰۷
کد پستی: ۳۷۵۳۱۴۶۱۷۱

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

پایا ذوب کاوه
اصفهان، خیابان سعادت آباد، ساختمان هرم طبقه ۵ واحد ۱۵
تلفن: ۰۳۱-۳۶۷۰۰۴۹۵
فکس: ۰۳۱-۳۶۶۹۱۴۹
info@payazob.com:Email

فولادین ذوب امل
آمل، شهرک صنعتی امامزاده عبدالله، فاز یک
تلفن: ۲۳۲۳۰۲۴۴۱۱۹۸+

پارس شمیم راه خورشید
خیابان سعدی شمالی، خیابان منوچهری، کوچه دکتر اقاجان، پلاک ۱۳ واحد ۱۴
کدپستی: ۱۱۴۵۷۴۳۷۱۷
تلفن: ۶۶۷۱۶۰۶۵
مواد اولیه ریخته گری

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

شرکت حامی الیاژ
مهراباد جنوبی، ۴۵ متری زرند، نبش کوچه محمد ناصر امری، مرکز تجارت فلزات پارسه، پلاک ۱۳ طبقه همکف،
تلفن: ۶۳۵۱۱
کد پستی: ۱۳۸۶۷۵۳۳۱۷
مدیر عامل : سید حامد میری

مجتمع جهان فولاد سیرجان
تهران ، میدان ونک، بعد از چهار راه جهان کودک، خیابان شهیدی، نبش کوچه ژوبین، پلاک ۲،جهان
کدپستی: ۱۵۱۸۶۱۲۳۴۵
تلفن:۸۶۰۸۶۳۵۷

شرکت ذوب بریس
تهران، خیابان شهید بهشتی، خیابان پاکستان، کوچه دوم (قدیم) پلاک ۱۵
کد پستی: ۱۵۳۱۶۳۶۴۱۱
تلفن: ۸۸۵۰۳۸۰۴

ذوب و نسوز ایرانیان
شهرک صنعتی شمس آباد، بلوار نگارستان مهر جنوبی، پلاک ۲۱۷
تلفکس: ۵۶۲۳۲۰۴۸
کدپستی: ۱۸۳۴۱۳۶۶۹۵

شرکت نانو آریسا پوشش
گیلان، رشت، کیلومتر ۱۰ اتوبان رشت به قزوین، پارک علم و فناوری، واحد ۵،
کدپستی: ۳۴۴۱۳۳۱۷۵۷
تلفن: ۰۱۳۳۱۸۸۴۹۹۸

شرکت دانش پرتو نقش جهان
اصفهان، شهرک صنعتی نجف آباد، بلوار امیر کبیر، خ ابوریحان بیرونی، فرعی ۱ پلاک ۱۲،
کد پستی: ۸۵۸۵۱۶۵۷۴۷
تلفن: ۰۳۱۴۲۶۹۳۵۲۴

مجتمع صنعتی سپاهان فولاد آتشگاه
اصفهان، نجف آباد، شهرک صنعتی نجف آباد ۲، میدان صنعت، بلوار دکتر حسابی، نبش فرعی ۲۸
تلفن:۴۲۶۹۶۵۰۰-۰۳۱

پاکان پلیمر جم
تهران، خیابان ولی عصر، روبه روی پارک ساعی، پلاک ۲۳۶۸
تلفن: ۸۸۶۱۸۱۳۱
عرضه کننده مواد اولیه صنایع ریخته گری و متالوژی

صنایع ریخته گری اصفهان
اصفهان، شهرک صنعتی محمودآباد، خیابان شماره ۲۴
تلفن: ۰۳۱-۳۳۸۰۲۳۸۵

انجمن علمی ریخته‌گری ایران
(جامعه‌ریخته‌گران ایران)

IRANIAN FOUNDRYMEN'S SOCIETY

ثبت:۲۰۸۱

فرم درخواست اشتراک فصل نامه ریخته گری

نام و نام خانوادگی: نام موسسه / سازمان:

شغل/نوع فعالیت: میزان تحصیلات: رشته تحصیلی:

کدملی:

نشانی کامل پستی:

کد پستی: کد اقتصادی:

تلفن تماس:

مشترک جدید □ تمدید اشتراک □ تاریخ تکمیل فرم:

نوع اشتراک مورد نظر :فصلنامه تعداد نسخه: ۴ شروع ارسال از شماره:

شماره کارت تجارت به نام عبدالحمید قدیمی: ۵۸۵۹۸۳۱۱۴۵۰۸۱۵۳۴

مبلغ: **۵۰۰۰/۰۰۰ ریال- پنج میلیون ریال** (سالانه)

خواهشمند است اشتراک اینجانب با مشخصات یاد شده را برقرار نمایید.

فیش واریزی را لطفا به واتسپ به شماره ۰۹۱۹۳۴۹۹۴۲۹ و یا به ایمیل irfs.edu@gmail.com ارسال نمایید.

تهران:خیابان بهار شمالی،جنب‌اداره برق، شماره ۱۷۴ تلفن:۸۸۸۲۷۲۰۲-۸۸۸۲۴۹۲۷ نمابر:۸۸۸۲۳۴۹۰ تلفن‌گویا:۸۸۳۰۸۶۲۶کدپستی:۱۵۷۳۶۳۵۸۶۳
صندوق‌پستی:۱۵۷-۱۵۶۳۵
No.200,North Bahar Ave.,Tehran-IRAN,P.O.BOX:15635-157,Tel: (0098)21-88827202,88824927
Fax:(0098)21-88823490Goyatel:88308626

Rikhtegary

Journal Of Iranian Foundrymen's Society, No.132-42th Year, Spring 2023

contents:

IMAT2022 Opening ceremony
Aeldar Mohammadzade.....3

Comparison of microstructure and mechanical properties of two types of high-silicon cast steel After quench temper heat treatment in Full and partial austenitizing conditions
Saeed Hossein Reza , Reza Rashidi , Amir Hossein Haghighi , Habibullah Rostagari.....8

Effects of Zr additions on structure and tensile properties of an (Al-4.5Cu-0.3Mg-0.05Ti)(wt.%) alloy
Abdohamid Ghadimi.....16

Iran & Word News…….....26

IMAT2022 Closing ceremony
Iranian Fuondry men's Society.....36

Question and answer
Mehrdad Ozve Aminian.....38

Lexicon
Mehrdad Ozve Aminian.....40

ISSN 1028-3897

Rikhtegary

Journal Of Iranian Foundrymen's Society, No.132-42th Year, Spring 2023

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
Eng .SH. Khatamizadeh	Iranian Foundrymen's Society

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
Websit:www.irfs.ir Email: irfs.edu@gmail.com Telegram: irfs1359

ISSN 1028-3897

Rikhtegary

Journal Of Iranian Foundrymen's Society, No.132-42th Year, Spring 2023

contents:

IMAT2022 Opening ceremony
Aeldar Mohammadzade.....3

Comparison of microstructure and mechanical properties of two types of high-silicon caststeel After quench temper heat treatment in Full and partial austenitizing conditions
Saeed Hossein Reza , Reza Rashidi , Amir Hossein Haghighi , Habibullah Rostagari.....8

Effects of Zr additions on structure and tensile properties of an (Al-4.5-Cu-0.3Mg-0.05Ti)(wt.%) alloy
Abdolhamid Ghadimi.....16

Iran & Word News.....26

IMAT2022 Closing ceremony
Iranian Fuondry men's Society.....36

Question and answer
Mehrdad Ozve Aminian.....38

Lexicon
Mehrdad Ozve Amiian.....40