بسم الله الرحمن الرحیم

ریخته‌گری

ISSN 1028-3897

انتشارات جامعه ریخته گران ایران / سال ۳۶/ شماره ۱۱۶/ زمستان ۱۳۹۶

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 مسعود شعبانی (انجمن علمی ریخته‌گری ایران)

مهندس بهزاد صدیقی (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)

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

Websit:www.irsf.ir

Email: irfs.edu@gmail.com

Telegram: irfs1359

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

چاپ خانه: چاپ علوی تهران

ISSN 1028-3897

ریخته گری

انتشارات جامعه ریخته گران ایران / سال ۳۶/ شماره ۱۱۶/ زمستان ۱۳۹۶

فهرست مطالب:

معرفی شرکت فارس ریزان مواد ۳

شبیه سازی اثر طراحی سیستم راهگاهی بر نحوه پرشدن قالب و توزیع دمایی یک قطعه (مطالعه موردی)... ۸
امیر مرادی، مهدی دیواندری، محمد علی بوترابی

خواص شیمیایی، معدنی و مورفولوژیکی سرباره فولاد ۱۶
هدایت غلامی

اخبار دانشگاه ها ۲۴

راهبردهای نوین نوسازی صنایع ریخته گری در آلمان ۳۴
مهرداد عضو امینیان

اخبار ایران و جهان ۳۹

تاثیر پارامترها و مشخصات تیغچه های برشی، در تراشکاری قطعات چدنی بر طول عمر آنها و هزینه های ماشینکاری ۴۶
ابوطالب جوادی منش

سه موضوع مدیریتی و یک دنیا محتوا ۵۲
یحیی جافریان

پرسش و پاسخ ۵۴

واژه نامه ۵۶

مطابق تاییدیه شماره ۹۲/۳۳۰/پ مورخ ۹۲/۵/۲۶ مجله ریخته‌گری از سال ۱۳۷۸ در پایگاه استنادی علوم جهان اسلام (ISC) با ضریب تاثیر ۰/۱۱۲ نمایه گردیده است.

جمهوری اسلامی ایران
وزارت فرهنگ و آموزش عالی
تأییدیه درجه علمی
با استناد به مفاد تصویبنامه ۳۴۳۰ مورخ سال ۱۳۶۲ هیئت وزیران و تصویبنامه ۱۳۴۹ مورخ سال ۱۳۶۴ هیئت وزیران و به استناد آیین نامه ارتقاء شماره تشخیص صلاحیت اعضاء هیئت علمی بر اساس رأی کمیسیون تخصصی مورخ ۷۷/۲/۸ کمیسیون بررسی تشابهات علمی کمیته ریخته گری (انجمن ریخته گران ایران) مدارک شما را در مرتبه علمی - ترویجی شناخت.
این تأییدیه از تاریخ تصویب به مدت چهار سال معتبر است.
وزیر فرهنگ و آموزش عالی
دبیر کمیته علمی بررسی تشابهات علمی کمیته ریخته گری (انجمن ریخته گران ایران)

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.irsf.ir Email: irfs.edu@gmail.com Telegram: irfs1359

معرفی شرکت فارس ریزان مواد

■ **جناب آقای مهندس یاس،ضمن عرض سلام و خسته نباشید وتشکر از فرصتی که در اختیار ما قرار داده اید، به عنوان قائم مقام مدیرعامل فارس ریزان مواد، خلاصه ای از سابقه صنعتی و تحصیلی خود و نیز شرکت فارس ریزان مواد را بیان فرمایید.**

□ با سلام،محمدرضا یاس، فارغ التحصیل مهندسی متالورژی از دانشگاه صنعتی شریف می باشم که سابقه شش سال فعالیت را در صنایع هوا فضا و بیست و شش سال در زمینه مواد افزودنی در صنعت ریخته گری را بهمراه دارم که از مدت بیست و شش سال، شانزده سال بعنوان مدیر فروش شرکت فارس ایران و ده سال اخیر بعنوان مدیر اجرایی و قائم مقام مدیر عامل شرکت فارس ریزان مواد مشغول بکار می باشم.در ابتدا لازم است خلاصه ای از تاریخچه فارس ریزان مواد را باطلاع برسانم.

تاسیس شرکت فارس ریزان مواد به سال ۱۳۵۴ بر می گردد که در آن سال با نام شرکت فوسیکو ایران (فارس ایران) تاسیس گردید. فعالیت شرکت در آن زمان در دو زمینه مجزا آغاز گردید:

* تهیه و تولید افزودنی های ریخته گری تحت لیسانس شرکت فوسیکو اینترناشنال

* تهیه و تولید افزودنی های ساختمانی تحت لیسانس شرکت فوسروک اینترنشنال.

شرکت فارس ایران اولین تولید کننده مواد افزودنی ریخته گری در ایران و خاورمیانه بوده و تا سال ۱۳۸۶ تولیدات خط ریخته گری در این شرکت ادامه داشت با توسعه و پیشرفت فراوان صنایع ریخته گری در سال های اخیر، جهش بزرگ در زمینه تامین و تولید مواد کمک ذوب و افزودنی های ریخته گری، ورود تکنولوژی جدید، لزوم تغییر نگرش به صنایع ریخته گری، مدیران شرکت فارس ریزان را بر آن داشت که واحد تامین و تولید مواد کمک ذوب و افزودنی های ریخته گری را از واحد تهیه و تولید افزودنی های ساختمانی مجزا نموده و با مدیریتی توانمند و در کارخانه ای مستقل در خدمت صنایع ریخته گری فعالیت نمایند. بدین ترتیب در سال ۱۳۸۶ شرکت فارس ریزان مواد تاسیس گردید.تا سال ۱۳۸۸ تولیدات در کارخانه فارس ایران انجام می گردید اما از سال ۱۳۸۸ به بعد تولیدات در محل کارخانه جدید در

شـــهر صنعتی کاوه واقع در شهرستان ســـاوه خیابان شانزدهم راه اندازی گردید. محصولات این شرکت درکلیه صنایع ریخته گری از جمله : قطعـــات چدنی، فولادی، مس، آلومینیم، روی، منیزیم و... کاربرد دارد.

■ لطفا در مورد محصولات تولیدی شـــرکت ،کاربرد و خواص آن ها در صنعت ریخته گری توضیح بفرمایید.

□ محصولات تولیدی شـــرکت فارس ریزان مواد افزودنی های ریخته گری مورد مصرف در صنایع فولاد ، چدن و فلزات غیرآهنی می باشـــد که عمدتا به هفت گروه بر حســـب کاربرد تقسیم بندی می شود:

الف- محصولات تصفیه کننده و اصلاح کننده در مذابهای آهنی

ب- افزودنیهای مجاز برای قالب و ماهیچه

ج- انواع پوشان پایه آبی و الکلی

د- محصـــولات تصفیه کننده واصـــلاح کننده در مذابهای آهنی و غیر آهنی

ه- فیلترها

و- سیســـتم های تغذیه شامل انواع مواد عایق و گرمازای و اسلیوهای پیش ساخته

ز- بردهای عایق تاندیش در فولاد سازی به روش CCM

کـــه برخی از از این افزودنیها عملیات کیفی مذاب را انجام می دهند و برخی دیگر منجر به افزایش کیفیت متالورژیکی و بهبود کیفیت ســـطحی و برطرف نمودن عیوب قطعات ریخته گری می گردند.

■ در زمینه میزان تولید و صادرات شـــرکت،لطفا توضیحاتی را برای خوانندگان شرح دهید.

□ ظرفیت تولید شـــرکت فارس ریزان مواد سالانه ۱۵۰۰۰ تن می باشـــد و در حال حاضر بطور متوسط ماهیانه ۱۱۰۰ تن تولید داریم که از این میزان تولید حدود ۴٪ از آن صادر میگردد کشورهایی که تاکنون شرکت فارس ریزان مواد به آنها صادرات داشـــته شـــامل ترکیه ، ایتالیا آذربایجان و کردستان عراق می باشدکه البته درصدد افزایش صادرات در سال جدید هستیم.

■ سیاست های شرکت فارس ریزان مواد در زمینه جلب رضایت مشـــتری و خدمات پس از فروش چگونه است، لطفا آنها را شرح دهید.

□ سیاســـتهای شـــرکت مبتنی بر رضایت مندی مشتری

و شـــامل ارائه مشـــاوره مهندســـی رایگان، خدمـــات پس از فروش،بازدیدهـــای دوره‌ای، ارائه ســـمینارهای علمی مرتبط با کاربرد محصولات شـــرکت، تســـت محصولات ،آموزش نحوه صحیح مصرف محصولات و ارایه راه حل برای مشـــکلات تولید قطعات ریخته گری به مشتریان می باشد

■ نظر خود را پیرامون واحد تحقیق و توسعه و نقش آن در عملکرد واحد تولید، بیان نمایید.

□ امروزه در بســـیاری از کشـــورهای دنیا، سرمایه گذاری برای D&R بازتاب یک حرکت ســـازمانی یـــا دولتی در جهت فراتر رفتن از ســـود و بازدهی فعلی و بهبود عملکرد و بازدهی در آینده است.وجود واحد تحقیق و توسعه علاوه بر درآمدزایی کلان، باعـــث تحولات عظیمی در جوامـــع و رفاه زندگی مردم می شود.

■ نظرات خود را در رابطه با بخش R&D و نقش آن در عملکرد شرکت بفرمایید.

□ شـــرکت فارس ریزان مـــواد جهت اســـتمرار حضور در بازارهای داخلی و صادراتی همواره تلاش نموده تا بخش R&D خود را تقویت نماید. بر پایه همین سیاســـت از ایتدای تاسیس شـــرکت فارس ریزان مواد بخش مستقل R&D نیز در کارخانه ایجاد و مستقیما زیر نظر مدیر اجرایی شروع بکار نمود.از سال ۱۳۹۲ جهت تسریع در بروز رسانی کیفیت محصولات و تولید محصولات جدید برای تکمیل ســـبد کالایی شـــرکت مدیریت درصدد جذب کارشناسان با تجربه که سوابق طولانی در بخش R&D شرکت های اینترنشـــنال داشتند،گردید و این سیاست تاکنـــون علی رغم تمامی معضلات سیاســـی و ارزی حاکم در کشـــور،در حال اجرا می باشد.در این مدت شرکت فارس ریزان

مواد قادر گردیده اســت بســیاری از محصولاتی که تا قبل از این، کارخانجات ریختــه گری مجبور به واردات آن بوده اند را در داخل تولید و با قیمت بســیار پایین تر به واحد های ریخته گری عرضه نماید.

■ تحولات فنی مهندسی جدیدی را که در سال های اخیر در شرکت رخ داده برای خوانندگان بیان نمایید.

□ در ســالهای اخیر یــا توجه به نیازهــای صنعت ریخته گــری و تحریمهای موجود همانطور که قبلا توضیح داده شــد ســعی گردیده بــا تعریف پروژه های متعــدد در واحد R&D ضمن تکمیل سبد کالایی، نیاز واحد های ریخته گری را تامین نماییم از آن جمله می توان از تولید پوشــانهای پایه آبی جهت صنایع خودرو ســازی ، بردهای عایق تاندیش در فرایند CCM و بســیاری از محصولات تخصصی دیگر نام برد. همچنین این نویــد را از مجله شــما به همکاران ریخته گــر می دهم که به زودی برای اولین بار در ایران و خاور میانه شرکت فارس ریزان مواد تولید اســلیو به روش COLD BOX را اغاز می نماید که از مزیت آن نســبت به روشــهای متداول استحکام بالاتر،دقت ابعادی بیشتر و یکنواختی کیفی محصول می باشد.این فرایند حتی در اروپا نیز بســیار جدید می باشد و تنها تعداد اندکی از تولید کنندگان اروپایی در حــال حاضر چنین توانایی را دارند علاوه بر این برای اولین بار در ایران به زودی شــما شاهد تولید سرباره گیرهای گرانول مذاب آلومینیم در شرکت فارس ریزان مواد خواهید بودکه از مزایای آن نســبت به ســرباره گیرهای متداول پودری کاهش چشــم گیر دود و الودگی های زیســت محیطی،راندمان بالاتر و میزان مصرف پائین تر می باشد.تمامی پروژه هایی که ذکر شــد انشااله در اوایل شش ماهه دوم سال ۹۷ به بهره برداری خواهد رسید.

■ چه راهکارهایی را برای حفــظ و افزایش تولید دارید؟

□ ارائه محصولات جدید به مشتریان موجود در بازار داخلی و همچنین توسعه صادرات.بالطبع هر چه رکود بر صنعت بیشتر حاکم گردد تعداد بیشتری از تولید کنندگان به دلایل مختلف مالی و مدیریتی مجبــور به تعطیلی واحدهای خود می گردند لذا برای افزایش فروش، دو راهکار بیشتر باقی نخواهد ماند اول تکمیل ســبد کالایی بخصوص محصولاتی که از خارج وارد می گردند و نگاه دوم تمرکز در بازارهای صادراتی است.

■ با توجه به مساله استانداردها و فاکتورهای آلودگی محیط زیســت و بهداشت و ایمنی کارگران،شرکت شما چه استانداردهایی را در راس کار خود دارد؟

□ شرکت فارس ریزان مواد در حال حاضر فقط گواهینامه ISO9001 را داراســت ولــی الزامــات ISO14001 و OH-SAS18001 را بــا ایجاد واحد ایمنی و بهداشــت حرفه ای به شــرح ذیل رعایت و اجرا مــی نمایید و در آینده نزدیک بعد از ایجاد شــرایط کامل موفق به گواهینامه استانداردهای مذکور خواهیم شد :

این اقدامات شامل :

۵-۱- شناسایی کلیه مشــکلات بهداشتی و ثبت در قالب ممیزی

- برای هر فر آیند شغلی مورد ارزیابی ریسک قرار گرفته و خطرات بهداشتی آن مشخص شده است.

۵-۳- شناســایی و تعیین اهداف اندازه گیری عوامل زیان اور محیط کار بر اســاس فرم و ارایه فرم های تکمیل شده به شرکت های بهداشت حرفه ای جهت تایید نهایی وارسال آن از طریق شرکت های خدمات بهداشت حرفه ای به مرکز بهداشت.

۵-۴- انجـام اندازه گیری عوامل زیـان آور محیط کار بر اساس شناسایی و تعیین اهداف و نظارت برنحوه صحیح انجام اندازه گیری عوامل زیان آور (از قبیل نظارت بر کالیبراسـیون دسـتگاهها نظارت بر آزمایشـگاههای طرف قرارداد-مطابقت اندازه گیـری ها با متدهای اسـتاندارد) و خلاصه نتایج اندازه گیری در فرم های مربوطه تهیه و به مرکز بهداشت ارسال می گردد.

۵-۵- تشـکیل کمیته حفاظت فنی وبهداشـت کار بطور ماهیانه با حضور کلیه اعضاء در راسـتای اجرای ماده ۹۳ قانون کار

۵-۶- تهیه پیـش نویس دسـتورالعمل معاینات کارگری (قبل ازاستخدام /سالیانه)برای کلیه کارگران یا مشاغل شرکت با همکاری پزشـک انجام دهنده معاینـات بعد از اندازه گیری عوامل زیان اور محیـط کار بطوریکه موارد مد نظر قرار گرفته باشد.

۵-۷- انجام معاینات بهداشـتی (قبل از استخدام/سالیانه/ اختصاصی) برای کلیـه کارگران از طریق مراکز تخصصی طب کار و پزشـکان دوره دیده طبق دسـتورالعمل مرکز بهداشت، اجـرای طرح سـیلیکوزیس با همکاری پزشـک انجام دهنده معاینات برای کارخانجات مشـمول طرح و ارسال فرم ها در انتهای سال به مرکزبهداشت.

۵-۸- تهیـه و تدویـن برنامه عملیاتـی مدیریت حوادث شـیمیایی در کارخانه مطابـق برنامه های مرکز بهداشـت و آموزشهای گذرانده شده.

۵-۹- تهیه اطلاعات ایمنی و بهداشتی کلیه مواد شیمیایی تولیدی ومصرفی شرکت (MSDS) جهت اطلاع رسانی وآموزش برای گروههای کاربر در شرکت و نصب اطلاعات در محل های کاری کارگران.

۵-۱۰- تهیه وتدوین برنامه وسـایل حفاظت فردی برای محیط کار بطوریکه موارد زیر رعایت گردد.

۱- تهیه وسـایل حفاظت فـردی مور د نیـاز کلیه واحد های کاری۲-تهیه جزوات اموزشـی مناسب برای وسایل جهت آموزش به کارگران ۳-تهیه سیستم ثبت وسایل حفاظت فردی تحویلی به کارگران در قالب کارتکس و... ۴-تهیه تاییدیه وسایل حفاظت فردی در راستای اجرای ماده ۹۰ و ۹۱ قانون کار

۵-۱۱- پایـش آلاینده های زیسـت محیطـی خروجی هاودودکش ها هر سـه ماه یکبار و ارسال گزارش خود اظهاری به اداره محیط زیست

۵-۱۲- پیگیری و اجرای ماده ۵ قانون مدیریت پسماند ها برای عوامل اجرایی در زمینـه تهیه برنامه عملیاتی- آموزش- انجام معاینات و پیگیری وسـایل حفاظتی مناسب برای عوامل اجرایی در سطح شرکت

۵-۱۳- آموزش به کارگران در خصوص ایدز و شناسـایی گروههای پر خطر در محیط کار شرکت

۵-۱۴- پیگیـری و نظـارت وضعیت بهداشـت محیط و عمومی کارگاه (آب ،پسماند،پساب،حشـرات و جانوران ،مواد غذایی تهیه کارت سلامت،واکسیناسیون و ...) و در صورت لزوم ارائه ی پیشنهادات کنترلی

۵-۱۵- بازدید از تاسیسـات ،تسـهیلات رفاهی بهداشتی کارگـران و تطبیـق وضع موجود با آیین نامـه مصوب وزارت بهداشت ،درمان و آموزش پزشکی .

■ با توجه به فضای فعلی کسب و کار از دیدگاه شما چه مشـکلاتی عمده تر بوده و چه راهکارهایی را برای بهبود فضای کاری پیشنهاد می کنید؟

□ عمده ترین مشکل در فضای فعلی کسب و کار عدم ثبات قیمت ها و نامشخص بودن قیمت مواد اولیه مصرفی صنایع می باشـد و مشکل مهم بعدی فاصله زمانی بین خرید مواد اولیه و برگشت نقدینگی حاصل از فروش محصولات تولیدی می باشد که با توجه به تورم پیش رو از یک طرف منجر به از دست رفتن سرمایه و نقدینگی شرکتها و از طرف دیگر سبب مشکل گردش نقدینگی و عدم امکان تهیه مجدد مواد اولیه مصرفی می گردد.

■ آیا در بخش تحقیق و توسـعه با دانشـگاه های مرتبط تاکنون پروژه های مشترکی اجرا نموده اید؟

□ در زمینه آلومینیم و منیزیم به ویژه با دانشگاه های علم و صنعت و تهران همکاری های متعددی در مقطع کارشناسی و کارشناسی ارشـد در خصوص پروژه های دانشجویی صورت گرفته اسـت و ارتباطات خیلی خوبی با این دو دانشگاه وجود دارد

■ از دیدگاه شـما چه مزیت هایی را، با اشاعه در فعالیت های گروهی می‌توان ایجاد نمود؟

□ افراد زیادی تصـور می کنند که موفقیت شـغلی آنها فقط تابع درستی عملکردهای شـخصی آنهاست. این تصور از سرنوشت خود آفرین باعث شده محیطی در اداره ها و شرکت‌ها

به وجود آید که همکاران برای جلو افتادن از یکدیگر و رسیدن به مقامـــی بالاتر از هم، اطلاعاتشـــان را از هم مخفی نگاه می دارند و از کسی تقاضای کمک نمی کنند.

اما این تنها راه رســـیدن به موفقیت نیست. در واقع، هرچه از نردبان ترقی بالاتر روید، به این نکته خواهید رسید که زمانی می توانید پیشرفت بیشـــتری داشته باشید که بدانید چطور از همکاران خود برای گرفتن اطلاعات اســـتفاده کنید و به اتفاق هم برای یک هدف مشترک تلاش کنید.

شـــما همه ی کارها را نمی توانید بـــه تنهایی انجام دهید. قبول دســـت کمک دیگران یا محول کردن بعضی مســـئولیت ها به ســـایرین، نشـــانه ی ضعف و ناتوانی نیست، بلکه روشی خردمندانه است که به شـــما کمک می کند زودتر به موفقیت دست یابید و پیشرفت کنید.

چه کارتان را به تازگی شـــروع کرده باشـــید و چه به پُست ها و مقام های بالای شـــرکت رسیده باشید، باید یاد بگیرید که چطور خود را برای قبول کمک و ارائه کمک آماده کنید.

■ بنابراین فواید کار گروهی را می توان فهرست وار بصورت زیر بیان نمود:

سرعت بخشیدن به کار
گرفتن ترفیع
افزایش عملکرد کارمندانتان
ایجاد اعتماد و ارتباط
آموختن از دیگران
کاهش استرس
تمرکز بر هدف اصلی
بهره بردن از دیگران

■ انتظارات شـــما از انجمن علمی ریخته گری ایران در جهت رفع مشکلات صنعت را لطفا بیان فرمایید.

□ انجمن علمی ریخته گـــری با توجه به آنکه یک انجمن علمی است از دیدگاه کمک های علمی و فنی می تواند بازوی اصلی حل مشکلات تکنیکی واحد های تولیدی گردد .بویژه در حال حاضر که بدلیـــل تحریم ها پی در پی، واحدهای تولیدی دائمـــا مجبور به ایجاد تعییـــرات در خط تولید خود می گردند و فرصت خوبی اســـت که بتـــوان تعداد زیادی از این معضلاب را با تجربه نیروهای ارزشمند موجود در انجمن همچون جناب آقای دکتر حجازی و سایر اساتید ،حل نمود.همچنین همانطور که مطلع هستید آموزش اکادمیکی ما مشکلات فراوانی دارد و اکثر فارغ التحصیلان بعد از فراغت از درس و دانشگاه متاسفانه اطلاعات لازمه جهت شـــروع به کار در یک واحد ریخته گری را ندارنـــد و حتما باید آموزش هـــای تخصصی تری را در واحد های صنعتی طی نماید و این آموزش ها هم عمدتا غیر علمی و سنتی انجام می گردد ،انجمن با سرمایه های گرانقدری که در خـــود دارد می تواند این آموزش ها را به روش علمی و با دانش روز انجام دهد که نتیجه آن حضور مهندســـان و تکنسینهای با دانش روز در صنایع ریخته گری می گردد.

■ ضمن تشکر از جنابعالی، در انتها اگر مطالبی باقی مانده است، بیان فرمایید.

□ اگر دولـــت حمایت از بخش تولیـــد را به جدیت دنبال کرده و ســـطح حمایت ها را افزایش دهد ما میتوانیم به جایگاه بســـیار رفیع دســـت پیدا کنیم و می توانیم با تلاش و کوشش مستمر در جهت تولید محصولات با کیفیت کشور عزیزمان را از واردات محصولات مشابه خارجی در این زمینه بی نیاز گردانیم.

شبیه سازی اثر طراحی سیستم راهگاهی بر نحوه پر شدن قالب و توزیع دمایی یک قطعه (مطالعه موردی)

امیر مرادی[۱]، مهدی دیواندری[۲]، محمد علی بوترابی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی مواد و متالورژی، دانشگاه علم و صنعت ایران Amir.moradi1992@yahoo.com
۲- دانشیار دانشکده مهندسی مواد و متالورژی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران، *divandari@iust.ac.ir
۳- استاد دانشکده مهندسی مواد و متالورژی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران Boutorabi@iust.ac.ir

چکیده

طرح و ابعاد سیستم راهگاهی نرخ پر شدن قالب را تعیین کرده و بر سلامت قطعه ریختگی اثر می گذارد. در شرایط مناسب سیستم راهگاهی و پر شدن به ترتیب، آرام و یکنواخت قالب است که سلامت قطعه تامین می شود. در این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار شبیه‌سازی، تأثیر عوامل مؤثر در طراحی (نسبت و مکان سیستم راهگاهی) بر نحوه پر شدن قطعه استوانه ای شکل انجام شد. سیستم‌های راهگاهی مختلف طراحی و از نظر نحوه‌ی ورود مذاب به قالب، حرکت درونی مذاب و توزیع دمایی قطعه، بررسی گردید. نتایج نشان‌دهنده‌ی تلاطم بسیار زیاد مذاب در سیستم‌های راهگاهی سرریز است که برای آلیاژهای حساس به اکسیداسیون مناسب نیست. استفاده از سیستم کف ریز که مذاب با سرعتی کمتر از سرعت بحرانی وارد قالب شود مناسب است. برای کاهش سرعت مذاب، افزایش سطح مقطع راهباره درحرکت رو به بالا مؤثر است. بعلاوه سیستم راهگاهی باید توزیع مناسبی از دما در قطعه داشته باشد. شرایط پر شدن آرام با سرعت ۰/۴۵ متر بر ثانیه و بصورت یکنواخت با استفاده از یک راهبار حلقه‌ای شکل در زیر قطعه و استفاده از ده راهباره، بدست آمد.

کلمات کلیدی: شبیه‌سازی، جریان مذاب، توزیع دمایی قطعه، طراحی سیستم راهگاهی

Simulation of the gating system design on mold filling and temperature distribution in a casting component (A case study)

Amir Moradi[1], Mehdi Divandari[2], Seyed Mohamad Ali Boutorabi [3]

1-Iran University of Science and Technology,
2-Associated Professor Metallurgy and Materials Engineering, Iran University of Science and Technology
3-Professor Metallurgy and Materials Engineering, Iran University of Science and Technology,

Abstract

Design and dimension of the gating system determine the mold filling rate and the perfection of the casting is under its influence. This perfection will be provided only in suitable conditions of gating system and gently, in sequence and uniform filling of the mold. In this research, the influence of effective factors (gating ratio and location) on designing of a running system for a cylindrical part was performed using a simulation software. Various gating systems were designed to study the metal entrance into the mold, its internal movement and the temperature distribution during and after filling. Results illustrated serious turbulence in the top-pouring system which is not proper for film forming alloys. Thus, using a bottom-pour system at which the metal entering velocity into the mold is lower than a critical velocity could be appropriate. Increasing the cross-section of the gate in upward system can be useful for metal velocity decrease. In addition, the gating system must have a suitable temperature distribution into the part. Gentle and uniform filling condition, with the velocity of 0.45 m/s, using a ring-shaped runner with ten gates had the best performance.

Key words: *Simulation, fluid flow, temperature distribution, gating system design*

۱- مقدمه

در گذشـــته، ریخته گران از روش سعی و خطا و تجربه استفاده می‌کردند درحالی‌که امروزه می‌توان از شبیه‌سازی برای کاهش سعی و خطا و کاهش زمان تولید اســـتفاده کرد. طراحی سیستم راهگاهی و تغذیه گذاری نقش مهمـــی در کیفیت قطعه‌ی ریختگی دارد[۱]. مزایای شبیه‌ســـازی در مشاهده‌ی نحوه پر شـــدن قالب و چگونگی انجماد قطعه، کاهش هزینه تولید، افزایش راندمان کلی و افزایش نرخ تولید قطعات و کاهش قراضه کاملاً ثابت شده است[۲-۴].

سیستم راهگاهی مناسب باید دارای ویژگی‌های زیر باشد[۵-۱۰]:

۱) هدایت جریان مذاب به‌صورت آرام و یکنواخت، جلوگیری از تلاطم سطحی آن در سیستم راهگاهی و محفظه‌ی مذاب

۲) پر کردن به ترتیب کامل اجزای سیستم از مذاب

۳) جلوگیری از ورود اکســـید و آخال و سرباره و ناخالصی‌های مذاب به داخل محفظه‌ی قالب.

۴) جلوگیری از ورود هوا و گازهای قالب به جریان مذاب

۵) کاهش/ جلوگیری از اصطکاک مذاب با قالب و ماهیچه

۶) تنظیـــم گرادیان دمایی مناســـب در قطعه بـــرای کمک به انجماد جهت‌دار

۷) کنترل نرخ پر شدن قالب و جلوگیری از نیامد

۸) سهولت در جدا کردن سیستم راهگاهی از قطعه

۹) اقتصادی بودن سیستم راهگاهی

از آنجایی که طراحی سیستم راهگاهی به صورت های مختلفی امکان پذیر اســـت، در ســـالهای اخیر محققیـــن مطالعات موردی مختلفی (مثلا طراحی سیستم راهگاهی یک دیسک چدنی موتور) [۱۱] را به کمک نرم افزار پروکست انجام داده و پس از موفقیت در حذف عیوب در طراحی آنرا در خط تولید قرار می دهند. در سالهای اخیر این گونه بررسی های موردی در نشریات مختلف منتشر شده و مورد توجه قرار می گیرد. به عنوان نمونه خوشخرام و همکارانش [۱۲]، ۱۲ سیستم راهگاهی مختلف را برای یک قطعه‌ی استوانه‌ای چدنی به وســـیله‌ی نرم افزار شبیه‌سازی پروکست، بررسی کرده و نتایج آنرا منتشر کردند. هانســـن و همکارانش [۱۳]، با استفاده از شبیه‌سازی و تصویر برداری X-Ray وزن سیستم راهگاهی را کاهش و بـــازده ریخته‌گری را افزایش دادند. مطالعات موردی اینچنینی در ۱۰ ســـال اخیر بیشتر امکان پذیر شـــده و راهگشای کاهش عیوب ریخته گری در خط تولید بوده و باعث افزایش راندمام ریخته گری و راندمان تولید، هر دو، می گردد.

۲- مواد و روش تحقیق

برای شبیه‌سازی طراحی‌ها، از نرم‌افزار پروکست ۲۰۱۶ استفاده شـــد. قطعه با مشـــخصات جدول ۱ از چدن GG30 با مشـــخصات مطابق نرم‌افزار مورداســـتفاده در تحقیق (ProCAST2016) و وزن قطعه ۱۰۰ کیلوگرم انتخاب شـــد. زمان بارریزی در نظر گرفته‌شده برای سیستم‌های کف ریز ۲۰ ثانیه و برای سیستم سرریز ۱۷ ثانیه انتخاب شد[۱۴و۱۵].

جدول ۱) مشخصات ابعادی قطعه(ابعاد به میلی‌متر است)

مدول	ضخامت	H	D_i	D_o	وزن
۷/۳	۱۵	۷۴۰	۴۰۰	۴۳۰	۱۰۰

در شبیه‌سازی فرآیند ریخته‌گری ثقلی در ماسه شرایط و فرضیات زیر در نظر گرفته شد:

۱ـ مذاب رفتار نیوتنی دارد و تراکم ناپذیر است.

۲ـ حوضچه بارریزی پر، و از شـــرط فشـــار ثابت برای بارریزی استفاده شد.

۳ـ از انتقال حرارت تابشی صرف‌نظر شد.

۴ـ دمای بارریزی ۱۳۶۰ درجه ســـانتی گراد و شبیه‌سازی‌ها تا دمای ۱۱۰۰ درجه سانتی گراد انجام شد.

۵- ضریب انتقال حرارت بین ماســـه و قالب(W/m^2k) ۱۰۰۰ در نظر گرفته شد

۶ـ اضافه مجاز تراش و گرد کردن لبه‌ها انجام نشد.

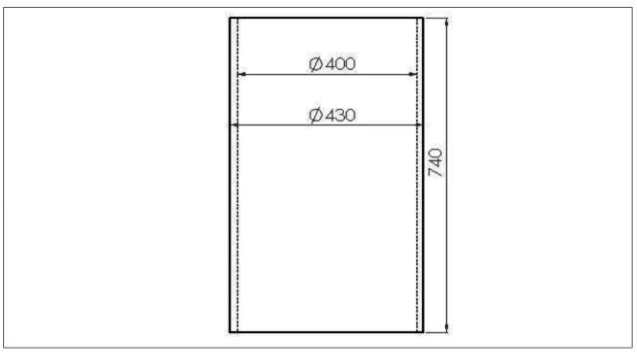
۷ـ در شبیه‌سازی‌ها از قالب واقعی استفاده‌شد.

۸- خروج حرارت از سطح قالب و خنک شدن آن توسط جریان هوا با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد.

در ابتدا قطعات با اســـتفاده از نرم‌افـــزار SolidWorks طراحی شدند. سپس با اســـتفاده از نرم‌افزار ProCAST مش بندی شدند. از شـــرط مرزی فشار و حوضچه پر برای ورودی مذاب استفاده شد. شرط مرزی فشار یک ســـانتی‌متری مذاب بر سطح بالای حوضچه بارریزی در نظر گرفته شد.

پس از شـــبکه‌بندی و تعیین شـــرایط مرزی، مدل‌ها توســـط رایانه بـــا مشـــخصات CPU Intel Core i7-4820k @3.7GHZ و RAM 16GB حل شدند.

شـــکل ۱ نقشه مکانیکی قطعه چدنی را به تصویر کشیده است. شـــمای طراحی‌های سیســـتم راهگاهی در شکل ۲ نشان داده‌شده است. جدول ۲ ابعاد مقاطع سیستم راهگاهی را نشان می‌دهد.



شکل ۱) نقشه مکانیکی قطعه

شکل ۲) نمای عمومی مقطع سیستم‌های طراحی‌شده

جدول ۲) مقاطع سیستم راهگاهی(ابعاد به میلی متر است)

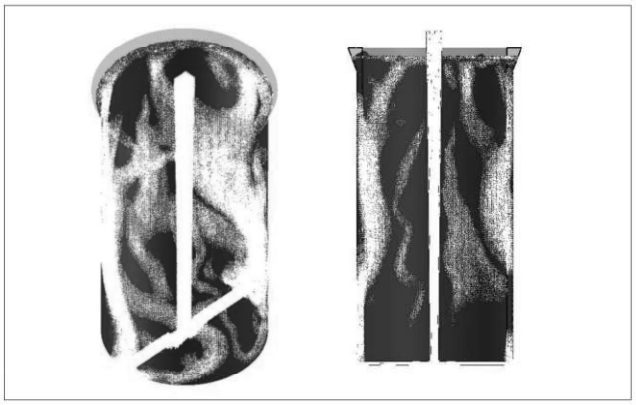
طراحی	نسبت سیستم راهگاهی	مقطع راهگاه بارریز (mm)	راهبار (mm)	راهباره (mm)	ارتفاع راهگاه بارریز (mm)
اول	۱:۱:۱	۱۶×۲۰	۲×۱۰×۱۶	۲×۱۰×۱۶	۸۸۰
دوم	۱:۱:۳	۱۶×۲۰	۲×۱۰×۱۶	۶×۸×۲۰	۸۸۰
سوم	۱:۱:۳	۱۶×۲۰	۲×۱۰×۱۶	۸×۱۰×۱۲	۸۸۰
چهارم	۱:۱:۳	۱۶×۲۰	۲×۱۰×۱۶	۸×۱۰×۱۲	۸۸۰
پنجم	۱:۱:۱	۱۶×۲۰	۴×۸×۱۰	۴×(r=۵)	۸۸۰
ششم	۱:۰/۸:۰/۶	r= ۷۶/۶	۲×۳×۱/۵	۷× (r= ۵/۶۵)	۱۰۰

۳- نتایج و بحث

۳-۱- طراحی ۱ (کف-کنار ریز)

در این طراحی مذاب با سرعت ۳/۵ متر بر ثانیه به پایین راهگاه می‌رسد (شکل ۳) و به وسیله دو خم به دو راهبار، بدون به وجود آمدن مناطق کم‌فشار، تقسیم می‌شود. راهبار به‌صورت مستقیم وارد قطعه می‌شود و مذاب به دیواره قالب برخورد کرده و به سمت بالا پرتاب می‌شود. در محل برخورد مذاب احتمال ماسه شویی وجود دارد. تا انتهای بارریزی مذاب به‌صورت ناآرام مطابق شکل۳ و ۴ وارد قالب می‌شود. توزیع دمایی در این طراحی به دلیل ورود مذاب از دو ناحیه قالب، مناسب نیست.

شکل ۳) نحوه‌ی پر شدن قالب در ابتدای ذوب ریزی طرح اول

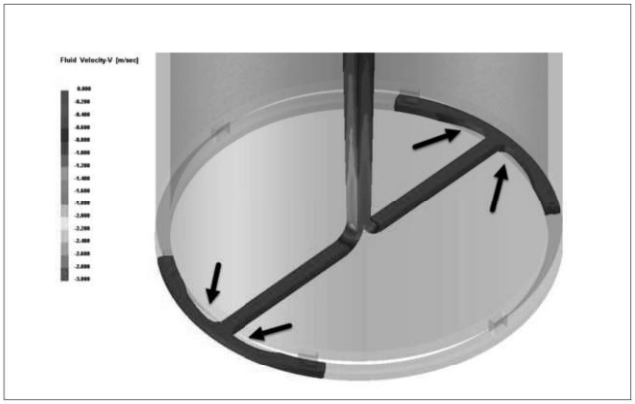


شکل ۴) بردارهای سرعت حین پر شدن قالب طرح ۱

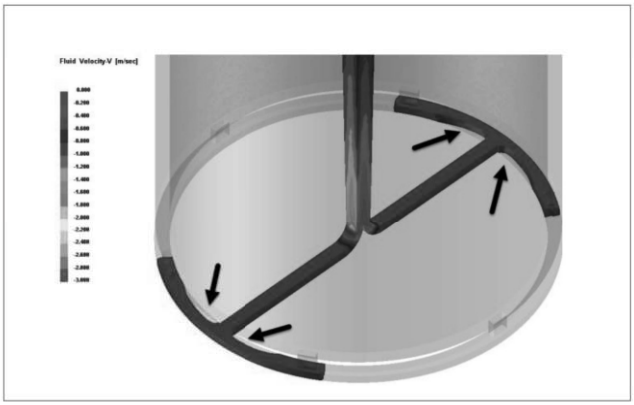
۳-۲- طراحی های (کف ریز) ۲و۳و۴

در طراحی ۲و۳و۴ که هر سه کف ریز هستند نسبت سیستم راهگاهی و مساحت مجموع راهباره ها ثابت است (۱:۱:۳) و فقط تعداد راهباره ها زیاد و سطح مقطع هر راهباره کم می‌شود.

در طراحی دوم بعد از پر شدن راهبار، مذاب تغییر جهت می‌دهد. در این تغییر جهت مذاب، به دلیل افزایش چرخش ناگهانی سطح مقطع، راهبار به‌درستی پر نمی‌شود. مکان‌های نشان داده شده با پیکان، در شکل ۵، مستعد مکش هوا هستند. در این حالت احتمال عیب حباب زدگی، ناشی از تشکیل حباب در مذاب، افزایش می یابد[۱۶]. این حبابها در مرحله بعد به راحتی در قطعه گیر افتاده و موجب معیوب شدن قطعه می شوند. شکل ۶ نحوه پر شدن قالب، توسط ۶ راهباره و شکل ۷ آخرین مذاب باقی‌مانده در خلال انجماد را نشان میدهد.



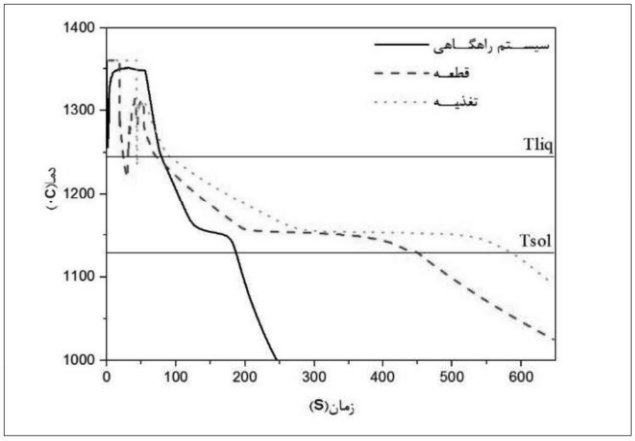
شکل ۵) تغییر جهت مذاب و مکان های مستعد به مکش هوا در طرح ۲



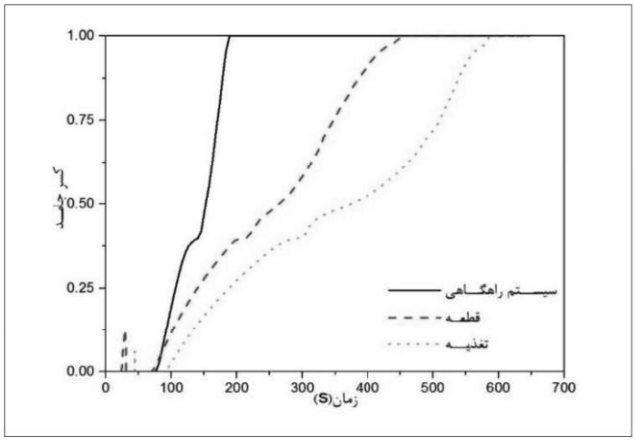
شکل۶) نحوه پر شدن قالب در طراحی دوم

شکل ۷) آخرین مذاب باقی‌مانده در قطعه در طرح دوم

برای بررسی عملکرد تغذیه، منحنی سرد شدن و کسر جامد سه نقطه در تغذیه، قطعه و سیســـتم راهگاهی مورد بررسی قرار گرفت. به دلیل باریک و طویل بودن سیســـتم راهگاهی، این قسمت زودتر از ســـایر نقاط منجمد می‌شـــود. با کوشش در جهت افزایش مدول تغذیه نســـبت به قطعه مطابق با مرجع [۱۷]، ســـرعت سرد شدن قطعه بیشـــتر از سرعت سرد شدن تغذیه شد. شکل ۸ و ۹ منحنی سرد شدن و کســـر جامد سیستم راهگاهی، قطعه و تغذیه را نشان می‌دهد.

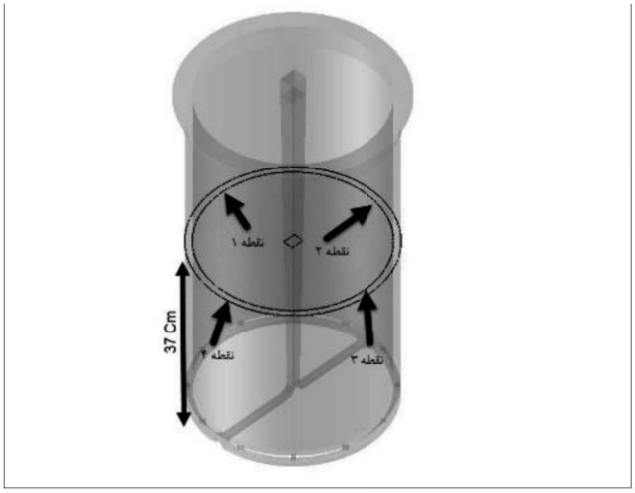


شکل ۸)منحنی سرد شدن سیستم راهگاهی، قطعه و تغذیه



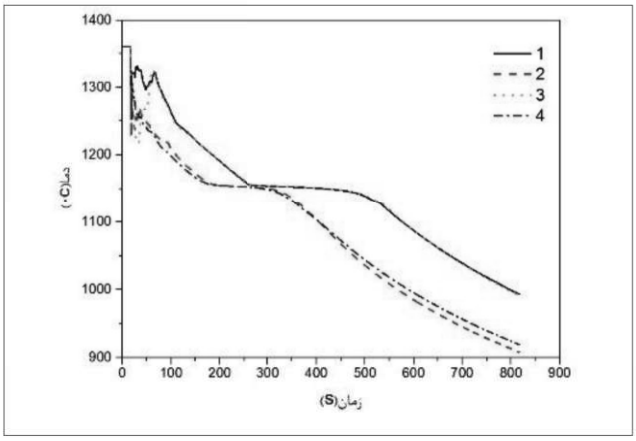
شکل ۹)کسر جامد سیستم راهگاهی، قطعه و تغذیه

برای بررســـی توزیع دمایی قطعه، منحنی ســـرد شدن و کسر جامد چهار نقطه در قطعات در نظر گرفته شـــد که مکان نقاط در شکل ۱۰ نشان داده شده است.

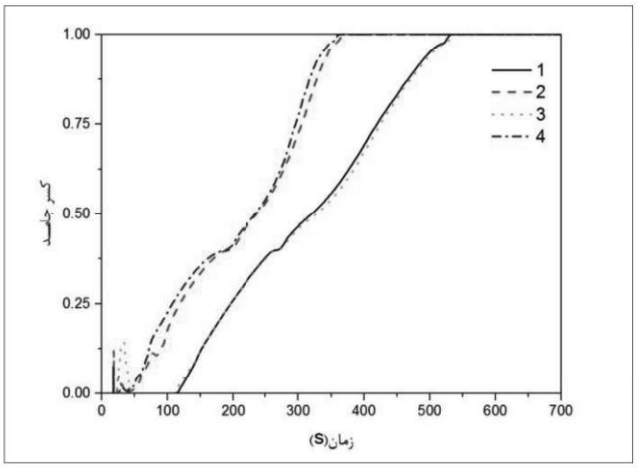


شکل ۱۰) نقاط انتخاب‌شده برای بررسی توزیع دمایی قطعه در طرح دوم

اختلاف در ســـرعت سرد شدن در شکل ۱۱و۱۲ نشان می دهد که توزیع دمایی و خواص قطعه به دلیل توزیع نایکنواخت مذاب در قالب، یکنواخت نیست.



شکل ۱۱) منحنی سرد شدن طراحی دوم



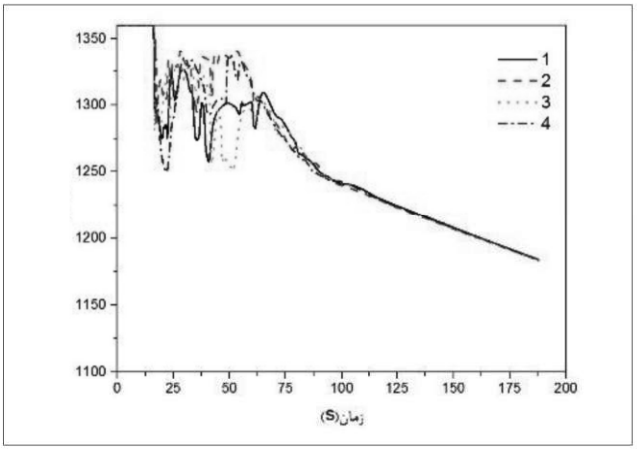
شکل ۱۲) کسر جامد طراحی دوم

۳-۳- طراحی ۳(کف ریز)

در طراحی سوم، مذاب با استفاده از دو خم تغییر جهت می‌دهد. به دلیل اســـتفاده از خم در راهبار، مذاب به‌صورت پشت سر هم و به ترتیب سیســـتم راهگاهی را پر می‌کند. نحوه پر شـــدن قالب با استفاده از هشت راهباره در شکل ۱۳ نشان داده‌شده است.

شکل ۱۳) نحوه پر شدن راهبار و پر شدن قطعه طرح سوم

منحنی ســـرد شدن برای چهار نقطه انتخابی در شکل ۱۴ رسم شده است. با افزایش تعداد راهباره ها، توزیع دمایی قطعه نسبت به طراحی شماره دو یکنواخت‌تر شده است.



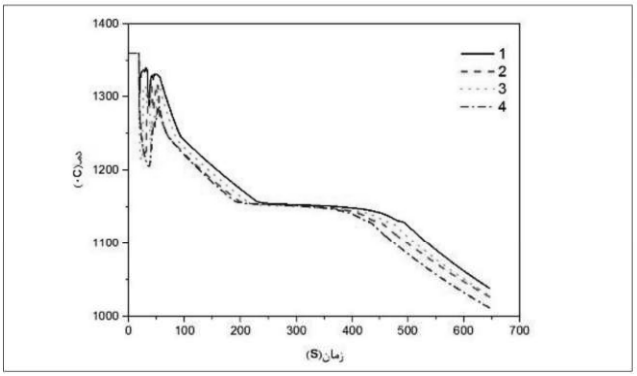
شکل ۱۴) منحنی سرد شدن طراحی سوم

۳-۴- طراحی ۴(کف ریز)

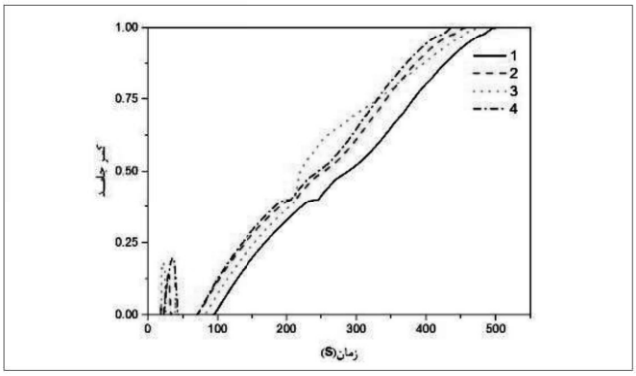
در طراحی چهارم از دوازده راهباره با ســـطح مقطع کلی برابر با طراحی دو و ســـه استفاده‌شده است. شکل ۱۴ نحوه حرکت مذاب در قالب را نشان می‌دهد.

شکل۱۴) نحوه حرکت مذاب در راهباره در طراحی ۴

شکل ۱۵و۱۶ منحنی سرد شدن و کسر جامد، برای چهار نقطه انتخابی در طراحی چهارم را نشـــان می‌دهد. به دلیل افزایش تعداد راهباره‌ها، بهترین توزیع دمایی در این طراحی مشاهده شد.

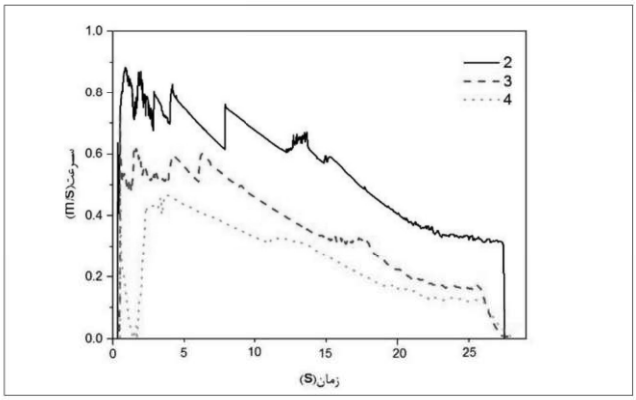


شکل ۱۵) منحنی سرد شدن طراحی چهارم

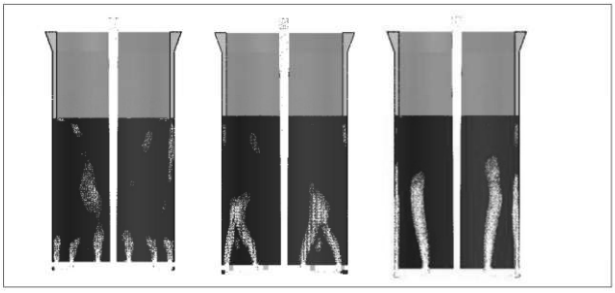


شکل ۱۶) نمودار کسر جامد طراحی چهارم

شکل ۱۷ ســـرعت مذاب در راهباره را برای سه طراحی (۲ و۳ و ۴) نشـــان داده است. از مقایسه منحنی ها به نظر می رسد که با افزایش تعداد راهباره ســـرعت مذاب در ورودی راهباره کاهش پیدا می‌کند. سرعت مذاب در طراحی چهارم پایین تر از سرعت بحرانی برای مذاب چدن اســـت [۱۸]. بردارهای سرعت در شکل ۱۸ نشان می‌دهد که جریان مذاب درونی قالب در طراحی چهارم نســـبت به طراحی ۲و۳ آرام تر شده است.



شکل ۱۷) سرعت مذاب در راهباره ها در طرح ۴

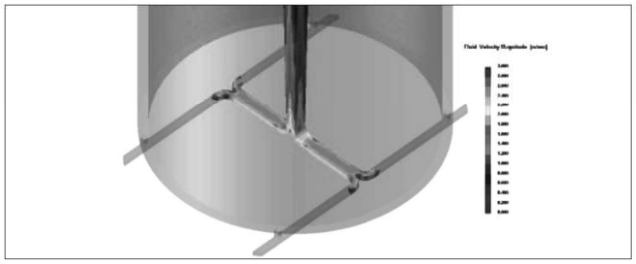


طراحی دوم طراحی سوم طراحی چهارم

شکل ۱۸) بردارهای سرعت بر شدن قالب در سه طراحی کف ریز

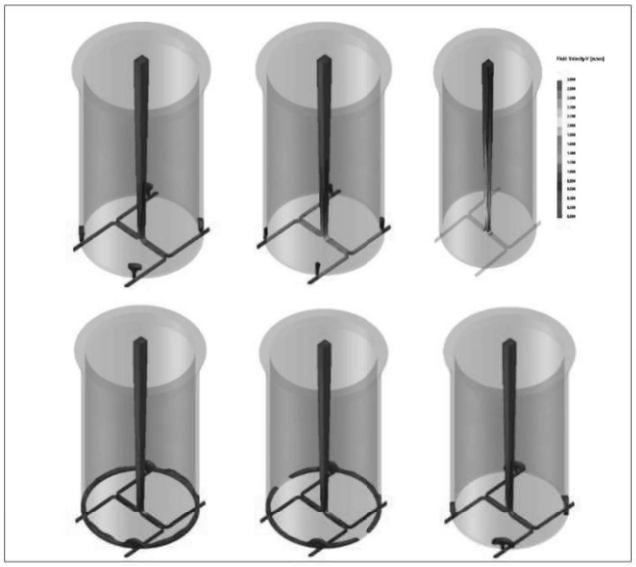
۳-۵- طراحی ۵ (کف ریز)

در این طراحی، راهگاه بارریز به‌وســـیله یک‌خم به دو قســـمت تقسیم‌شده و پس از آن نیز راهبار با کمک دو خم، برای جلوگیری از به وجود آمدن مناطق کم‌فشـــار، به چهار قسمت تقسیم می‌شود. شکل ۱۹ نحوه حرکت مذاب در راهبار را نشان می دهد.

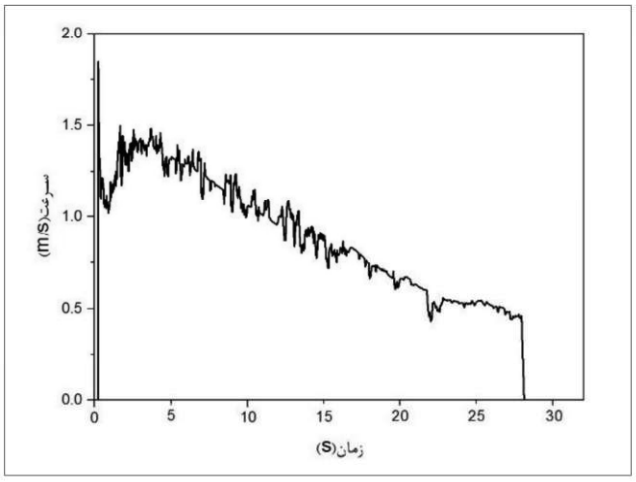


شکل ۱۹) نحوه حرکت مذاب در راهبار در طرح ۵

شکل ۲۰ نحوه‌ی پر شدن قالب در طراحی ۵ را نشان می‌دهد. سرعت مذاب از یکی از راهباره ها در شکل ۲۱ نشان داده‌شده است. سرعت بالای حرکت مذاب در راهباره ها نشان می دهد که، تنها با افزایش کافی سطح مقطع سیستم راهگاهی می توان سرعت مذاب را کاهش داد.



شکل ۲۰) نحوه پر شدن قالب در طراحی ۵



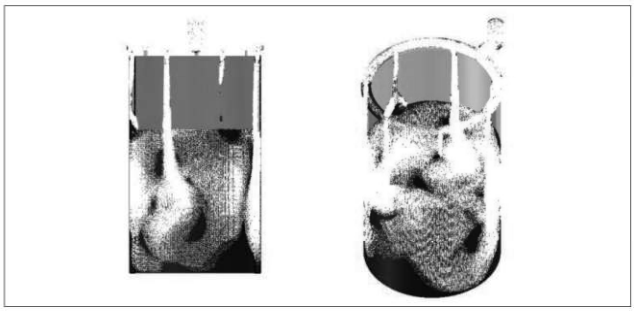
شکل ۲۱) سرعت مذاب در راهباره طراحی پنجم

۳-۶- طراحی ۶ (سرریز)

در این طراحی از یک حلقه سراسری بالای قطعه استفاده شده است که هفت راهباره مذاب را به قطعه می‌رسانند. مذاب با سرعت ۲/۱ متر بر ثانیه به انتهای قالب برخورد می‌کند.

قبل از پر شدن کامل راهبار حلقه ای شکل مذاب از راهباره ها وارد قطعه شـــده و قالب را پر می‌کند. شکل ۲۲ نحوه حرکت سطح مذاب و شـــکل ۲۳ بردارهای سرعت را نشان می‌دهد،که به صورت آشفته تا انتهای بارریزی قالب را پر می‌کند.

شکل ۲۲) حرکت سطح مذاب در قالب در طراحی ۶



شکل ۲۳) بردارهای سرعت پر شدن قالب در طراحی ۶

اولویـــت انتخاب و درصد بازده طراحی ها در جدول ۳ نشـــان داده شـــده اســـت. در طراحی کف ریز اول ورود مستقیم مذاب به قالب بدون اســـتفاده از راهباره مناسب نیســـت. در طراحی دوم از شش راهباره استفاده شـــد. به دلیل تغییر جهت راهبار، حبس هوا در مراحل ابتدایی پر شدن راهباره صورت می‌گیرد. در طراحی سوم از هشت راهباره استفاده شـــد. برای جلوگیری از مناطق کم‌فشار، خم در راهبار تعبیه‌شـــده است. در طراحی چهارم از دوازده راهباره استفاده شده اســـت که ســـرعت مذاب ۰/۴۵ متر بر ثانیه شد. در طراحی پنجم راهبار به چهار قســـمت تقسیم می‌شود که به دلیل کافی نبودن ســـطح مقطع راهباره ها مذاب با ســـرعت ۲/۲ متر بر ثانیه وارد قالب می‌شود. در طراحی شش مذاب با کف قالب برخورد می‌کند و تا انتهای بارریزی به صورت آشفته پر می‌شود.

جدول۳- انتخاب اولویت طراحی ها

طراحی	وزن قطعه و سیستم راهگاهی و تغذیه(Kg)	راندمان ریخته‌گری(٪)	اولویت انتخاب
۱	۱۲۸,۷	۷۷/۷	-
۲	۱۳۲,۷۶	۷۵/۳۲	-
۳	۱۳۲,۷۳	۷۵/۴	۲
۴	۱۳۲,۷۳	۷۵/۴	۱
۵	۱۳۱,۴۲	۷۶/۱	-
۶	۱۱۰,۱۲	۹۰/۸	-

۴- نتیجه‌گیری

سیستم راهگاهی باید به‌گونه‌ای طراحی شود که مذاب در تمام طول سیستم به‌طور ممتد با دیواره آن تماس داشته و به‌طور بسیار ملایمی فشاری شود.

افزایش ســـطح مقطع برای کاهش سرعت مذاب و تلاطم، فقط وقتی مؤثر است که مذاب به سمت بالا (سربالا) حرکت کند.

به‌جای قرار دادن یک حوضچه در پای راهگاه بار ریز، می توان راهبار را تنها توسط یک‌خم انحنادار ساده به انتهای راهگاه بارریزی متصل نمود. در این حالت رفتار مذاب نشان دهنده حذف تلاطم و پر شدن آرام قالب است.

ورود آرام و بدون تلاطم مذاب به قطعه شـــرط لازم برای تولید قطعه و شرط کافی توزیع یکنواخت حرارتی مذاب است.

۵- منابع

[1] Ambekar, S. A., & Jaju, S. B. (2014). A Review on Optimization of Gating System for Reducing Defect. International Journal of Engineering and General Science,4

[2] Sikorski, S., Dieckhues, G. W., & Sturm, J. C. (2012). Systematic optimization of aluminum sand casting gating systems. Am Foundry Soc.

[3] Hahn, I., & Hartmann, G. (2008). Automatic computerized optimization in die casting processes. Casting Plant & Technology, 4, 2-14.

[4] Hahn, I., & Sturm, J. C. (2010). Autonomous optimization of casting processes and designs. In Proceedings of the 69th World Foundry Congress, Hangzhou, China.

[5] Beeley, P. (2001). Foundry Technology. Butterworth Heinemann.

[6] J.Campbell. (2011). Complete Casting Handbook: Met-

al Casting Processes, Metallurgy, Techniques and Design. Butterworth-Heinemann.

[7] P. N. Rao, 2013. Manufacturing Technology foundry, Forming and welding, university of northern iowa: Mc-Graw Hill Education.

[۸] دوامی، پرویز .(۱۳۶۱) .مبانی سیستم های راهگاهی چدنها . انتشارات جامعه ریخته گران ایران.

[۹] بوترابی,محمدعلی .(۱۳۷۶) .نگرشـــی نوین بر سیستم های راهگاهی .دانشگاه علم و صنعت.

[۱۰] پـــرورش, رئوف .(۱۳۶۷) .سیســـتم راهگاهی در ریخته گری چدن .انتشارات جامعه ریخته گران ایران.

[11] Reddy A, K. (2014). Casting Simulation of Cast Iron Rotor Disc using ProCAST International Journal of Current Engineering and Technology, 4.

[۱۲] خوشـــخرام ع.، دیواندری، مهدی. بوترابی س. م ع. (۱۳۹۳) . شبیه ســـازی اثر طراحی سیستم های کف ریز مختلف بر نحوه ی حرکت سیال و شرایط انجماد قطعه ریختگی .انتشارات جامعه ریخته گران ایران

[13] Tiedje, S. S.-H. (2008). Reduced energy consumption by using streamlined gating systems. China Foundry Association Congress, 5.

[14] Tiryakioglu, M., Askeland, D. R., & Ramsay, C. W. (1993). Relationship between metal fluidity and optimum pouring time: a literature review. TRANSACTIONS-AMERICAN FOUNDRYMENS SOCIETY, 685-685.

[15] Peng, X. P. (2012). The Exploration of Appropriate Pouring Time which is the Important Parameters in Gray Cast Iron Foundry Process Design. In Applied Mechanics and Materials.

[16] Mokhlesian H, Divandari, M. (2015), Effect of ingate velocity on bubble damage in Al-5Mg and 413 Casting Alloys, J. of Metallurgical Eng. Society, Vol.18, Issue 57, Spring 2015, Page 16-26

[۱۷] خسروی, ر. (۱۳۶۸). اصول طراحی سیستم های راهگاهی و تغذیه گذاری چدن ها. انتشارات جامعه ی ریخته گران ایران.

[18] Campbell, J. (2015). Complete Casting Handbook Metal Casting Processes, Metallurgy Techniques and Design. Butterworth-Heinemann: Elsevier.

خواص شیمیایی، معدنی و مورفولوژیکی سرباره فولاد

هدایت غلامی

دانشجوی دکتری مهندسی مواد و متالورژی، دانشکده مهندسی متالورژی و مواد دانشگاه تهران

Hedayat.gholami@ut.ac.ir

چکیده

سرباره فولادی یک فرآورده حاصل از فرآیند تولید و تصفیه در فولادسازی است. این پژوهش انواع مختلف سرباره فولادی را که از فولادسازی با کوره قوس الکتریکی (EAF) و فرآیند تصفیه فولاد در کوره پاتیلی (LF) تولید می شود، ارائه می دهد. خواص کانی شناسی و مورفولوژیکی نمونه های سرباره کوره قوس الکتریکی (EAF (L، از طریق تجزیه و تحلیل های اشعه ایکس (XRD) و میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) بررسی شده اند. الگوهای XRD نمونه های سرباره EAF (L) بسیار پیچیده و دارای چندین طیف که در نقاطی نیز دارای همپوشانی بودند و مواد معدنی زیادی در این نمونه ها نشان داده می شود. تجزیه و تحلیل XRD نشان از حضور دوفاز MgO و CaO بصورت آزاد در نمونه سرباره EAF داشت. تصاویر حاصل از SEM نمونه های سرباره نشان داد که اکثر ذرات سرباره فولادی که به اندازه ذرات ماسه بوده به اشکال کروی، زاویه دار تا گوشه دار دیده می شوند. همچنین نمونه هایی با بافت سطحی بسیار صاف تا سطوح بسیار خشن همراه با ساختارهای متفاوت کریستالی در ذرات ماسه ای شکل نمونه های سرباره EAF (L) توسط SEM مشاهده شد. خصوصیات نمونه های سرباره فولادی که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته است، در جهت بررسی هرچه دقیق تر خواص فولاد و سرباره های فولاد به منظور ایجاد حساسیت بیشتر در موضوع سرباره ها مورد بحث قرار گرفته است.

کلمات کلیدی: سرباره، فولادسازی، کوره قوس الکتریکی، کوره پاتیلی، ترکیب شیمیایی

Chemical, mineralogical and morphological properties of steel slag

Hedayat Gholami

Ph.D. student of Materials and Metallurgy Engineering, Faculty of Metallurgy and Materials Engineering, University of Tehran

Hedayat.gholami@ut.ac.ir

Abstract

Steel slag is a byproduct of the steelmaking and steel refining processes. This paper provides an overview of the different types of steel slag that are generated from electric-arc-furnace (EAF) steelmaking, and ladle furnace steel refining processes. The mineralogical and morphological properties of electric-arc-furnace-ladle [EAF(L)] slag samples were determined through X-Ray Diffraction (XRD) analyses and Scanning Electron Microscopy (SEM) studies. The XRD patterns of EAF(L) slag samples were very complex, with several overlapping peaks resulting from the many minerals present in these samples. The XRD analyses indicated the presence of free MgO and CaO in the EAF(L) slag samples. SEM micrographs showed that the majority of the sand-size steel slag particles had subangular to angular shapes. Very rough surface textures with distinct crystal structures were observed on the sandsize particles of EAF(L) slag samples under SEM. The characteristics of the steel slag samples considered in this study are discussed in the context of a detailed review of steel slag properties.

Key words: *slag, steel making, electric arc furnace, ladle furnace, chemical composition*

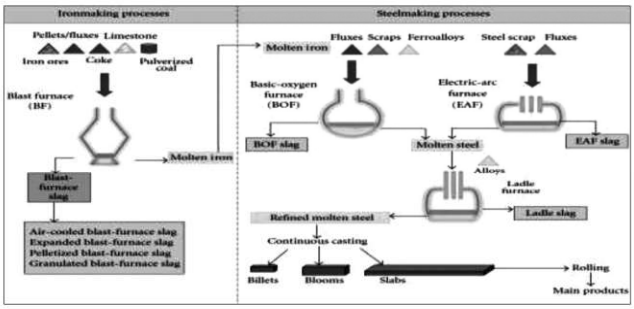
۱- مقدمه

صنایع فولاد در ایالات متحده به طور متوسط ۱۰ تا ۱۵ میلیون تن سرباره فولادی در هر سال تولید می‌کنند. تقریبا ۱۵ تا ۴۰ درصد خروجی سرباره فولاد در ابتدا در کارخانه‌های تولید فولاد دپو شده و در نهایت به محل دفع زباله ها منتقل می‌شود. استفاده از سرباره فولاد در کاربردهای مهندسی عمران یک روش مناسب و مقرون به صرفه جهت استفاده مفید از سرباره است که می‌تواند نیاز به دفع آنها را کاهش داده و آلودگی منابع طبیعی را کاهش دهد. لذا درک بیشتر خواص سرباره فولاد مورد نیاز است. حجم زیادی از این مواد باید به نحوی فنی در برنامه‌های کاربردی مهندسی عمران مورد استفاده قرار گرفته یا توسط فرآیندهای خاص فرآوری و استفاده مجدد قرار گیرند. امروزه شناخت خواص شیمیایی، معدنی و مورفولوژیک سرباره فولاد امری ضروری است. به عنوان مثال، ویژگی‌های اصطکاکی و سایشی سرباره فولادی تحت تاثیر مورفولوژی و کانی شناسی آن قرار می‌گیرند. به همین ترتیب، پایداری حجمی سرباره فولادی، تابعی از شیمی و کانی شناسی آن است. ویژگی‌های شیمیایی، معدنی و مورفولوژیکی سرباره فولاد براساس فرآیندهای تولید این ماده تعیین می‌شود. بنابراین، شناخت انواع مختلف فرآیند تولید و عملیات فولاد سازی که سرباره فولاد را بعنوان یک محصول جانبی تولید می‌کنند، مورد نیاز است. این پژوهش یک مرور کلی از روش‌های تولید سرباره فولاد و مرور ادبیات مربوط به خواص شیمیایی و معدنی سرباره فولاد را ارائه می‌دهد. علاوه بر این، ویژگی‌های معدنی و مورفولوژیکی نمونه‌های سرباره فولادی که از دو کارخانه فولاد در ایندیانا تولید شده اند، از طریق تجزیه و تحلیل‌های XRD و مطالعات SEM مورد ارزیابی قرار گرفته اند.

۲- بررسی اجمالی

سرباره ها بر اساس کوره‌هایی که از آنها ساخته می‌شوند، نامگذاری می‌شوند. شکل ۱ نمودار جریان برای فرایندهای تولید آهن و فولاد و انواع سرباره تولید شده از هر فرایند را نشان می‌دهد [۱،۲].

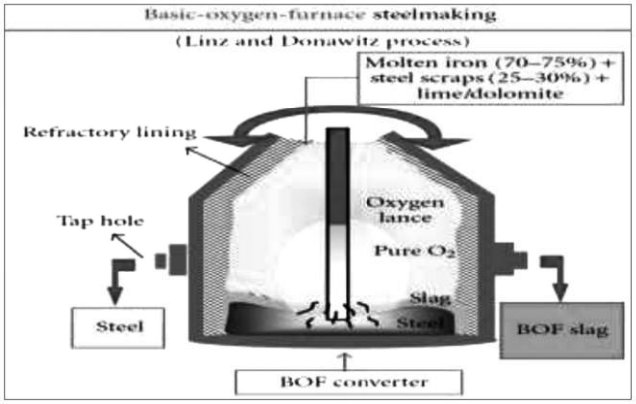
انواع اصلی سرباره‌های تولید شده از صنایع آهن و فولاد به شرح زیر طبقه بندی می‌شوند:



شکل ۱) نمودار جریان فرایندهای آهن و فولاد [۱، ۲].

۲-۱- فرآیند تولید سرباره توسط روش BOF

کوره‌های بر پایه اکسیژن، که در کنار آنها نورد فولادی نیز به صورت پیوسته در ارتباط با کوره‌های بلند قرار دارند، با آهن ذوب شده در کوره بلند و قراضه فولادی تولید می‌شوند. به طور معمول، شارژ مستقیم کوره پایه اکسیژن شامل تقریبا ۱۰-۲۰٪ از ضایعات فولاد و ۸۰-۹۰٪ آهن مذاب است [۱، ۳]. وجود ضایعات فولادی به عنوان شارژ در کوره بلند، نقش مهمی در خنک کردن کوره و حفظ دمای آن در حدود ۱۶۰۰ تا ۱۶۵۰ درجه سانتیگراد برای واکنشهای شیمیایی مورد نیاز دارد. شکل ۲ شماتیک فرآیند اصلی را نشان می‌دهد [۱، ۴].



شکل ۲) نمایش خلاصه فرایند کوره بر پایه اکسیژن [۱، ۴].

واکنش‌های شیمیایی ناشی از حذف ناخالصی ها، باعث تعیین ترکیب شیمیایی سرباره کوره پایه اکسیژن می‌شوند [۱، ۳، ۵].

۲-۲- فرآیند تولید فولاد و سرباره با کوره قوس الکتریکی (EAF)

کوره قوس الکتریکی از قوس الکتریکی با قدرت بالا، به جای سوخت‌های فسیلی، برای تولید انرژی گرمایی لازم برای ذوب ضایعات فولادی و تبدیل آن به فولاد با کیفیت بالا استفاده می‌کند [۱-۳]. فرآیند تولید فولاد با کوره قوس الکتریکی با شارژ کردن انواع قراضه فولاد به کوره با استفاده از سبدهای ضایعات فولادی مختلف آغاز می‌شود. پس از آن الکترودهای گرافیتی به سمت داخل کوره فرو می‌روند. سپس، یک قوس الکتریکی ایجاد می‌شود که باعث می‌شود الکتریسیته از الکترود و فلز عبور کند. قوس الکتریکی و مقاومت فلز با این جریان الکتریسیته حرارت را تولید می‌کنند. بطوریکه قراضه ذوب می‌شود، الکترود ها به سمت لایه‌های عمیق تر قراضه حرکت می‌کنند. در برخی از واحدهای فولادی، در طول این فرآیند، اکسیژن نیز از طریق یک لنس تزریق می‌شود تا قطعات بزرگ را به اندازه‌های کوچکتر برش دهد. در طول فرآیند تصفیه فولاد، اکسیژن از طریق یک لوله لنس به فولاد مذاب تزریق می‌شود. مقداری از آهن نیز، همراه با سایر ناخالصی ها در حین ذوب، مانند آلومینیم، سیلیسیم، منگنز، فسفر و کربن، در حین تزریق اکسیژن اکسید می‌شود. این ترکیبات اکسیدی با آهک (CaO) ترکیب شده و سرباره تشکیل

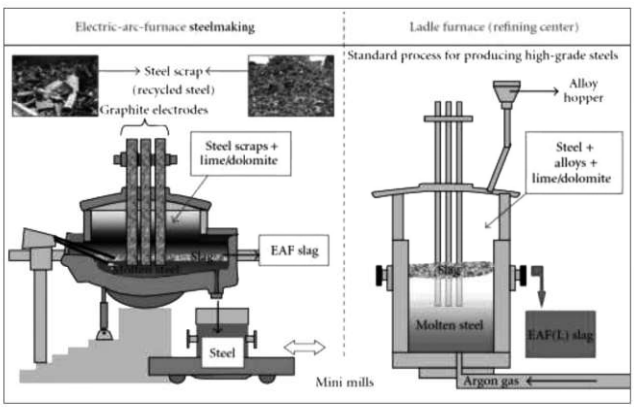
جدول ۱) ترکیب شیمیایی سرباره EAF، BOF و LF.

Reference	Slag type	Oxide composition (%)											
		CaO	SiO_2	Al_2O_3	MgO	FeO	Fe_2O_3	Fe_{total}	SO_3	MnO	TiO_2	P_2O_5	Free CaO
Das et al. [7]	BOF	47.9	12.2	1.2	0.8	26.3	—	—	0.3	0.3	—	3.3	—
Juckes [8]*	BOF	36.4–45.8	10.7–15.2	1–3.4	4.1–7.8	—	—	19–24	0.1–0.2	2.7–4.3	—	1–1.5	2.5–12
Mahieux et al. [9]	BOF	47.5	11.8	2.0	6.3	—	22.6	—	—	1.9	0.5	2.7	—
Poh et al. [10]	BOF	52.2	10.8	1.3	5.04	17.2	10.1	—	—	2.5	0.6	1.3	10.2
Shen et al. [11]	BOF	39.3	7.8	0.98	8.56	—	38.06	—	0.0	4.2	0.9	—	—
Shi [12]	BOF	30–55	8–20	1–6	5–15	10–35	—	—	0.1–0.2	2–8	0.4–2	0.2–2	—
Tossavainen et al. [13]	BOF	45.0	11.1	1.9	9.6	10.7	10.9	—	—	3.1	—	—	—
Waligora et al. [14]	BOF	47.7	13.3	3.0	6.4	—	24.4			2.6	0.7	1.5	9.2
Xuequan et al. [15]*	BOF	45–60	10–15	1–5	3–13	7–20	3–9	—	—	—	—	1–4	—
Barra et al. [16]	EAF	29.5	16.1	7.6	5.0	—	32.56	—	0.6	4.5	0.78	0.6	—
Luxán et al. [17]	EAF	24.4	15.4	12.2	2.9	34.4	—	—	—	5.6	0.56	1.2	—
Manso et al. [18]	EAF	23.9	15.3	7.4	5.1	—	—	42.5	0.1	4.5	—	—	0.5
Shi [12]	EAF	35–60	9–20	2–9	5–15	15–30	—	—	0.1–0.2	3–8	—	0.0–0.3	—
Tossavainen et al. [13]	EAF	38.8	14.1	6.7	3.9	5.6	20.3	—	—	5	—	—	—
Tsakiridis et al. [19]	EAF	35.7	17.5	6.3	6.5	—	26.4	—	—	2.5	0.8	—	—
Nicolae et al. [20]	Ladle	49.6	14.7	25.6	7.9	0.44	0.22	0.17	0.8	0.4	—	0.2	—
Shi [12]	Ladle	30–60	2–35	5–35	1–10	0–15	—	—	0.1–1	0–5.0	—	0.1–0.4	—
Qian et al. [21]	Ladle	49.5	19.59	12.3	7.4	—	0.9	—	—	1.4	—	0.4	2.5
Setién et al. [22]	Ladle	50.5–57.5	12.6–19.8	4.3–18.6	7.5–11.9	—	1.6–3.3	—		0.4–0.5	0.3–0.9	0–0.01	3.5–19
Tossavainen et al. [13]	Ladle	42.5	14.2	22.9	12.6	0.5	1.1	0.4	—	0.2	—	—	—

می‌دهند. در حالی که فولاد تصفیه می‌شود، پودر کربن نیز از طریق فاز شناور روی سطح فولاد مذاب تزریق می‌شود که منجر به تشکیل کربن مونوکسید می‌شـود. گاز کربن مونوکسید تشکیل شده باعث ایجاد سـرباره به شکل فوم می‌شـود [۱-۳، ۵]. روند تولید فولاد با EAF در تولید انواع مختلف فولاد رقابتی شـده اسـت، و بر صنعت فولاد ایالات متحده با ۵۵ درصد از کل تولید فولاد در سـال ۲۰۰۶ روش غالب شده است)بر اساس (USGS [۶].

۲-۳- فرآیند تصفیه در کوره پاتیلی و تولید سرباره

مهمترین عملکرد فراینـد تصفیه ثانویه عبارتند از: حذف نهایی گوگرد، کاهش اکسـیژن، نیتروژن و هیدروژن، حذف ناخالصی ها و نهایتاً کاهش کربن (برای فولادهای کم کربن انجام می‌شـود). بسته به کیفیت فولاد مورد نظر، فرآیند ذوب فولاد تولید شـده با EAF و BOF از طریق برخی یا همه فرآیندهای تصفیه فوق انجام می‌شـود [۱، ۲]. اکثر کارخانه‌های فولاد پیوسته، دارای ایستگاه‌های تصفیه مذاب هستند. شکل ۳ شماتیک اساسی از یک کوره قوس الکتریکی و یک واحد تصفیه پاتیلی یا LF مرتبط با آن را نشان می‌دهد [۲، ۴].



شکل ۳) شماتیک فرایند تصفیه و تولید فولاد با کوره قوس الکتریکی [۲، ۴].

۳- ترکیب شیمیایی سرباره فولاد

اکسـید کلسیم و اکسید آهن دو جزء اصلی شیمیایی از سرباره EAF و BOF هسـتند. سـرباره کوره پاتیلی در طول فرآیندهای تصفیـه فولاد تولید می‌شـود که در آن چندیـن فروآلیاژ به کوره پاتیلی برای تولید انواع مختلف فولاد اضافه می‌شود. به همین علت، اجزای شیمیایی سرباره مذاب پاتیل متفاوت از سرباره‌های BOF و EAF است. جدول ۱، ترکیب شیمیایی سرباره (BOF)، کوره قوس الکتریکی (EAF) و سـرباره مذاب را از منابع مختلف ارائه می‌دهد. [۷-۲۲]. اجزای اصلی شیمیایی سرباره کوره پایه اکسیژن عبارتند از FeO، CaO و SiO2. مقادیـر AL2O3 و MgO بـه ترتیـب در محـدوده ۰/۵ تا ۴٪ و ۰/۴ تـا ۱۴٪ قرار دارند. محتوای آهک آزاد نیز می‌تواند تا ۱۲٪ باشد. مقدار زیادی از آهک یا دولومیت در حین فرایند تبدیل آهن مذاب به فولاد استفاده می‌شود و بنابراین مقدار CaO سـرباره BOF معمولا بسـیار زیاد است (CaO> ۳۵ ٪) [۱، ۸، ۱۲، ۲۳]. به طور معمول AL2O3، SiO2، CaO، FeO و MgO در سـرباره EAF در محدوده ۱۰تـا۴۰٪، ۲۲ تا۶۰٪، ۶ تا ۳۴٪، ۳ تا ۱۴٪ و ۳ تا ۱۳٪ می‌باشـند. دیگر اجزای جزئی شـامل سایر ناخالصی‌های اکسید شده همچون MnO، MgO و SO3 میباشند. همچنین سرباره EAF حاوی CaO و MgO آزاد همراه با دیگر مواد معدنـی پیچیده و محلول جامد FeO، CaO و MgO اسـت. مقدار FeO در سرباره EAF تولید شده از فرایندهای تولید فولاد ضد زنگ می‌تواند تا ۲ درصد باشد [۲۴].

۴- خواص معدنی سرباره فولادی

سرباره فولادی دارای مقدار سیلیس پایین تر از سرباره کوره بلند است و از این رو، سرباره فولاد، حتی زمانی که به سرعت سرمایش بالا باشـد، دارای مقادیر کمی از ساختار شیشه ای میباشد [۱۳].

جدول ۲) فازهای معدنی در سرباره EAF، BOF و سرباره پاتیل

Reference	Slag	Mineralogical phases
Barra et al. [16]	EAF	$CaCO_3$, FeO, MgO, Fe_2O_3, $Ca_2Al(AlSiO_7)$, Ca_2SiO_4
Geiseler [29]	—	$2CaO·SiO_2$, $3CaO·SiO_2$, $2CaO·Fe_2O_3$, FeO, (Ca, Fe)O (calciowustite), (Mg, Fe)O (magnesiowustite), free MgO, CaO
Juckes [8]	BOF	C_3S, C_2S, C_2F, RO phase (FeO-MgO-CaO-FeO), MgO, CaO
Luxán et al. [17]	EAF	Ca_2SiO_3, $Ca_2Al(AlSiO_7)$, Fe_2O_3, $Ca_{14}Mg_2(SiO_4)_8$, $MgFe_2O_4$, Mn_3O_4, MnO_2
Manso et al. [28]	Ladle	Al_2O_4Mg, $Ca(OH)_2$, Si_2O_6CaMg, MgO, Ca_3SiO_5, β-Ca_2SiO_4, γ-Ca_2SiO_4, SO_4Ca
Nicolae et al. [20]	BOF	$2CaO·Al_2O_3·SiO_2$, Fe_2O_3, CaO, FeO
Nicolae et al. [20]	EAF	MnO_2, MnO, Fe_2SiO_4, Fe_7SiO_{10}
Nicolae et al. [20]	Ladle	$CaO·SiO_2$, $CaOAl_2O_3·2SiO_2$, CaS, Al_2O_3
Qian et al. [21]	EAF	γ-Ca_2SiO_4, C_3MS_2, CFMS, FeO-MnO-MgO solid solution
Qian et al. [21]	Ladle	γ-Ca_2SiO_4, C_3MS_2, MgO
Reddy et al. [25]	BOF	$2CaO·Fe_2O_3$, $2CaO·P_2O_5$, $2CaO·SiO_2$, CaO
Reddy et al. [25]	BOF[9]	$2CaO·Fe_2O_3$, $3CaO·SiO_2$, $2CaO·SiO_2$, Fe_2O_3
Tossavainen et al. [13]	Ladle	$Ca_{12}Al_{14}O_{33}$, MgO·β-Ca_2SiO_4, γ-Ca_2SiO_4, $Ca_2Al_2SiO_7$
Tossavainen et al. [13]	BOF	β-Ca_2SiO_4, FeO-MnO-MgO solid solution, MgO
Tossavainen et al. [13]	EAF	$Ca_3Mg(SiO_4)_2$, β-Ca_2SiO_4, Spinel solid solution (Mg, Mn)(Cr, Al)$_2O_4$, wustite-type solid solution ((Fe, Mg, Mn)O), $Ca_2(Al, Fe)_2O_5$
Tsakiridis et al. [19]	EAF	Ca_2SiO_4, $4CaO·Al_2O_3·Fe_2O_3$, $Ca_2Al(AlSiO_7)$, Ca_3SiO_5, $2CaO·Al_2O_3·SiO_2$, FeO, Fe_3O_4, MgO, SiO_2
Wachsmuth et al. [30]	BOF	Ca_2SiO_4, Ca_3SiO_5, FeO, $2CaO·Fe_2O_3$

ردی و همکاران [۲۵] ساختار بلوری سرباره BOF کوئنچ شده را با استفاده از آنالیز XRD شناسایی کرد. این مطالعات نشان می‌دهد که حتی زمانی که این سرباره به سرعت سرد می‌شود، به علت ترکیب شیمیایی آن، کریستالی شده است. تجزیه و تحلیل پراش اشعه ایکس از نمونه‌های سرباره فولاد، نشان از یک ساختار پیچیده با تعداد زیادی پیک دارای همپوشانی که منجر به فازهای بلوری در سرباره فولاد شده، دارد. به نظر می‌رسد این فازهای کریستالی عمدتاً به دلیل ترکیب شیمیایی سرباره فولاد و سرعت خنک شدن آهسته در حین فرآیند است [۱، ۲۶-۲۸]. خوراک (شارژ) کوره ها در یک کارخانه فولاد سازی نسبت به دیگری متفاوت است، بنابراین تغییرات زیادی در ترکیب شیمیایی سرباره‌های فولادی تولید شده در کارخانه‌های مختلف تولید فولاد انتظار می‌رود. در جدول ۲، ترکیبات معدنی شناسایی شده در سرباره‌های فولادی، بر اساس تحقیقات [۸، ۱۳، ۱۶، ۱۷، ۲۰، ۲۱، ۲۵، ۲۸-۳۰] گزارش شده است. فازهای معدنی مشترک و رایج در ترکیب سرباره‌های فولادی در جدول ۲ مشاهده می‌شوند. از آنجائیکه سرباره BOF و EAF هر دو دارای مقادیر بالای اکسید آهن هستند، محلول‌های جامد FeO (wustite) معمولاً به عنوان یکی از اجزای اصلی ترکیب معدنی آنها مشاهده می‌شود. سرباره کوره پاتیلی دارای مقدار FeO پایین تری بوده و بنابراین پلی مورف های C_2S به عنوان فاز اصلی مشاهده می شوند [۱۹، ۲۴، ۲۷، ۲۹]. پورتلند دارای چگالی کمتری نسبت به CaO است و از اینرو، هیدراتاسیون CaO آزاد باعث افزایش حجم سرباره می‌شود. راماچاندران و همکاران [۳۲] مکانیزم هیدراتاسیون CaO را مورد بررسی قرار دادند و ثابت شد وقتی که سرباره در آب غوطه ور می‌شود، CaO متراکم شده و طی این فرآیند تقریبا می‌تواند در چند روز با افزایش حجم تا ۱۰۰٪ هیدراته شود. آهک باقی مانده را می‌توان به شکل ذرات کوچک همانند شکل ۴ در ساختار سرباره فولاد مشاهده کرد. در صورت عدم حضور آب، به علت فعالیت بالای آهک ممکن است از طریق شکستگی ها و ترک ها و نفوذ رطوبت منجر به هیدراته شدن شود. اگر شکاف‌های ی در سطح و عمق ذرات وجود داشته باشد، منجر به اتصال رگه ها و ذرات آهک شده و جوش خوردن و در نهایت هیدراتاسیون می‌تواند گسترش یابد [۸، ۱۲، ۳۳].

شکل ۴) ذرات سرباره فولادی سنگی شکل با یک توده آهک (عکس گرفته شده در Mittal Steel، Indiana HarbourWest Plant).

دیگر ترکیبات گسترده مانند free MgO نیز ممکن است در سرباره فولاد وجود داشته باشد. برخلاف CaO، هیدرات‌های آزاد MgO به میزان بسیار کمتری تشکیل می‌شوند و تغییرات زیادی را طی ماه ها یا حتی سال ها ایجاد می‌کنند. به طور کلی، سرباره تولید شده از تکنولوژی‌های مدرن تولید فولاد دارای MgO پایین هستند. با این حال، اگر دولومیت به جای آهک به عنوان عامل شارژ استفاده شود، مقادیر آزاد MgO در سرباره فولاد افزایش میابد، بنابراین امکان افزایش حجم به دلیل هیدراتاسیون MgO نیز افزایش می‌یابد [۸، ۳۴ -۳۷]. واکنش دیگری که سبب افزایش حجم می‌شود، ناشی از فاز سیلیکات دی کلسیم (C_2S) میباشد. فاز C_2S معمولا در انواع سرباره‌های فولاد وجود دارد و به طور خاص به عنوان فاز اصلی در سرباره کوره پاتیلی به طور معمول فراوان است. C_2S در چهار پلی مورف α، β، α' و γ به خوبی تعریف شده

است. فاز α آن در دماهای بالا (< ۶۳۰ درجه سانتی گراد) پایدار است. در دمای زیر ۵۰۰ درجه سانتیگراد، β-C_2S شروع به تبدیل به γ-C_2S می‌کند. این تحول باعث افزایش حجم تا ۱۰٪ می‌شود. اگر روند سرمایش سرباره فولاد آهسته باشد، کریستال ها شکسته شده و منجر به گرد و غبار فراوانی می‌شود. این تبدیل فاز و گرد و غبار مربوطه برای سرباره‌های کوره پاتیلی معمول است. به همین دلیل سرباره پاتیل معمولاً سرباره "خود غبار" یا "فروکش "نامیده می‌شود [۸، ۲۷].

۵- مشخصات سرباره فولادی از کارخانه‌های فولادی ایندیانا

۵-۱- مواد

ترکیب شیمیایی، کانی شناسی و مورفولوژی ذرات سرباره فولاد می‌تواند بر کلیه خواص سرباره فولاد تاثیر بگذارد. در این مطالعه دو نوع مختلف سرباره فولادی (سرباره BOF و EAF) تولید شده از کارخانه‌های فولادی ایندیانا مورد بررسی قرار گرفت. میتال فولاد منبع اصلی برای سرباره BOF و فولاد Whitesville منبع سرباره EAF می‌باشد.

۵-۲- روش‌های آزمایش

ترکیب اکسید سرباره BOF و EAF (L) توسط شرکت‌های فرآوری سرباره (Multiserv و C. Levy Co. Edward) با استفاده از تجزیه و تحلیل فلورسانس اشعه ایکس XRF مشخص شد. برای تعیین فازهای‌های کانی شناسی موجود در نمونه‌های سرباره فولاد، تجزیه اشعه ایکس بر روی هر دو سرباره BOF و نمونه‌های سرباره EAF (L) با از دستگاه زیمنس مدل D- ۵۰۰ با استفاده از تابش مس انجام شد. نرم افزار programJade نیز برای کمک به شناسایی مواد معدنی موجود در نمونه مورد استفاده قرار گرفت. فازهای اصلی، جزئی و احتمالی برای هر نمونه مورد آزمایش انجام گرفت. نتایج در جداول ۳، ۴ و ۵ و اشکال ۵ و ۶ نشان داده شده است.

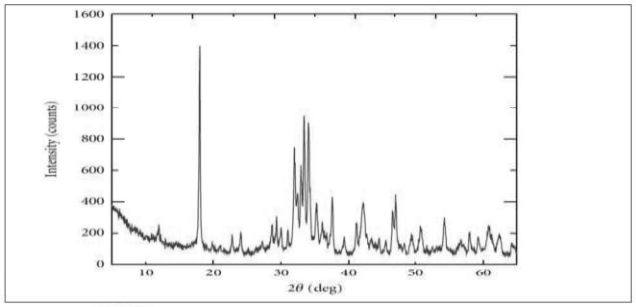
جدول ۳) ترکیب شیمیایی سرباره BOF

Oxides	% (by weight)
CaO	39.40
FeO	30.23
SiO_2	11.97
MgO	9.69
MnO	2.74
Al_2O_3	2.16
P_2O_5	1.00
TiO_2	0.40
Na_2O	0.25
Cr_2O_3	0.20
K_2O	0.05
Cl	0.01
SO_3	0.12
L.O.I.[a]	1.80

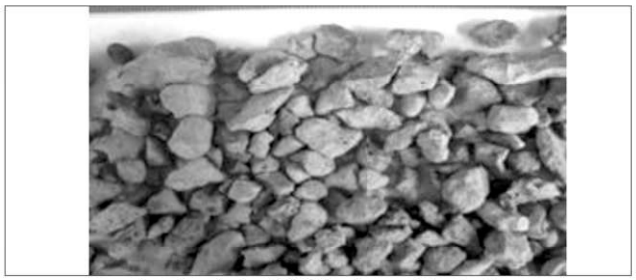
[a] L.O.I: Loss on ignition.

جدول ۴) فازهای مینرالوگرافی در سرباره BOF که بر اساس تجزیه و تحلیل XRD شناسایی شده

Mineral type	Formula	BOF slag
Portlandite	$Ca(OH)_2$	major
Srebrodol'skite	$Ca_2Fe_2O_5$	major
Merwinite	$Ca_3Mg(SiO_4)_2$	major
Larnite	Ca_2SiO_4	minor
Calcite (manganoan)	$(Ca, Mn)CO_3$	minor
Lime	CaO	minor
Dolomite	$CaMg(CO_3)_2$	minor
Wollastonite	$CaSiO_3$	probable
Periclase	MgO	probable
Pentahydrite	$MgSO_4 \cdot 5H_2O$	probable
Monticellite	$CaMgSiO_4$	probable
Hematite	Fe_2O_3	probable
Magnesite	$MgCO_3$	probable

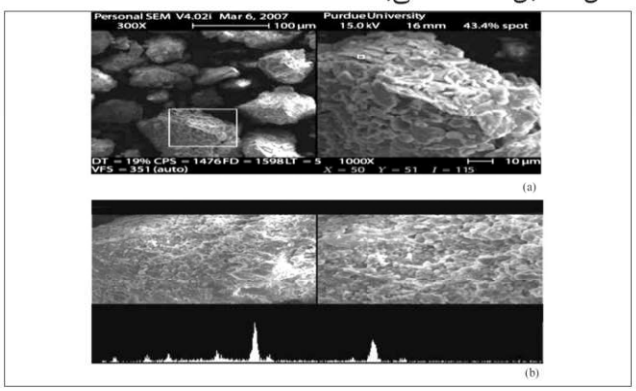


شکل ۵) الگوی پراش اشعه ایکس برای سرباره BOF.



شکل ۶) ذرات سرباره BOF در اندازه ماسه ای

ذرات سرباره فولاد نیز تحت بررسی میکروسکوپی قرار گرفتند تا شکل، زاویه داری و بافت سطحی آنها مشخص شوند. این آزمایش با میکروسکوپ الکترونی روبشی (تولید شده توسط ASPEX، Model Personal SEM) و یک میکروسکوپ نوری (تولید شده توسط نیکون) انجام شد. شکل و بافت سطحی ذرات ماسه ای شکل با چشم غیر مسلح قابل مشاهده بود. نتایج در شکل ۷ قابل مشاهده می‌باشند.



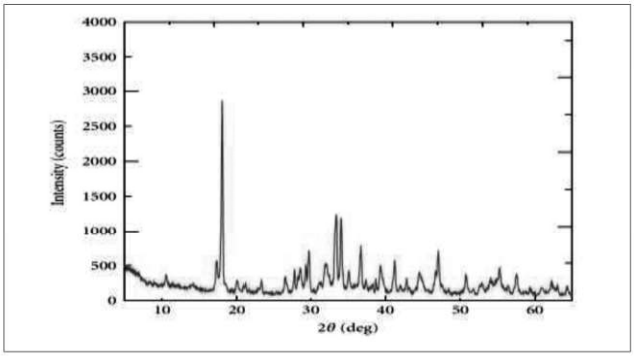
شکل ۷) تصاویر SEM نمونه سرباره BOF (a) شکل ذرات و (b) بافت سطحی و تجزیه و تحلیل عناصر.

۶- ترکیب شیمیایی و کانی شناسی ذرات سرباره EAF

جدول ۵ ترکیب شـــیمیایی نمونه ی اکســـید سرباره EAF (L) آزمایش شده را نشـــان می‌دهد. شی [۱۲] گزارش داد که MgO، Al2O3، SiO2 ، CaO و FeO در سرباره کوره پاتیلی به ترتیب در محـــدوده ۳۰ تا۶۰٪، ۲ تا ۳۵٪، ۵ تا ۳۵٪، ۱تا ۱۰٪ و ۰,۱ تا ۱۵٪ بود. مقدار SiO2 سرباره EAF (L) مورد بررسی در این مطالعه کمی بالاتر از حد پایین محدوده گزارش شـــده توسط شـــی [۱۲] بود. ســـرباره EAF که در این تحقیق مورد اســـتفاده قرار گرفته است، بســـیار آرام و در چاله‌های سرباره تحت شـــرایط اتمســـفر محیطی خنک می‌شـــود. این شرایط خنک شـــدن آهسته امکان تشـــکیل فازهای مختلف بلوری را فراهم می‌آورد. این ها در الگوهای بســـیار پیچیده XRD نشان داده شـــده در شکل ۸ منعکس شده اســـت. فازهای معدنی با پیک‌های مجزا با شدت‌های بالا و در برخی از پیک‌های دارای همپوشانی با شدت کم شناسایی شـــدند. چندین محقق دیگر الگوهای مشابه XRD را برای سرباره(L) EAF گزارش کرده اند [۱۳، ۲۰، ۲۸]. جدول ۶ تمام فازهای معدنی که در نمونه‌های ســـرباره EAF L شناسایی شده است را نشان می‌دهد. بالاترین پیک در XRD نمونه‌های ســـرباره EAF (L) برای پرتلاندیت مشاهده شد (جدول ۵ را ببینید). دیگر فازهای جزئی عبارتند از آهک (CaO)، لارنیت uvavorite، (Ca2SiO4) ، وولاستونیت (Ca2, Fe)SiO3) و پریکلاس (MgO).

Oxides	% (by weight)
CaO	47.52
Al_2O_3	22.59
FeO	7.61
MgO	7.35
SiO_2	4.64
SO_3	2.28
MnO	1.00
Cr_2O_3	0.37
TiO_2	0.33
P_2O_5	0.09
Na_2O	0.06
K_2O	0.02
Zn	0.01
L.O.I[a]	6.20

جدول ۵) ترکیب شیمیایی سرباره EAF (L)



شکل ۸) الگوهای پراش اشعه ایکس برای سرباره EAF.

Mineral type	Formula	EAF(L) slag
Portlandite	$Ca(OH)_2$	major
Mayenite	$Ca_{12}Al_{14}O_{33}$	major
Larnite	Ca_2SiO_4	minor
Lime	CaO	minor
Uvavorite	$Ca_3 \cdot Cr_2(SiO_4)_3$	minor
Wollastonite[f]	$(Ca, Fe)SiO_3$	minor
Periclase	MgO	minor
Calcite	$CaCO_3$	probable
Merwinite	$Ca_3Mg(SiO_4)_2$	probable

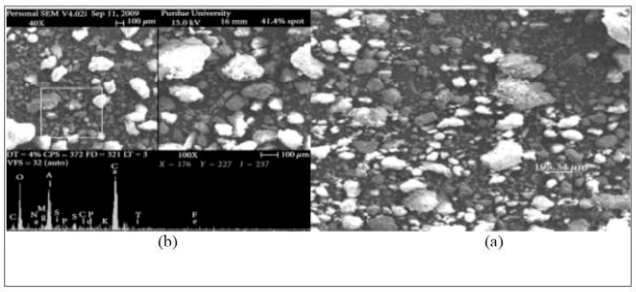
[f] ferroan.

جدول ۶: فازهای معدنی شناسایی شده در سرباره EAF براساس تجزیه و تحلیل XRD.

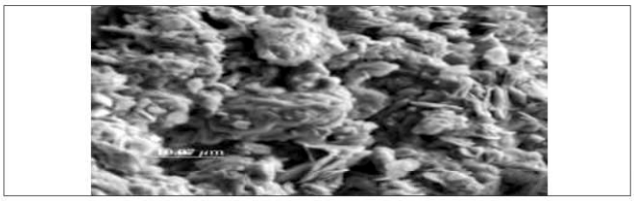
۷- مورفولوژی ذرات سرباره EAF

شـــکل ۹ ذرات متوسط از ســـرباره EAF را نشان می‌دهد. ذرات ماســـه ای شکل از نمونه‌های ســـرباره EAF شکل‌های متنوعی از ریز تا درشت داشتند. هر دو ذرات بزرگ و کوچک مورد مشاهده قرار گرفتند. ذرات با لبه‌های متمایز نیز در بین ذرات ریز و درشـــت وجود دارد. بیشتر ذرات به صوت بشقابی و شکل‌های نامنظم یا کروی بسیار کم و لبه‌های تیز داشتند. شـــکل ۱۰ (a) و ۱۰ (b) ذرات ســـرباره EAF، به شکل شن و ماسه ای را نشـــان می‌دهند. برخی از ذرات به شکل صفحات بســـیار نامنظم نیز مشاهده شـــد. اکثر ذرات ســـرباره EAF تحت بررســـی SEM، دارای بافت‌های سطحی بسیار خشن با ساختارهای کریستالی و صفحه‌ای بوده‌اند (به شکل ۱۰ نگاه کنید).

شکل ۹) ذرات گرانول شکل سرباره EAF.



شکل ۱۰) تصاویر SEM از سرباره (a) EAF شکل ذرات ماسه ای و ریز (بزرگنمایی = X50) و (b) ذرات با تجزیه و تحلیل اجزای آنها.



شکل ۱۱) تصویر SEM بافت سطحی ذره سرباره EAF (بزرگنمایی = X1200).

۸- نتیجه‌گیری

ویژگی‌های کانی شناسی و مورفولوژیکی نمونه‌های سرباره BOF و EAF تولید شده از دو کارخانه فولاد در ایندیانا از طریق تجزیه و تحلیل‌های XRD و مطالعات SEM مورد بررسی قرار گرفت. و خلاصه نتایج آن به شرح زیر می‌باشد:

۱- فازهای اصلی و مواد معدنی موجود در نمونه‌های سرباره BOF عبارتند از پورتلندایت، اسرابرودولسکیت و مروینیت.

۲- اکثر ذرات سرباره BOF کروی و دارای ساختار جامد بودند. ذرات سرباره BOF در اندازه‌های شن و ماسه با شکل زاویه ای و بافت سطحی خشن در SEM مشخص بودند.

۳- فازهای اصلی مواد معدنی که در نمونه‌های سرباره EAF شناسایی شده بودند عبارتند از پورتلندایت ، مینیت و مالنتریت.

۴- هر دو ذرات بزرگ و پهن با کرویت بسیار کم و لبه‌های تیز در نمونه‌های سرباره EAF مشاهده شد. ذرات سرباره و دارای سطوح مختلف از جمله صاف و خشن بوده و میکروگرافی SEM نشان داد که اکثر ذرات دارای سطوح بسیار خشن با ساختارهای متمایز بلوری هستند.

۵- مطالعات مورفولوژیکی نشان می‌دهد که هر دو نمونه‌های سرباره BOF و EAF که در این تحقیق مورد آزمایش قرار گرفته‌اند، خواص اصطکاکی مطلوب دارند.

۶- الگوهای پیچیده XRD نمونه‌های سرباره BOF و EAF آزمایش شده، نتیجه ترکیب شیمیایی آنها و شرایط خنک سازی بسیار آهسته در طی فرآیند تولید آنها بود. تجزیه و تحلیل توسط XRD از نمونه‌های سرباره BOF و EAF نشان دهنده حضور MgO و CaO آزاد بود. از آنجا که این ترکیبات هنگام هیدرات شدن انبساط می‌یابند، ناپایداری حجمی سرباره‌های مورد آزمایش مشهود بود، لذا بایستی برای استفاده در فرآیندهای مهندسی عمران مورد ارزیابی قرار گیرند.

۹- منابع

[1] H. Schoenberger, "Final draft: best available techniques reference document on the production of iron and steel," Publications of EC: European Commission, Joint Research Centre, IPTS, European IPPC Bureau, 2001.

[2] EnergyManager Training (EMT), "Iron and steel process," July 2008, http://www.energymanagertraining.com/.

[3] D. Brandt and J. C. Warner, Metallurgy Fundamentals, Goodheart-Willcox, Tinley Park, Ill, USA, 3rd edition, 2005.

[4] American Iron and Steel Institute (AISI), "How Steel isMade," October 2011, http://www.steel.org/.

[5] S. Seetharaman, Fundamentals of Metallurgy,Woodhead Publishing and CRC Press, Boca Raton, Fla, USA, 2005.

[6] United Stated Geological Survey (USGS), "Slag-iron and steel," Annual Review,Mineral Industry Surveys, U.S. Geological Survey, Minerals Yearbook, Reston, Va, USA, 1993–2006.

[7] B. Das, S. Prakash, P. S. R. Reddy, and V. N.Misra, "An overview of utilization of slag and sludge from steel industries,"

Resources, Conservation and Recycling, vol. 50, no. 1, pp. 40–57, 2007.

[8] L. M. Juckes, "The volume stability of modern steelmaking slags," Mineral Processing and Extractive Metallurgy, vol. 112, no. 3, pp. 177–197, 2003.

[9] P. Y. Mahieux, J. E. Aubert, and G. Escadeillas, "Utilization of weathered basic oxygen furnace slag in the production of hydraulic road binders," Construction and Building Materials, vol. 23, no. 2, pp. 742–747, 2009.

[10] H. Y. Poh, G. S. Ghataora, and N. Ghazireh, "Soil stabilization using basic oxygen steel slag fines," Journal of Materials in Civil Engineering, vol. 18, no. 2, pp. 229–240, 2006.

[11] D. H. Shen, C.M.Wu, and J. C. Du, "Laboratory investigation of basic oxygen furnace slag for substitution of aggregate in porous asphalt mixture," Construction and Building Materials, vol. 23, no. 1, pp. 453–461, 2009.

[12] C. Shi, "Steel slag—its production, processing, characteristics, and cementitious properties," Journal of Materials in Civil Engineering, vol. 16, no. 3, pp. 230–236, 2004.

[13] M. Tossavainen, F. Engstrom, Q. Yang, N. Menad, M. L. Larsson, and B. Bjorkman, "Characteristics of steel slag under different cooling conditions," Waste Management, vol. 27, no. 10, pp. 1335–1344, 2007.

[14] J.Waligora, D. Bulteel, P. Degrugilliers, D. Damidot, J. L. Potdevin, and M. Measson, "Chemical and mineralogical characterizations of LD converter steel slags: a multi-analytical techniques approach," Materials Characterization, vol. 61, no. 1, pp. 39–48, 2010.

[15] W. Xuequan, Z. Hong, H. Xinkai, and L. Husen, "Study on steel slag and fly ash composite Portland cement," Cement and Concrete Research, vol. 29, no. 7, pp. 1103–1106, 1999.

[16] M. Barra, E. V. Ramonich, andM. A.Munoz, "Stabilization of soils with steel slag and cement for application in rural and low traffic roads," in Proceedings of the Beneficial Use of Recycled Materials in Transportation Application, pp. 423–432, RMCR University of Durham, Arlington, Va, November 2001.

allurgical Quarterly, vol. 20, no. 3, pp. 279–284, 1981.

[31] G. Qian, D. D. Sun, J. H. Tay, Z. Lai, and G. Xu, "Autoclave properties of kirschsteinite-based steel slag," Cement and Concrete Research, vol. 32, no. 9, pp. 1377–1382, 2002.

[32] V. S. Ramachandran, P. J. Sereda, and R. F. Feldman, "Mechanism of hydration of calcium oxide," Nature, vol. 201, no. 4916, pp. 288–299, 1964.

[33] A. W. Kneller, J. Gupta, L. M. Borkowski, and D. Dollimore, "Determination of original free lime content of weathered iron and steel slags by thermogravimetric analysis," Transportation Research Record 1434, Transportation Research Board, National Research Council,Washington, DC, USA, 1994.

[34] C. B. Crawford and K. N. Burn, "Building damage from expansive steel slag backfill," Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, vol. 95, no. 6, pp. 1325–1334, 1969.

[35] A. Verhasselt and F. Choquet, "Steel slags as unbound aggregate in road construction: problems and recommendations," in Proceedings of the International Symposium on Unbound Aggregates in Roads, pp. 204–211, London, UK, 1989.

[36] J. Geiseler, "Steel slag-generation, processing and utilization," in Proceedings of the International Symposium on Resource Conservation and Environmental Technologies in Metallurgical Industry, pp. 87–97, Toronto, Canada, August 1994.

[37] H.Motz and J. Geiseler, "Products of steel slags an opportunity to save natural resources," Waste Management, vol. 21, no. 3, pp. 285–293, 2001.

[38] I. A. Altun and I. Yilmaz, "Study on steel furnace slags with high MgO as additive in Portland cement," Cement and Concrete Research, vol. 32, no. 8, pp. 1247–1249, 2002.

[39] P. Chaurand, J. Rose, V. Briois et al., "Environmental impacts of steel slag reused in road construction: a crystallographic and molecular (XANES) approach," Journal of Hazardous Materials, vol. 139, no. 3, pp. 537–542, 2007.

[17] M. P. Lux´an, R. Sotolongo, F. Dorrego, and E. Herrero, "Characteristics of the slags produced in the fusion of scrap steel by electric arc furnace," Cement and Concrete Research, vol. 30, no. 4, pp. 517–519, 2000.

[18] J. M. Manso, J. A. Polanco, M. Losa˜nez, and J. J. Gonz´alez, "Durability of concrete made with EAF slag as aggregate," Cement and Concrete Composites, vol. 28, no. 6, pp. 528–534, 2006.

[19] P. E. Tsakiridis, G. D. Papadimitriou, S. Tsivilis, and C. Koroneos, "Utilization of steel slag for Portland cement clinker production," Journal of Hazardous Materials, vol. 152, no. 2, pp. 805–811, 2008.

[20] M. Nicolae, I. Vˆılciu, and F. Z˘aman, "X-ray diffraction analysis of steel slag and blast furnace slag viewing their use for road construction," UPB Scientific Bulletin Series B, vol. 69, no. 2, pp. 99–108, 2007.

[21] G. R.Qian, D. D. Sun, J.H. Tay, and Z. Y. Lai, "Hydrothermal reaction and autoclave stability of Mg bearing RO phase in steel slag," British Ceramic Transactions, vol. 101, no. 4, pp. 159–164, 2002.

[22] J. Seti´en, D. Hern´andez, and J. J. Gonz´alez, "Characterization of ladle furnace basic slag for use as a construction material," Construction and Building Materials, vol. 23, no. 5, pp. 1788– 1794, 2009.

[23] H. L. Robinson, "The utilization of blastfurnace and steel making slags as aggregates for construction," in Proceedings of the 11th Extractive Industry Geology Conference, pp. 327– 330, The Geological Society of London, 2000, 36th forum on the Geology of Industrial Minerals, Industrial Minerals and Extractive Industry Geology.

[24] H. Shen, E. Forssberg, and U. Nordstr¨om, "Physicochemical and mineralogical properties of stainless steel slags oriented to metal recovery," Resources, Conservation and Recycling, vol. 40, no. 3, pp. 245–271, 2004.

[25] A. S. Reddy, R. K. Pradhan, and S. Chandra, "Utilization of Basic Oxygen Furnace (BOF) slag in the production of a hydraulic cement binder," International Journal of Mineral Processing, vol. 79, no. 2, pp. 98–105, 2006.

[26] A.Monaco andW. K.Wu, "The effect of cooling conditions on the characterization of steel slag," in Proceedings of the International Symposium on Resource Conservation and Environmental Technologies in Metallurgical Industry, pp. 107–116, Toronto, Canada, August 1994.

[27] C. Shi, "Characteristics and cementitious properties of ladle slag fines from steel production," Cement and Concrete Research, vol. 32, no. 3, pp. 459–462, 2002.

[28] J. M. Manso, M. Losa˜nez, J. A. Polanco, and J. J. Gonzalez, "Ladle furnace slag in construction," Journal of Materials in Civil Engineering, vol. 17, no. 5, pp. 513–518, 2005.

[29] J. Geiseler, "Use of steelworks slag in Europe," Waste Management, vol. 16, no. 1–3, pp. 59–63, 1996.

[30] F. Wachsmuth, J. Geiseler, W. Fix, K. Koch, and K. Schwerdtfeger, "Contribution to the structure of BOF-slags and its influence on their volume stability," Canadian Met-

اخبار دانشگاه‌ها

معرفی دانشـــکده مهندســـی مواد و متالورژی دانشگاه علم و صنعت ایران

• تاریخچه

دانشکده مهندســی مواد و متالورژی دانشــگاه علم و صنعت ایران بنیانگذار آموزش مهندســی متالورژی و ســرامیک در ایران اســت. این دانشکده تحت عنوان گروه ریخته‌گری و ذوب فلزات در هنرسرای عالی فنی در سال ۱۳۳۶ تأسیس گردید. در سال ۱۳۵۷ با تبدیل دانشــکده علم و صنعت به دانشــگاه، بخش متالورژی نیز به دانشــکده مهندســی متالورژی تغییر یافت. این دانشکده برای اولین بار در ایران در ســال ۱۳۶۲ در گرایش مهندســی سرامیک شــروع به پذیرش دانشجو نمود. در ســال ۱۳۶۳ دوره کارشناسی ارشــد ناپیوسته شناسائی و انتخاب موادفلزی، در سال ۱۳۶۶ دوره کارشناسی ارشد سرامیک و همچنین در سال ۱۳۷۰ دوره دکتری مواد، برای اولین بار در ایران در این دانشــکده تأسیس گردید. این دانشــکده با در اختیار داشــتن ۳۶ نفر عضو هیأت علمی، یکی از بزرگترین کادرهای آموزشی و تحقیقاتی مهندسی مواد و متالورژی در کشور را داشــته و توانسته است با اســتفاده از کادری مجرب، تحقیقات متنوعی را در زمینه متالورژی و سرامیک به انجام رساند.

این دانشــکده بطور متوسط در هر ســال دارای حدود ۴۰۰ نفر دانشجوی شــاغل به تحصیل در مقطع کارشناسی است که تا سال ۱۳۹۴ در ســه گرایش متالورژی صنعتی، متالورژی اســتخراجی و سرامیک بوده و از سال ۱۳۹۵ تحت عنوان مهندسی مواد و متالورژی پذیرای دانشجویان دوره کارشناسی بوده است. در مقطع کارشناسی ارشــد حدود ۲۹۰ دانشجو در شش گرایش ســرامیک، شناسائی و انتخاب مواد فلزی، اســتخراج فلزات، بیومواد، ریخته گری و شــکل دادن فلزات و در مقطع دکتری حدود ۷۵ دانشجو مشغول به تحصیل در رشــته مهندسی مواد می‌باشــند و تاکنون از این دانشکده حدود ۳۰۰۰ نفر در مقطع کارشناســی ، ۱۰۵۰ نفر در مقطع کارشناســی ارشد و ۱۰۵ نفر در مقطع دکتری فارغ التحصیل شده اند.

• دانشجویان

در دانشــکده مهندسی مواد و متالورژی بطور متوسط در هرسال در دوره کارشناســی ۴۰۰ نفر، در دوره کارشناســی ارشد گرایش شناسائی و انتخاب مواد فلزی ۱۱۰ نفر، بیو مواد ۲۷ نفر، ریخته گری ۲۴ نفر، سرامیک ۷۶ نفر، استخراج فلزات ۲۸ نفر و شکل دادن فلزات ۲۵ نفر و در دوره دکتری ۷۵ دانشجو مشغول به تحصیل می باشند.

• دوره دکتری

- گرایش مهندسی مواد

هدف از ایجاد این دوره، تربیت افرادی است که با احاطه یافتن به آثار علمی در یک زمینه خاص و آشنا شدن با روشهای پیشرفته تحقیق و دستیابی به جدیدترین مبانی آموزشی و پژوهشی، بتوانند با نوآوری در زمینه‌های علمی و تخصصی، در رفع نیازهای کشــور و گســترش مرزهای دانش، در رشته تخصصی خود مؤثر بوده و به تازه‌هایی در جهان دانش دست یابند.

• دوره کارشناسی ارشد

- گرایش شناسایی و انتخاب مواد فلزی

هــدف از آموزش این مجموعه، تربیت نیروی انســانی اســت کــه بتوانند در زمینه‌های تحقیق در روشــهای ســاخت به منظور بهینه‌سازی خواص فیزیکی و مکانیکی و تحلیل تخریب مواد و ارائه روشهای مناسب برای جلوگیری از آن فعالیت داشته باشند.

- گرایش سرامیک

هدف از آموزش این مجموعه، تربیت نیروی انســانی است که بتوانند در زمینه‌های طراحی، انتخاب مواد و ارائه روشــهای ساخت انواع سرامیکها بخصوص سرامیکهای نوین فعالیت داشته باشند.

- گرایش استخراج فلزات

هدف از آموزش این مجموعه، تربیت نیروی انسانی صاحب‌نظر در زمینه اســتخراج فلزات و تقویت و توسعه آموزش و پژوهش در این رشته است.

- گرایش بیومواد

متخصصین این گرایش می‌توانند در صنایع تولید اقلام مهندسی پزشکی از قبیل انواع دستگاههای مرتبط با خون، انواع ایمپلانتهای فلزی، پلیمری،سرامیکی، انواع مواد مرکب سازگار با بدن و ملزومات مختلف رادیولوژی مشغول به فعالیت شوند.

- گرایش ریخته گری

جــذب تکنولوژی پیشــرفته در ریخته گــری نیازمند آمادگی

تخصصی در این زمینه می باشـــد و برای کشور ما که دارای سابقه دیرینه در این رشـــته از صنایع مادر اســـت فرصت مناسبی است تا با ابداع و تکامل روش ها،مواد و ماشـــین آلات ریخته گری، خود را در این زمینه در دنیای صنعتی مطرح ســـاخته و از وضعیت گذشته خود به درستی دفاع کند.

- گرایش شکل دادن فلزات

بسیاری از محصولات استراتژیک و کلیدی صنعتی از روشهای مختلف شـــکل دهی فلزات تولید می شوند. هدف از آموزش در این زمینه، تربیت نیروی انســـانی متخصص، دانـــش پژوه و توانمند در عرصه های مختلف شـــکل دهی فلزات به منظور دستیابی به دانش و فناوری های نوین در ابعاد ملی و بین المللی در این شـــاخه مهم صنعتی است.

• اعضای هیات علمی

اعضای هیات علمی دانشکده مهندسی مواد و متالورژی عبارتند از:

ردیف	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	زمینه فعالیت
۱	سید محمدعلی بوترابی	استاد	ریخته گری، عملیات حرارتی، طراحی سیستم های راهگاهی
۲	سعید شبستری	استاد	فرایندهای انجماد فلزات، آلیاژهای آلومینیوم و منیزیم
۳	حسین عربی	استاد	متالورژی مکانیکی و فیزیکی، سوپرآلیاژها
۴	علیرضا خاوندی	استاد	پلیمرها، مواد کامپوزیت
۵	شهرام خیراندیش	استاد	فولاد، متالورژی فیزیکی، فرآیندهای متالورژیکی
۶	محمدرضا ابوطالبی	استاد	مدلسازی فرآیندهای مواد، استخراج و تصفیه
۷	محمد شیخ شاب بافقی استاد	استاد	متالورژی استخراجی، بازیافت مواد
۸	منصور سلطانیه	استاد	مهندسی سطح، فرآیندهای پیرومتالورژی
۹	سیدحسین سیدین	استاد	شبیه سازی کامپیوتری
۱۰	علی بیت اللهی	استاد	سرامیکهای الکتریکی- مغناطیسی، نانومواد
۱۱	جعفر جوادپور	استاد	سنتز و بررسی خواص سرامیکهای مهندسی و بیوسرامیکها
۱۲	حمیدرضا رضایی	استاد	دیرگدازها، سرامیکهای سنتی، کامپوزیت های
۱۳	بیژن افتخاری یکتا	استاد	شیشه، سرامیک و فرآیندهای سرامیکی
۱۴	حسین سرپولکی	استاد	مواد سرامیکی و دیرگداز
۱۵	محمدتقی صالحی	دانشیار	شکل دادن فلزات، آلیاژهای آلومینیوم
۱۶	محمد شاهمیری	دانشیار	متالورژی فیزیکی، تحولات فازی، رشد تک کریستال
۱۷	مهدی دیواندری	دانشیار	ریخته گری و اتصال فلزات، مواد متخلخل
۱۸	حسن ثقفیان	دانشیار	کامپوزیت های زمینه فلزی و تریبولوژی
۱۹	سعید رستگاری	دانشیار	مهندسی سطح و خوردگی
۲۰	مسعود گودرزی	دانشیار	استخراج تیتانیوم، جوشکاری، شبیه سازی فرآیندهای متالورژیکی
۲۱	سیدحسین رضوی	دانشیار	عملیات حرارتی سوپرآلیاژهای پایه نیکل
۲۲	علیرضا ذاکری	دانشیار	عملیات حرارتی سوپرآلیاژهای پایه نیکل
۲۳	سیدمحمد میرکاظمی	دانشیار	عملیات حرارتی سوپرآلیاژهای پایه نیکل
۲۴	علیرضا ایوانی	استادیار	تغییر شکل پلاستیک شدید، مواد نانوساختار
۲۵	باقر محمدصادقی	استادیار	شکل دادن فلزات، شبیه سازی فرآیندهای شکل دهی

۲۶	حمیدرضا جعفریان	استادیار	تغییر شکل پلاستیک شدید، مهندسی مرزدانه
۲۷	مسعود هاشمی نیاسری	استادیار	مهندسی سطح و پوشش ها، لایه های نازک
۲۸	ماندانا عادلی	استادیار	استخراج فلزات، سنتز احتراقی
۲۹	سمیه اعلم الهدی	استادیار	نانوکامپوزیت ها، آسیاکاری مکانیکی، سنتز نانومواد
۳۰	سیدمرتضی مسعودپناه	استادیار	ساخت مواد مغناطیسی، روش های ارزیابی مواد مغناطیسی
۳۱	رحیم نقی زاده	استادیار	مواد دیرگداز، سیمان، مواد اولیه
۳۲	هاجر قنبری	استادیار	کربن، گرافن، مواد دوبعدی، الکتروسرامیک ها
۳۳	سیدامیر غفاری	استادیار	تولید افزایشی
۳۴	بهمن میرزاخانی	استادیار	خواص مکانیکی مواد، شکل دهی فلزات
۳۵	مریم تاج آبادی	استادیار	فیزیک پزشکی، مبانی پرتودهی، بیوشیمی، بیوفیزیک
۳۶	مریم صمدانی	مربی	شیشه، سرامیک ها، آنالیز حرارتی

• آزمایشگاههای تحقیقاتی

- آزمایشگاه میکروسکوپ الکترونی عبوری

این آزمایشگاه قابلیت بررسی ریزساختارهای مواد مختلف در ابعاد نانو و نیز آنالیز ساختاری و کریسالوگرافی فازهای مربوطه با بزرگنمائی حدود ۸۰۰/۰۰۰ برابر را دارد. اهم تجهیزات موجود در این آزمایشگاه عبارتند از:

- TEM
- EDS
- Ion Milling

- آزمایشگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی

این آزمایشگاه قابلیت انجام بررسی های ریزساختاری تا بزرگنمایی ۱۵۰۰۰۰ برابر و نیز آنالیز های کمی و کیفی به صورت نقطه ای، خطی و سطحی بر روی نمونه های فلزی و غیر فلزی را دارد. همچنین در این آزمایشگاه امکان بررسی های فازی بر روی تصاویر تهیه شده توسط میکروسکوپ نوری و میکروسکوپ الکترونی و نیز اعمال پوشش های طلا و کربن بر روی نمونه های غیرهادی وجود دارد. اهم تجهیزات موجود در این آزمایشگاه عبارتند از:

- SEM
- EDS
- Image Analyzer
- دستگاه Gold Coater
- دستگاه Carbon Coater

- آزمایشگاه میکروسکوپهای پروبی روبشی (SPM)

این آزمایشگاه قابلیت مطالعه سه بعدی سطوح مواد مختلف بصورت مشاهده جزییات میکرومتری و نانومتری را دارد. این میکروسکوپ به عنوان مکمل میکروسکوپهای نوری و الکترونی به کار گرفته می شود. نمونه های متالورژیکی، سرامیکی، پلیمری، اپتیکی، نیمه هادی ها سیستمهای ذخیره اطلاعات (CD, HDD) و کاتالیزورها و ... را می توان توسط این میکروسکوپ مطالعه نمود.

- آزمایشگاه اشعه ایکس

این آزمایشگاه قابلیت انجام آنالیزهای کمی و کیفی بر روی نمونه های جامد در محدوده اعداد اتمی ۹۲-۱۱، آنالیز فازی، آنالیز تصویر قطب صفحات کریستالی ،اندازه گیری تنش پسماند، بررسی تغییرفاز در دمای بالا را دارد. اهم تجهیزات موجود در این آزمایشگاه عبارتند از:

- XRF
- XRD

- آزمایشگاه آنالیز حرارتی

این آزمایشگاه قابلیت مطالعه رفتار حرارتی مواد از قبیل اندازه گیری تغییرات انرژی، وزن و مطالعه مکانیزم تشکیل ترکیبات را دارد و نتایج آن مکمل نتایج XRD می باشد. اهم تجهیزات موجود در این آزمایشگاه عبارتند از:

- TGA
- DTA
- ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم

- آزمایشگاه متالوگرافی و سراموگرافی

این آزمایشگاه قابلیت انجام آماده سازی های اولیه ازقبیل برش، مانت و پولیش روی نمونه های هادی و غیرهادی، سختی سنجی و نیز بررسی های میکروسکوپی و عکسبرداری را دارد. اهم تجهیزات موجود در این آزمایشگاه عبارتند از:

- میکروسکوپهای نوری
- ساینده ها و پولیشرها
- مانت گرم و سرد
- ابزار برش
- میکرو سختی سنج
- اطاق تاریک

- آزمایشگاه ذوب و ریخته‌گری در خلأ (VIM)

این آزمایشگاه قابلیت تولید آلیاژهای پیشرفته را دارد. .اهم تجهیزات موجود در این آزمایشگاه عبارتند از:

- کوره القایی ۱۷۰۰°C با ظرفیت ۴۰Kg، میزان خلاء: mbar ۱۰-۷، فرکانس:kHz ۴، توان:kw ۶۰

- آزمایشگاه هیدرومتالورژی

این آزمایشگاه قابلیت فرآوری مواد اولیه کم عیار به منظور آماده‌سازی و استخراج عناصر ارزشمند همراه را دارد. .اهم تجهیزات موجود در این آزمایشگاه عبارتند از:

- دستگاه جذب اتمی
- UV-VIS
- PH meter

- آزمایشگاه پیرومتالورژی

این آزمایشگاه قابلیت استحصال فلزات از سنگ معادن مربوطه یا از دیگر ناخالصی های موجود را به وسیله اعمال حرارت دارد. در این فضای تحقیقاتی عملیات ذوب Smelting، تشویه Roasting، تقطیر و تصعید انجام می پذیرد. اهم تجهیزات موجود در این آزمایشگاه عبارتند از:

- سنگ شکن
- کوره‌های مقاومتی الکتریکی تا دمای ۱۵۰۰ °C
- سیستم الکترولیز نمک مذاب

- آزمایشگاه جریان مذاب

در این آزمایشگاه کلیه مراحل ورود مذاب به حوضچه راهگاهی، راهگاه عمودی، پای راهگاه، مقطع ورودی به قالب شبیه‌سازی فیزیکی می‌شود. ورود حبابهای گازی،تشکیل آشفتگی، تشکیل مناطق خالی را به راحتی می‌توان در این آزمایشگاه مورد بررسی قرار داد. اهم تجهیزات موجود در این آزمایشگاه عبارتند از:

- دوربین فیلمبرداری، انتقال فیلم به مانیتور کامپیوتر و تحلیل عکسها از طریق کامپیوتر،
- الکترودهای مطالعه سرعت جریان مذاب،
- نرم افزار محاسبه دقیق سرعت مذاب در حوضچه

- آزمایشگاه ریخته‌گری و انجماد

در این آزمایشگاه شرایط انجماد قطعات و آلیاژهای مختلف بررسی و اطلاعات تجربی جهت شبیه‌سازی انجماد آلیاژها به دست می آید. اهم تجهیزات موجود در این آزمایشگاه عبارتند از:

- کامپیوتر SPARK با سیستم عامل Unix ۲ دستگاه
- PLT
- دستگاه آنالیز حرارتی
- کوره های مقاومتی برای ذوب فلزات غیرآهنی
- نرم افزارهای شبیه سازی انجماد

- آزمایشگاه مواد نسوز

در این آزمایشگاه تحقیقات در زمینه بهبود کیفیت محصولات تولیدی در ایران، خدمات مشاوره‌ای در زمینه مواد اولیه و تکنولوژی مواد نسوز، انجام آزمایشات و تستها بر روی مواد نسوز مطابق با استانداردهای ASTM، PRE، ISO و DIN صورت می‌پذیرد. اهم تجهیزات موجود در این آزمایشگاه عبارتند از:

- CCS
- HMOR
- کوره های دمای ۱۸۰۰°C
- کوره تیوبی با اتمسفر کنترل شده

- آزمایشگاه سنتز سرامیک

این آزمایشگاه دارای امکانات متنوعی برای به انجام رساندن تحقیقات در زمینه مواد دیرگداز، سرامیکهای مهندسی و الکتروسرامیکها می‌باشد. اهم تجهیزات موجود در این آزمایشگاه عبارتند از:

- کوره تیوبی با اتمسفر کنترل شده تا دمای ۱۶۵۰ °C
- کوره تیوبی با اتمسفر خلأ تا دمای ۱۷۵۰ °C
- کوره‌های آزمایشگاهی با دمای کاری ۱۷۵۰°C
- ویسکومتر چرخشی
- میکروسکوپ نوری

- آزمایشگاه تعیین خواص مکانیکی مواد

این آزمایشگاه قابلیت تعیین خواص مکانیکی از جمله سختی و میکروسختی، استحکام مکانیکی و سایر خواص مکانیکی قطعات مختلف را دارد. اهم تجهیزات موجود در این آزمایشگاه عبارتند از:

- سختی سنجی به روشهای ویکرز- برینل- راکول C و میکروسختی
- دستگاه مقاومت به ضربه
- دستگاه تعیین استحکام مکانیکی (کشش- فشار- خمش)

- آزمایشگاه فرایند ساخت سرامیک

این آزمایشگاه قابلیت انجام فعالیت های زیر را دارا می باشد : اندازه‌گیری خواص رئولوژیکی دوغابهای سرامیکی، عملیات

حرارتی بر روی نمونه‌های سرامیکی، ساخت انواع بدنه‌های پرسلانی و بررسی خواص فیزیکی و شیمیائی آنها، شکل دادن به طریقه پرس، اکستروژن و ریخته‌گری دوغابی، اندازه‌گیری درصد رطوبت و درصد مواد فرار، اندازه‌گیری پلاستیسیته، اندازه‌گیری دانسیته و تخلخل، اندازه‌گیری استحکام فشاری سرد و استحکام خمشی سرد، اندازه‌گیری تغییرات انقباض، اندازه‌گیری ضریب انتقال حرارت، بررسی و آزمایش بر روی انواع مواد اولیه سرامیکی

- آزمایشگاه شیشه و لعاب

این آزمایشگاه قابلیت انجام آزمایش های زیر را دارا می باشد:

آزمایش های فیزیکی شیشه، استحکام شیشه‌های معمولی، تمپر و استحکام شیشه تمپر شده، تع یین TG

آزمایش های شیمیائی شیشه: ساخت شیشه‌های سودالایم، بوراتی، سودالایم رنگی، سربی، سربی رنگی، شیشه سرامیک، شیشه وایکور، رنگبری شیشه، اسیدشوئی برای بالا بردن استحکام. اهم تجهیزات موجود در این آزمایشگاه عبارتند از:

- کوره های الکتریکی ۱۲۰۰-۱۷۵۰°C
- کوره گازی
- Fast mill
- PSA

- آزمایشگاه عملیات حرارتی

در این آزمایشگاه به کمک کوره‌های موجود انواع روشهای عملیات حرارتی بر روی فلزات قابل انجام می‌باشد. اهم تجهیزات موجود در این آزمایشگاه عبارتند از:

- ۱۰ کوره عملیا ت حرارتی ۱۲۵۰°C
- کوره SiC ۱۵۰۰ °C
- دو عدد کوره حمام نمک

- آزمایشگاه تحقیقاتی الکتروسرامیکها و فریت‌های مغناطیسی

این آزمایشگاه در زمینه تحقیق بر روی مواد و قطعات الکتروسرامیکی و فریت‌های مغناطیسی فعالیت می‌نماید اهم تجهیزات موجود در این آزمایشگاه عبارتند از:

- Melt Spinning
- کوره تیوبی با اتمسفر کنترل شده

- آزمایشگاه تحقیقاتی سرامیکهای پیشرفته

این آزمایشگاه در زمینه‌های سرامیکی مورد مصرف در صنایع پزشکی، بسترهای سرامیکی جهت حفاظت مواد رادیواکتیو، مواد ابررسانا، سنتز احتراقی و سایر روشهای تهیه پودرهای سرامیکی، مواد مقاوم در برابر حرارت و .... فعالیت می‌نماید. اهم تجهیزات موجود در این آزمایشگاه عبارتند از:

- ۳ عدد کوره دمای ۱۵۰۰ °C
- Fast mill
- دستگاه ریخته گری لایه نازک (Thin Foil)

- آزمایشگاه آنالیز مواد

این آزمایشگاه.قابلیت شناخت و اندازه گیری عناصر و تعیین درصد آن ها در فلزات و آلیاژها و بعضی مواد معدنی را دارا می باشد. اهم تجهیزات موجود در این آزمایشگاه عبارتند از:

- ICP
- کوانتومتر
- جذب اتمی
- کوره القایی

-آزمایشگاه فرآیند نوین استخراج و بازیافت مواد

این آزمایشگاه با دارا بودن تجهیزاتی نظیر کوره مقاومتی، لوازم آزمایشگاهی، مواد شیمیائی و غیره خدماتی نظیر:

انجام پروژه های تحقیقاتی مربوط به فرآیندهای استخراج فلزات، آنالیز مواد، اجرای پروژه های تحقیقاتی مربوط به بازیافت مواد با ارزش از باطله های صنعتی و آزمایشهای ذوب و فرآوری مذابها را ارائه می‌نماید.

- آزمایشگاه مواد کامپوزیت

در این آزمایشگاه تحقیقات بر روی تولید و بررسی خواص مواد کامپوزیتی زمینه پلیمری، فلزی و سرامیکی و نیز نانو کامپوزیت ها صورت می گیرد. اهم تجهیزات موجود در این آزمایشگاه عبارتند از:

- اکسترودر
- کوره های پخت
- هموژنایزر
- اولتراسونیک

- آزمایشگاه شبیه سازی فرایندهای مواد

این آزمایشگاه در رمینه شبیه سازی فرآیندهای مختلف مواد و متالورژی از قبیل انجماد، جریان مذاب فلزات، پر کردن قالب، طراحی راهگاهها و تغذیه و نیز کاربرد فرآیندهای نوین در طراحی مواد نظیر استفاده از میدان مغناطیسی برای افزایش سرعت ریخته گری در کریستالیزورهای ریخته گری مداوم، همزن های مغناطیسی برای همژنیزاسیون مذاب فلزات و ... فعالیت می نماید.

- آزمایشگاه فراوری آلومینیم

در این آزمایشگاه برروی مراحل مختلف تولید آلومینیم از ماده اولیه آن یعنی آلومینا و همچنین فرآوری آلومینیم تحقیق صورت می گیرد بدین معنی که تحقیقاتی برروی فرآیندهای مختلف تولید قطعات آلومینیمی اعم از ریخته گری، نورد، اکستروژن، پوشش دهی و فورج آلومینیم انجام می شود. آخرین اخبار و اطلاعات علمی در زمینه آلومینیم دریک هفته نامه ویک فصلنامه اختصاصی آلومینیم که در این مرکز به چاپ می رسد در اختیار علاقمندان قرار می گیرد.

- آزمایشگاه تحقیقاتی سایش

این آزمایشـــگاه با داشتن دو دستگاه (ماشـــین) سایش از نوع پین روی دیسک (Pin-on-Disk)، به همراه تجهیزات جنبی جهت آماده سازی پین و دیسک (Lapping Machine)، قادر است تا رفتار سایشـــی مواد فلزی و ســـرامیکی به دو صورت یکپارچه و قطعات پوشـــش داده شده (از طریق عملیات حرارتی و یاآبکاری) را تعیین نماید.

• کتابخانه و مرکز اطلاع‌رسانی

کتابخانه دانشـــکده با دارا بودن امکانات زیر به دانشـــجویان و اعضای هیأت علمی دانشکده و سایر متقاضیان خدمات ارائه مینماید

- کتاب ها : ۸۰۰۰ جلد
- مجلات علمی فارسی تخصصی رشته مهندسی مواد و متالورژی
- منابع علمی الکترونیکی : ۸ مجموعه بانک اطلاعاتی
- اســـتانداردهای بین المللی از جمله AFS,ASTM,ASM و ... تا سال ۲۰۱۴
- اکثریت کتاب های مرجع تخصصی رشـــته مهندســـی مواد و متالورژی
- نسخه های پروژه های دانشجویی کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری و سمینارهای دانشجویی

• مرکز کامپیوتر دانشکده

ســـایت کامپیوتری دانشـــکده با دارا بودن حدود ۵۰ دستگاه کامپیوتـــر و پرینترهای رنگی و اســـکنرها به همـــراه نرم افزارهای مختلف مهندســـی به اساتید، پژوهشـــگران و دانشجویان خدمات لازم را ارائـــه می نماید. این مرکز از طریق ترمینالهایی به شـــبکه دانشـــگاه متصل می باشد و به مراجعین و متقاضیان جهت استفاده از اینترنت سرویس دهی می نماید.

• دفتر ارتباط با صنعت

ایـــن دفتر به منظور برقراری ارتباط مؤثر بین صنایع کشـــور و دانشـــکد ه مهندسی مواد و متالوری دانشگاه علم و صنعت ایران در قالب کارآموزی دانشجویی تشـــکیل گردیده و هدف از این ارتباط همکاری در رفع مشـــکلات صنایع و انجام خدمات آزمایشگاهی و تحقیقاتـــی مورد نیاز صنعت اعم از نظامـــی و غیر نظامی و مراکز تحقیقاتی مرتبط با مهندسی متالورژی و مواد می‌باشد.

معرفـــی دانشـــکده مهندســـی و علـــم مواد دانشگاه صنعتی شریف

• تاریخچه

مهندســـی و علم مواد دانشی بین رشـــته ای است که در فصل مشترک رشـــته های شـــیمی، فیزیک و مکانیک قرار گرفته است. هدف از این رشته مطالعه ساختار مواد در مقیاسهای میکروسکوپی، نانـــو، اتمی و الکترونی جهت ایجاد ارتباط میان ســـاختار و خواص مواد بمنظور بهبود خواص مواد، توسعه مواد نوین، توسعه و طراحی فرایندهای تولید مواد اولیه و محصولات مهندســـی می باشـــد. این رشـــته امروزه مطالعه طیف گســـترده ای از مواد مهندســـی مانند پلیمرها، نیمه هادی ها، ســـرامیکها، فلزات، مواد مرکب، مواد نرم و بیولوژیکی، کانیها و مواد معدنی را پوشش می دهد.

دانشکده مهندسی و علم مواد دانشگاه صنعتی شریف در سال ۱۳۴۵ با نام دانشـــکده مهندسی متالورژی تاسیس شد. فعالیتهای دانشـــکده در ابتدا متمرکز بر مطالعه روی مواد فلزی بود. همگام با توسعه دانش مهندسی و نیازهای صنعتی کشور به پژوهش و تربیت نیروی انسانی متخصص در حوزه مواد غیر فلزی، دانشکده متالورژی بتدریج امکانات، نیروی انســـانی و حـــوزه فعالیت خود را در جهت پوشش دادن طیف گسترده تری از مواد مهندسی، علاوه بر فلزات، توسعه داده و در سال ۱۳۸۰ نام این دانشکده به دانشکده مهندسی و علم مواد تغییر یافت.

هم اکنون دانشـــکده مهندســـی و علم مـــواد در دوره عمومی مهندســـی و علم مواد در مقطع کارشناســـی و دوره های تخصصی استخراج مواد، جوشکاری، خوردگی و پوشش، سرامیک، شکل دهی فلزات، شناسایی و انتخاب مواد، نانومواد در مقاطع کارشناسی ارشد و دکترای تخصصی از طریق آزمون سراســـری دانشجو می پذیرد. پردیس بین الملل دانشـــگاه صنعتی شـــریف نیز زیر نظر دانشکده مهندســـی و علم مواد در شاخه نانومواد در مقاطع کارشناسی ارشد و دکترای تخصصی از طریق آزمون سراسری و بدون آزمون (مقطع دکترا) دانشجو پذیرش می نماید.

دانشـــکده مهندســـی و علم مواد هم اکنـــون دارای ۲۸ عضو هیئت علمی تمام وقت می باشـــد که در شـــاخه های ذکر شـــده مشـــغول بـــه آمـــوزش و پژوهش هســـتند. هـــم اکنـــون بیش از ۲۰۰ دانشـــجو در مقطع کارشناســـی و بیش از ۱۵۰ دانشـــجو در مقاطع تحصیلات تکمیلی در این دانشـــکده مشـــغول به تحصیل هستند.

• هیئت رئیسه دانشکده

رئیس دانشکده: آقای دکتر سید حمیدرضا مداح حسینی
معاون تحصیلات تکمیلی : آقای دکتر عباس اکبرزاده
معاون پژوهشی و روابط بین الملل : آقای دکتر محمد حلالی
معاون آموزشی : آقای دکتر محمدرضا محمدی
معاون دانشجویی : آقای دکتر مجید پورانوری

اعضای هیئت علمی و زمینه های تخصص

هـــم اکنـــون دانشـــکده مهندســـی و علـــم مـــواد دارای ۲۸ عضـــو هیئت علمـــی تمام وقـــت می باشـــد کـــه در زمینه های

مختلف علوم و مهندسی مواد مشغول تدریس و تحقیق می باشند. همچنین لازم به ذکر است در حال حاضر دانشکده در هفت گرایش زیر در مقطع کارشناسی ارشد دانشجو می پذیرد:

۱- انتخاب و شناسایی مواد
۲- استخراج مواد
۳- شکل دهی فلزات
۴- خوردگی و پوشش
۵- جوشکاری
۶- سرامیک
۷- نانومواد

جدول زیر مشخصات اعضای هیئت علمی و زمینه تخصصی آنها را به ترتیب حروف الفبا نشان می دهد.

ردیف	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	زمینه فعالیت	ایمیل
۱	حسین آشوری	استاد	انجماد و ریخته گری	ashuri@sharif.edu
۲	عبدالله افشار	استاد	خوردگی و پوشش دادن، بازرسی غیرمخرب	afshar@sharif.ir
۳	عباس اکبرزاده چنگیز	دانشیار	شکل دهی فلزات، عملیات ترمومکانیکی، بافت مواد	abbasa@sharif.edu
۴	علی اکبر اکرامی	استاد	خواص مکانیکی مواد، ارتباط ریزساختار خواص	ekrami@sharif.edu
۵	رضا باقری	استاد	خواص فیزیکی و مکانیکی پلیمرها، مواد مرکب زمینه پلیمری	rezabagh@sharif.edu
۶	مجید پورانوری	استادیار	جوشکاری	pouranvari@sharif.edu
۷	غلامرضا پیرچراغی	استادیار	شکل دهی پلیمرها، نانوکامپوزیت های پلیمری	pircheraghi@sharif.ir
۸	روح الله توکلی	دانشیار	شبیه سازی عددی، طراحی بهینه در مهندسی و علم مواد	rtavakoli@sharif.ir
۹	محمد حلالی	دانشیار	متالورژی استخراجی	halali@sharif.edu
۱۰	ابوالقاسم دولتی	استاد	خوردگی و حفاظت مواد	dolati@sharif.edu
۱۱	سیامک سراج زاده	استاد	شکل دهی فلزات	serajzadeh@sharif.edu
۱۲	سید مرتضی سیدریحانی	استاد	خواص مکانیکی فلزات و مواد مرکب، فیزیک حالت جامد	reihani@sharif.edu
۱۳	عبدالرضا سیم چی	استاد	نانوساختار و مواد پیشرفته، متالورژی پودر و مواد مخصوص، نمونه سازی سریع	simchi@sharif.edu
۱۴	سید خطیب الاسلام صدرنژاد	استاد	تصفیه، شبیه سازی فرآیندها، آلیاژهای حافظه دار	sadrnezh@sharif.edu
۱۵	پروین عباچی	دانشیار	خواص مکانیکی فلزات، مواد مرکب، متالورژی پودر	abachi@sharif.edu
۱۶	سیروس عسگری	استاد	میکروسکوپ الکترونی(SEM,TEM)، مواد دما بالا، خواص فیزیکی و مکانیکی مواد	sasgari@sharif.edu
۱۷	مسعود عسکری	استادیار	متالورژی شیمیایی، شبیه سازی کامپیوتری فرآیندهای متالورژی استخراجی	askari@sharif.edu
۱۸	محمدعلی فقیهی ثانی	دانشیار	سرامیک های مهندسی	faghihi@sharif.edu
۱۹	محمد قربانی	استاد	خوردگی و پوشش مواد، رسوب آلیاژها، نانومواد	ghorbani@sharif.edu
۲۰	محسن کاظمی نژاد	استاد	شکل دهی فلزات	mkazemi@sharif.edu
۲۱	علی کریمی طاهری	استاد	رفتار مکانیکی و ترمومکانیکی فلزات، شبیه سازی کامپیوتری فرآیندهای شکل دهی، جوش سرد	ktaheri@sharif.edu
۲۲	امیرحسین کوکبی	استاد	تکنولوژی و متالورژی جوشکاری، خواص جوش و منطقه HAZ، جوشکاری مواد مصرفی	kokabi@sharif.edu

۲۳	سید حمیدرضا مداح حسینی	استاد	مواد پیشرفته	madaah@sharif.edu
۲۴	محمدرضا محمدی	دانشیار	نانو مواد	mohammadi@sharif.edu
۲۵	مجتبی موحدی	دانشیار	جوشکاری، لحیم کاری سخت و نرم	m_movahedi@sharif.edu
۲۶	علی نعمتی	دانشیار	سرامیک های سنتی، سرامیکهای نانوساختار و الکتریکی، اتصال سرامیک ها، مواد مرکب، دیرگدازها	nemati@sharif.edu
۲۷	ناصر ورهرام	دانشیار	انجماد و ریخته گری، شبیه سازی انجماد و ریخنه گری	naserv@sharif.edu
۲۸	حسین یوزباشی زاده	استاد	متالورژی استخراجی، مواد پیشرفته	yoozbashi@sharif.edu

• آزمایشگاه ها

-آزمایشگاه انجماد و ریخته گری

این آزمایشـــگاه با هدف ایجاد یک واحد آزمایشـــگاهی مجهز برای تحقیق و توســـعه در زمینه انجماد و ریخته گری در کشور از ابتدای شکل گیری دانشـــکده راه اندازی شد. طی سالهای گذشته فعالیتهای متعددی جهت گســـترش تحقیقات در این رابطه صورت گرفته اســـت. از جمله می توان به پژوهشهای انجام شده در زمینه انجماد جهت دار، تولید تک کریســـتالها و توســـعه نرم افزار شبیه سازی فرایندهای ریخته گری اشاره نمود.

این واحد آزمایشـــگاهی یکی از مجهزترین واحدهای تخصصی ریخته گری و انجماد در کشور است که با بکارگیری نیروی انسانی مجرب و تجهیزات مناســـب همگام با نیازهای تحقیقاتی و صنعتی فعالیت می کند. تجهیزات کامل بررسی و آزمون ویژگیها و خواص مختلف ماسه های ریخته گری نظیر اندازه گیری استحکام، قابلیت عبور گاز و تعیین ســـطح مخصوص حقیقـــی در این واحد موجود اســـت. از جمله مهمترین تجهیزات ریخته گری می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- کوره قوس الکتریکی
- کوره کوپل
- کوره ریخته گری در خلاء و اتمسفر محافظ
- دستگاه رشد تک کریستال
- دستگاه ریخته گری دقیق

علاوه بر این در مرکز رایانه موجود در این آزمایشگاه کلیه امور مربوط به شـــبیه سازی ریخته گری به کمک نرم افزار شبیه سازی SUTCAST انجام می شود.

- آزمایشگاه جوشکاری

این آزمایشگاه مجهز به کلیه ماشین آلات و تجهیزات پیشرفته مربوط به پروسه های مختلف جوشکاری است. از جمله مهمترین این تجهیزات آزمایشگاهی، می توان به دستگاهها و امکانات جوشکاری زیرپودری، جوشکاری اکسی استیلن، جوشکاری مقاومتی نقطه ای و نواری، جوشـــکاری MAG/MIG و جوشکاری TIG اشاره کرد. تا کنون در این واحد ده ها پروژه تحقیقاتی-صنعتی انجام شده است که بعضی از آنها بصورت نیمه صنعتی و صنعتی ادامه یافته است.

از جمله بررسی هایی که با استفاده از امکانات این آزمایشگاه در رابطه با طرحهای صنعتی و یا تحقیقاتی انجام می گیرد عبارتند از:

- بررســـی خواص کششی، ضربه پذیری و انعطاف پذیری جوش مطابق با استانداردها
- تست الکترود و آزمایشات مربوطه مطابق استاندارد
- تهیه دستورالعمل جوشکاری و تایید آن و گواهی جوشکاری
- بهینه کردن شرایط جوشکاری برای فلزات و آلیاژهای مختلف
- تحقیقات در مورد فرایندهای جوشکاری پیشرفته

- آزمایشگاه خواص مکانیکی

ین آزمایشگاه با دارا بودن کلیه تجهیزات انجام آزمایشات خواص مکانیکی جهت انجام آزمونهای کشـــش، فشـــار، خستگی، خمش، خزش، ضربه و ســـختی ســـنجی یکی از مجهزترین آزمایشگاههای این دانشکده می باشد. مهمترین این دستگاهها عبارتند از:

- دستگاه کشش و فشار با ظرفیت ۲۰ تن
- دستگاه خستگی از نوع چرخشی-خمشی
- دستگاه خستگی از نوع کشش
- دستگاه سختی سنج دیجیتالی

علاوه بر موارد فوق، کلیه تجهیزات و لوازم بررسی های مربوط به خواص مکانیکی و به ویژه تحلیل شکســـت در این آزمایشـــگاه موجود اســـت و با توجـــه به نیاز صنعت به این گونه بررســـی ها و تحلیل ها، دائما بر تعداد مراجعات از صنایع مختلف افزوده می شود.

- آزمایشگاه خوردگی و پوشش

فعالیت این آزمایشـــگاه شـــامل دو بخش خودردگی و پوشش دادن مواد می باشـــد. با استفاده از امکانات این آزمایشگاه می توان آزمایش های پلاریزاســـیون دینامیکی و اســـتاتیکی در محلولهای آبی مختلف، آزمایش نمک پاشـــی، رطوبت ســـنجی بدون گاز و با گاز، غوطـــه وری در درجه حرارتهای بـــالا، خوردگی تحت تنش و خزش در محیط خورنده، رسوب دهی فلزات و آلیاژها و مدیریت و مونیتورینگ خوردگی را انجام داد.

این آزمایشـــگاه مجهز به دســـتگاه سالت اســـپری، خوردگی اتمسفری، دستگاه آزمایش خوردگی سایشی، سیستم های حفاظت کاتدی و سیستم های پتانسیواستات در مدلهای مختلف می باشد.

با مطرح شدن مبحث نانوتکنولوژی این واحد نیز تلاش گسترده ای را در جهت تولید علم نانو آغاز نموده اســـت. این واحد آمادگی دارد تا در کلیه زمینه های ســـنتی و نوین خوردگی و پوشش دهی با صنایع و دیگر مراکز تحقیقاتی در تعامل باشد.

- آزمایشگاه سرامیک

آزمایشگاه سرامیک علاوه بر امکانات متنوع جهت آماده سازی مـــواد (پودر کردن، دانه بندی و غیـــره) و انجام عملیات حرارتی و زینترینگ ســـرامیک ها تا دمای ۱۸۰۰ درجه سانتیگراد (با قابلیت برنامه ریزی جهت فرایند گرمایش تا ۹ مرحله)، آزمایشگاه سرامیک تجهیزات متنوعی را داراست که مهمترین آنها بشرح زیر است:

- میکروسکوپ حرارتی دمای ۱۵۰۰ درجه سانتیگراد
- دیلاتومتر مجهز به سیستم خلاء
- تغییرات گرمایی مواد دستگاه (DTA)
- استحکام فشاری دیرگدازها تا دمای بالا دستگاه (RUL)

علاوه بر موارد فوق این آزمایشـــگاه مجهز بـــه تمامی امکانات لازم جهت بررســـی خواص فیزیکی نظیر ضریـــب هدایت حرارتی (TCT)، درجه حرارت دیرگدازی (PCE)، شوک حرارتی و خوردگی سرامیک ها و دیرگدازها، و همچنین خواص مکانیکی نظیر مقاومت پیچشی و فشاری (CSC)، اســـتحکام خمشی و استحکام شکست (دســـتگاه (HMOR) و خـــزش و خمش ســـه و چهـــار نقطه ای است.

- آزمایشگاه شکل دادن فلزات

این آزمایشـــگاه مجهز به ماشـــین های نورد، کشـــش ســـیم، ســـویجینگ، آزمایش ورق تحت فشـــار روغن، ابزار اکستروژن گرم و ســـرد و انواع پرس در ابعاد آزمایشگاهی می باشد. انواع آزمایش های مربوط به شـــکل دهی فلزات در این واحد انجام می شـــود که مهمترین آنها عبارتند از:

- آزمایش فشار کوک و لارک
- آزمایش ورق تحت فشار روغن (بالج هیدرواستاتیکی(
- آزمایش فشار تحت کرنش صفحه ای
- آزمایش پیچش

همچنیـــن با توجه به امکانات موجود، کلیه آزمایش های تغییر فرم گرم و سرد بوسیله فرایندهایی از قبیل نورد، اکستروژن، کشش ســـیم و لوله، کشش عمیق و کشش تسمه امکانپذیر است. علاوه بر این امکانات نرم افزاری موجود در این آزمایشگاه در کنار تجهیزات فوق، امکان تعیین شرایط بهینه شکل پذیری و کارپذیری فلزات و آلیاژها را فراهم ساخته است.

- آزمایشگاه شیمی متالورژی

هدف از تشـــکیل این آزمایشگاه، ایجاد امکانات لازم برای انجام آزمایش های شـــیمیایی بـــروی مواد مختلف جهت دســـتیابی به خصوصیات شـــیمیایی و ترکیبی مواد بوده است. در این آزمایشگاه آنالیز شیمیایی فولاد، چدن و انواع آلیاژهای غیر آهنی نظیر آلیاژهای آلومینیم، مس، ســـرب و روی انجام می شـــود. آنالیزهای ترکیبی اصلی که در این واحد انجام می شـــود با بکارگیری دســـتگاههای جذب اتمی، اندازه گیری کربن و گوگرد اســـت. دســـتگاه الکترولیز شـــیمیایی و کوره ها تکمیل کننده تجهیزات این آزمایشـــگاه می باشند.

ارائه خدمات آزمایشگاهی به صنعت و دیگر واحدهای پژوهشی، از دیرباز در این واحد مورد توجه بوده و در حال حاضر تعامل خوبی بین آزمایشگاه شیمی متالورژی دانشکده و این واحدها وجود دارد.

آزمایشگاه عملیات حرارتی

در این آزمایشـــگاه انواع کوره های عملیات حرارتی با اتمســـفر آزاد و اتمســـفر کنترل شـــده با محدوده دماهای مختلف از دمای پایین تا حداحثر ۱۲۰۰ درجه ســـانتیگراد موجود می باشد و انواع ســـیکل های عملیات حرارتی بر روی فولادهـــای کربنی و آلیاژی، فولادهـــای زنگ نزن و آلیاژهای غیرآهنـــی مس، آلومینیم و نیکل امکان پذیر می باشد.

مهمترین تجهیزات این آزمایشـــگاه عبارتند از کوره خلاء بالا با امکان کوئنچ، کوره نمک مذاب آزمایشـــگاهی و انواع کوره های دما بالا با اتمسفر هوا برای قطعات کوچک و متوسط جهت سیکل های مختلف عملیات حرارتی. این آزمایشگاه در کارهای تحقیقاتی و حل مشکلات صنعتی خدمات گسترده ای را در زمینه عملیات حرارتی به صنایع مختلف ارائه می نماید.

- آزمایشگاه فرآوری و تولید مواد

این آزمایشـــگاه قابلیت پشـــتیبانی کلیه مراحـــل کانه آرایی تا استحصال فلزات را فراهم می ســـازد. تجهیزات کامل کانه آرایی و تغلیظ شامل دستگاههای سنگ شکن فکی و مخروطی، آسیابهای گلوله ای و میله ای، غربالهای آزمایشـــگاهی، جداکننده مغناطیسی خشـــک و تر، سلولهای فلوتاسیون و کلاســـیفایر سانتریفوژ در این واحد موجود اســـت که بـــرای انجام تحقیقات مورد اســـتفاده قرار می گیرد. بررســـی و شناســـایی مواد معدنی با استفاده از اشعه X، مینرالوگرافی مواد معدنی با اســـتفاده از میکروســـکوپ پلاریزان و میکروسکوپ انعکاسی از دیگر فعالیتهای این آزمایشگاه در رابطه با کانه آرایی و تغلیظ است.

در رابطـــه با فراوری و تولید فلـــزات نیز با توجه به مجهز بودن این واحد به انواع کوره های آزمایشگاهی نظیر کوره های مقاومتی، القائی، خـــلاء و کوره های افقی و عمودی تـــا دمای ۱۸۰۰ درجه ســـانتیگراد با امکان کنترل اتمســـفر احیایی و اکسایشـــی، انجام

عملیات ذوب و تصفیه فلزات و مواد مختلف براحتی امکانپذیر است. اخیرا با طراحی و ساخت کوره بستر سیال آزمایشگاهی، توانمندی های پیرومتالورژی در این واحد گسترش یافته است.

بخش هیدرومتالورژی این آزمایشگاه، مجهز به امکانات و تجهیزاتی شامل سیستم های لیچینگ و راکتورهای حل سازی و استخراج حلالی، رکتیفایر و سیستم های الکترولیز است و این امکانات عملیات و آزمایشات هیدرومتالورژی در این بخش را امکانپذیر ساخته است.

- آزمایشگاه متالوگرافی

ین آزمایشگاه با هدف بررسی های میکروسکپی مواد از ابتدای تاسیس این دانشکده راه اندازی شده است. با دانستن آنالیز شیمیایی نمونه و با آزمایشهای ساده متالوگرافی می توان فازهای مختلف را تحلیل و شناسایی نمود و همزمان تاریخچه نمونه را نیز تعیین کرد و حتی روش ساخت را برای دستیابی به ساختار و خواص مکانیکی مورد نظر پیش بینی کرد و این امر اهمیت وجود این آزمایشگاه را نشان می دهد. مهمترین تجهیزات این آزمایشگاه عبارتند از:

- سیستم آنالیز تصویری
- میکروسکوپ استریو
- میکروسختی سنج

بعلاوه این آزمایشگاه مجهز به میکروسکوپ های نوری و وسایل تهیه نمونه می باشد و این تجهیزات، انجام متالوگرافی و تعیین ساختار در شرایط مختلف را کاملا امکان پذیر ساخته است.

- آزمایشگاه مطالعه ساختار مواد

در این آزمایشگاه امکانات بررسی ساختار کریستالی و ریزساختار مواد مختلف شامل فلزات، سرامیکها، پلیمرها و کامپوزیتها فراهم شده است. تجهیزات میکروسکوپ الکترونی موجود در آزمایشگاه امکان مطالعه ریزساختار مواد (ابعاد، موفولوژی و توزیع فازها و نواقص) با توان تفکیک در حد نانومتر را فراهم ساخته و در نوع خود در کشور منحصر بفرد می باشد. همچنین تجهیزات میکروآنالیز نصب شده بر روی دستگاه Philips CM200 موجود در آزمایشگاه STEM/TEM، مطالعه ترکیب شیمیایی فازها را در مقیاس نانومتر امکان پذیر ساخته است.

اهم امکانات و تجهیزات موجود در آزمایشگاه عبارتند از:

- میکروسکوپ الکترونی عبوری روبشی
- میکروسکوپ الکترونی عبوری
- میکروسکوپ الکترونی روبشی
- دستگاههای XRD و XRF

از دیگر امکانات این آزمایشگاه می توان به دستگاه برش الماسه، پانچ، برش دیسک اولتراسونیک، دستگاه دیمپلر، دستگاه برداشت یونی، جت پولیش، دستگاه پوشش دهی طلا و کربن و اتاق تاریک و تجهیزات ظهور و چاپ فیلم و عکس اشاره کرد.

انجام مطالعات ریزساختاری نظیر بررسی فازهای موجود در مواد از نظر ابعاد، مرفولوژی و توزیع، نقایص موجود در ساختارهای کریستالی نظیر ساختار نابجاییها و نقایص انباشتگی، ارتباط کریستالوگرافی فازها، مطالعه فرایندهای پیرسازی و رسوب گذاری، مطالعه مکانیزمهای تغییر فرم پلاستیک، مطالعه ریزساختار مواد نانومتری و مطالعه تحولات فازی در فلزات و سرامیکها از خدمات این آزمایشگاه است.

- آزمایشگاه نانومواد

آزمایشگاه نانومواد در سال ۱۳۹۰ رسماً در دانشکده مهندسی و علم مواد- دانشگاه صنعتی شریف با دو هدف اصلی سنتز و مشخصهیابی نانومواد پیشرفته تأسیس شد. لازم به ذکر است که نخستین فعالیت این آزمایشگاه در پارک فناوری پردیس در سال ۱۳۸۶ آغاز شد. عمده تحقیقات در این آزمایشگاه بکارگیری نانومواد سنتز شده برای کاربرد در سلولهای خورشیدی است.

در این آزمایشگاه امکان سنتز و تولید اغلب نانوساختارها (صفر، تک و دو بعدی) با مورفولوژیهای مختلف با روشهای شیمی تر (شیمیائی) مختلف نظیر سل- ژل، سلوترمال، هیدروترمال، تورق شیمیائی، رسوبدهی حمام شیمیائی، رسوبدهی الکتروشیمائی، رسوبدهی الکتروفورتیک و غیره فراهم شده است. ضمناً تجهیزاتی برای تهیه نانوپوششها، لایه های نازک و لایه های ضخیم با استفاده از دستگاههای پوششده ی غوطه وری و دورانی وجود دارد. تحقیقات گسترده ای در حوزه سنتز دی اکسید تیتانیم (TiO_2) با مورفولوژی های مختلف نظیر نانوذره، نانوسیم، نانوسیم بلال مانند، نانولوله، نانولوله کلاف مانند، ذرات قاصدک مانند، ذرات سلسله مراتبی، کرههای توخالی و هیبرید TiO2-CNT انجام شده است. همچنین تحقیقاتی در زمینه سنتز گرافن و مشتقات آن صورت گرفته است.

در این آزمایشگاه امکان مشخصهیابی خواص نوری و الکتریکی نانومواد با استفاده از تجهیزات طیف سنج فرابنفش- مرئی، شبیهساز نور خورشید و اسپکتروسکوپی امپدانس الکتروشیمیائی نیز فراهم شده است.

راهبردهای نوین نوسازی صنایع ریخته گری در آلمان

دکتر مهرداد عضو امینیان

استادیار دانشکده مهندسی مکانیک و مواد، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان ، ایران

چکیده

در زنجیره تولیـــد صنعتی فرایند تولید قطعات، نقش کلیدی و اثر گذار دارد. ریخته‌گری یکی از عمده ترین این فرایند ها است که تقریبا بســیاری از شاخه‌های صنعتی از جمله صنایع تولید خودرو، صنایع هوایی، صنایع ماشین سازی و مستقیما به توانمندی و رشد یافتگی آن وابســته است. به رغم آنکه صنعت ریخته‌گری در آلمان که دارای قدمت طولانی اســت برخوردار از سطح بالایی از فناوری اســت، اما به دلایل مختلف از جمله کاهش اقبال نیروی انســانی برای ورود به این عرصه، فشــارهای زیست محیطی جهت ممانعت از گسترش کمی صنایع مزبور و رشد این صنعت در سایر کشورها، به ویژه در کشــورهای در حال توسعه، محافل علمی و سازمان‌های غیر دولتی فعال در عرصه صنعت ریخته‌گری آلمان در جهان توجه مبذول دارند.

گــزارش حاضر تحت عنــوان "راهبردهای نوین نوســازی صنایع ریخته‌گری آلمان" چگونگی روند رشد مداوم این صنایع را تعریف می کند. این تحقیقات بســیار بــا ارزش بوده و می تواند با توجه به دیدگاه کاربردهای متنوع قطعات ریخته‌گری، منجر به توســعه علمی – فنی (مهندســی)، توســعه مواد و فرایند ها گردد و با توجه به رقابتی بودن آنها، شناســایی نقاط ضعف و قوت شــده و به طور دایم و نظام مند با توجه به تغییر خواســته‌های بازار مورد ارزیابی و بررسی مجدد قرار گیرند. به منظور تشخیص نوع کار، کنترل دایمی مفروضات و ارتباط آن با واقعیــات، نظارت‌های دایم بر فرایند، رقابت بازار و همچنین بررسی نتایج توسعه و رشد در ابعاد علمی و فنی همواره الزامی اســت. تنها به این روش می توان تصویری پایدار بر پایه عوامل علمی و مطمئن از وضعیت صنایع ریخته‌گری و نحوه رشد آن ترسیم نمود.

• کشور آلمان، به عنوان بزرگترین تولید کننده قطعات ریختگی اروپا محسوب می شود.

• حفظ موجودی ها به عنوان ذخایر ملی و موقعیت پیشــگامی، مورد توجه مدیران ارشــد، صاحبان ســرمایه، تجار و تمامی دست اندرکاران صنایع ریخته‌گری در این کشــور می باشــد و به همین دلیــل، انجام پروژه‌های تحلیلی به منظور رفع چالش‌های اساســی و مداوم این صنایع، برنامه ریزی راهبردی و ارزیابی آنها، به شــکل دوره ای پیش بینی و اجرا می‌شوند.

• تدویــن برنامه ها با همکاری انجمن‌های علمی و صنعتی و در نظر گرفتن نقطه نظرات ســایر اقشار درگیر این صنایع به گونه ای انجام می شود تا توافق عام حاصل شود.

ماحصل مطالعات و هم اندیشی‌های به عمل آمده در محورهای تخصصی

- رشد تولید و کاربرد قطعات ریختگی
- بهینه سازی فرایند در تولید قطعات آهنی
- بهینه سازی فرایند در تولید قطعات غیر آهنی
- ارتقا و رشد سطح آموزش در صنعت ریخته‌گری
- جذب و رسوخ در بازار

به ارایه راهبردهایی برای این صنعت انجامیده است که در متن گزارش به آن اشاره شده است.

در جمع بندی بیان گردیده اســت که کشــور آلمان به عنوان بزرگتریــن تولید کننده قطعــات ریختگی اروپا و بــه منظور رفع چالش‌های موجود و وضعیت بازار، نیازمند تحول ســاختاری جدی به منظور

- توجه به خواسته‌های اهداف مشتریان
- نوآوری در مواد
- توسعه همکاری و مشارکت داخلی و بین المللی است.

به این ترتیــب امید می رود کاهش کنونی ۵٪ تعداد واحدهای ریخته‌گری آلیاژهای آهن به رشــد ۴/۵٪ تغییــر جهت یافته و به میزان ۳ میلیارد یورو به گردش مالی این صنعت افزوده شــود و در عین حال فضای منفی موجود بر گسترش و رشد این صنعت که از تبعات جهت گیری‌های قبلی در افکار عمومی در امور صنعت بوده است، حذف شده و مجددا زمینه لازم برای جذب نیروهای جوان و مستعد به این صنعت هموار شود.

۱- مقدمه

پــس از یــک دوره زمانــی ۳ تا ۵ ســال، انجمــن تحقیقاتی ریخته‌گــری آلمان (VDG) براســاس ماموریت محولــه، اقدام به برپایی میزگردهــای تخصصی با حضور اعضا هیئت رئیســه خود، گروه‌های تخصصی، سایر انجمن ها، اتحادیه ها و سندیکاها اساتید دانشگاهی و نمایندگانی از بخش صنعت و تجارت مرتبط با صنایع ریخته‌گری نمود تــا علاوه بر تعیین هدف برای صنعت ریخته‌گری تعیین جایگاه فعلی صنایع ریخته‌گری را مورد ارزیابی و بررسی قرار دهد . اطلاعات جمع آوری شــده از همه پرسی ۷۰ واحد نمونه در بخش‌های مختلف صنایــع ریخته‌گری و جمع بندی نظرات آن ها

در مورد دستیابی به آخرین پیشرفت‌های این صنایع در سال‌های اخیر، انتظارات، نحوه ارزیابی و شیوه‌های دستیابی به موفقیت در آینده، در ۵ گروه کاری زیر انجام گرفت :

۱- گروه تخصصی رشد تولید و کاربرد قطعات ریختگی

۲- گروه تخصصی بهینه سازی فرایند در تولید انواع قطعات فولادی و چدن‌های ریختگی

۳- گروه تخصصی بهینه سازی فرایند در تولید قطعات ریختگی غیر آهنی

۴- گروه تخصصی برنامه ریزی آموزش‌های تکمیلی و فنی – حرفه‌ای

۵- گروه تخصصی برنامه ریزی رشد همکاری برای جذب بازار و تخصصی نمودن آن

نتیجه اولیه این پژوهش، بیانگر وجود سه چالش اساسی زیر بود :

- کاهش قیمت محصولات ریختگی
- کاهش سفارش و گردش مالی
- محدودیت رشد صنایع ریخته‌گری

سپس برای رفع چالش ها و کسب موفقیت ۲۳ عامل موثر شناسایی، و هریک به دقت تعریف شدند. در ادامه برای تشریح وضعیت آینده از نرم افزار پیشرفته ای استفاده شد و تمامی عوامل موثر در کسب موفقیت که در آن شرایط توسعه اقتصادی – فنی نیز ملحوظ شده بود، در برنامه تعریف شدند. در تصویر مجازی حاصله، تعداد عوامل موثر در کسب موفقیت به ۵۷ افزایش و از میان آن ۱۹ عامل کلیدی شناسای شدند. هر عامل کلیدی حتی المقدور به ۴ عامل توسعه پایدار مربوط شده و در ۴ تصویر مجازی به نمایش گذاشته شدند. جمع بندی اولیه از تجزیه و تحلیل تصویرسازی مربوطه نشان می داد که : نوآوری (Innovation)، همکاری (Cooperation)، تصویرسازی (Imagination) و آماده سازی افکار عمومی اساس موفقیت می باشند.

۲- راهنما و مدل تدوین راهبرد نوسازی صنایع ریخته‌گری

راهبرد تعیین کننده برای نوسازی صنایع ریخته‌گری آلمان و ترسیم موفق سیمای آن در قرن ۲۱، با مدلی که توسط پژوهشگران و مشاورین راهبردی ارایه شده، انجام گرفت :

۱- درک وضعیت موجود

- ارزیابی برنامه ۵ ساله، به عبارت دیگر بازار – مشتری – محصول
- کنترل برآوردهای فعلی به کمک SWOT برای
- درک موقعیت با توجه به اهداف صنعت
- تجهیز واحدها با توجه به اهداف مشتری
- تعیین نقاط ضعف و تحلیل واحدهای خارجی و همچنین تعیین عوامل موفقیت

۲- درک موقعیت در بازار

- تعیین حجم بازار، نرخ رشد، موانع موجود در بازار و میزان سهم نسبت به ورودی‌های آن
- تحلیل بازار در خارج از طریق مصاحبه با مشتری ها برای رفع نیاز آنان، تصحیح عملیات فروش و روند بازار
- تحلیل موقعیت یابی از طریق مشاوره با متخصصین، رقبا برای فهم وجوه تمایز، موقعیت فناوری و عوامل موفقیت

۳- انتخاب راهبرد، توسعه و ارزیابی مداوم آن

- توسعه راهبردی انتخاب شده و تمرکز بر اهداف تعیین شده در آن
- ارزیابی راهبردی انتخاب شده (داخل-خارج)
- ارزیابی امکان تحقق راهبرد انتخاب شده (مالی-دانش فنی-زمان)

۳- چالش‌های اساسی صنایع ریخته‌گری آلمان

مهمترین چالش‌های صنایع ریخته‌گری آلمان به شکل طبقه بندی شده زیر قابل ارایه هستند :

- کاهش قیمت محصولات ریختگی

اگرچه صنایع ریخته‌گری آلمان با خودکار سازی کارخانه ها کاهش قیمت ها را هدف قرار داده اند و به موفقیت هایی در زمینه افزایش بهره وری دست یافته اند، اما افزایش دستمزد ها این تلاش را خنثی و منتفی کرده است.

- کاهش سفارش و گردش مالی

کاهش عمده سفارش به بخش صنایع ریخته‌گری آلمان، عمدتا مربوط به صنایع خودروسازی (حدود ۵۰٪) و همچنین صنایع ماشین سازی (حدود ۲۲٪) است. رکود سفارش قطعات ریختگی از جنس چدن خاکستری و فولاد قابل توجه بوده و افزایش کم گردش مالی در سال گذشته به ریخته‌گری آلیاژهای غیر آهنی و سبک و همچنین ریخته‌گری چدن نشکن مربوط می شود.

- محدودیت رشد صنایع ریخته‌گری

برنامه ریزی برای دستیابی به جایگاه مناسب و رشد صنایع ریخته‌گری از یک طرف الزامی بوده و از طرف دیگر با توجه به روند کاهش قیمت (با توجه خواست مشتری)، آن را با مشکل روبرو می سازد. بنابراین بازسازی و نوسازی این صنایع، بایستی به گونه‌ای انجام شود که هدف اصلی "کاهش قیمت محصول" با مشکل مواجه نشود.

۴- نقطه نظرات گروه‌های تخصصی

با توجه به اهداف پروژه ۵ گروه تخصصی زیر تشکیل و پس از بررسی‌های دقیق، نقطه نظرات خود را به تفکیک و به شرح زیر اعلام نمودند :

۴-۱-گروه تخصصی رشد تولید و کاربرد قطعات ریختگی

این گروه به این نکته که هنوز شانس موفقیت برای رشد تولید وجود دارد، به عنوان مبنا و نقطه شروع توجه نموده است و دلیل این امر را جهت گیری تخصصی صنایع ریخته‌گری دانسته و اظهار می دارد که آلمان در فرایندهای خاص و از لحاظ فناوری سرآمد دیگر کشور ها است و از این رو می تواند با اقتصادی کردن فرایند، کاهش قیمت ها و بهبود مداوم کیفیت، جایگاه گذشته خود را مجددا احراز نماید. از طرف دیگر، نقطه ضعف صنعت ریخته‌گری آلمان، انعطاف پذیری کم آن ها است، به طوری که مشتری نمی تواند با توجه به انتظارهای خود این صنایع را به عنوان یک شریک نوآور قلمداد نماید. در واقع در وضعیت فعلی این صنایع آمادگی تغییر و تحول را ندارند. برای تغییر این شرایط، ابتدا بایستی این صنایع را به خود باوری رساند. برای انجام این مهم بایستی دوره‌های آموزشی تکمیلی و کارآموزی مورد توجه قرار گیرند و کار از این نقطه دوباره آغاز شود. همچنین در بخش طراحی، توانایی‌های موجود بایستی افزایش یافته و همکاران مناسب انتخاب شوند. به عبارت دیگر در مقابل بازار و نیازهای آن، این توانایی ها بایستی ملموس و قابل رویت باشند.

برای گذر از این شرایط، انجام سه مرحله زیر به منظور دستیابی به جایگاه مناسب صنعت ریخته‌گری آلمان الزامی است :

الف)افزایش توانایی در ساخت ماشین ها و تحصیلات مرتبط به آن

ب)افزایش توانایی‌های علمی – فنی در زمینه ریخته‌گری و طراحی (برنامه ریزی مجدد آموزش دانشگاهی)

پ)مستندسازی به همراه ایجاد بانک‌های اطلاعاتی

۴-۲- گروه تخصصی بهینه سازی فرایند در تولید انواع قطعات فولادی و چدن‌های ریختگی

این گروه به بررسی و تحلیل کامل زنجیره تولید (قالبگیری- ذوب- ریختن- ریخته پیرایی و ...) پرداخته و به پرسش‌های گوناگونی پاسخ داده و در انتها به محورهای اساسی زیر اشاره نموده است :

الف)مواد اولیه و مواد کمکی : با توجه به نیازهای بازار بایستی با دقت مورد بررسی قرار گیرند.

ب)اثر فرایند برکیفیت : این اثر موضوع پژوهش‌های جدی خواهد بود.

پ)ریختن تا تخلیه : جداره نازک، ساختار مطلوب و شکل تمیزتر پس از تخلیه از جمله مفاهیم کلیدی محسوب می شوند. از اینرو ریخته‌گری در فشار کاهش یافته (خلا نسبی)، انجماد جهت دار و همچنین بهینه سازی عملیات تلقیح موضوع هایی هستند که نیاز به بررسی، تحقیق و توجه بیشتری دارند.

ت)ریخته پیرایی : این عملیات از جمله کارهای سنگین محسوب شده و همواره توقعاتی را در جریان خط تولید ایجاد می کند. به این دلیل و با توجه به موفقیت هایی که تا کنون در این زمینه بدست آمده است، بایستی راه‌های خودکار نمودن و کاهش کار انسانی مورد بررسی و تحقیق قرار گیرند.

ث) توسعه مواد : توسعه مواد و جایگزین ساختن موادی که از طریق فرایندهای دیگر و با هزینه گزاف تر تولید می شوند، هدف بازارهای آتی است.

ج)پایدارسازی صنایع ریخته‌گری : به منظور پایدارسازی این صنایع، با توجه به دیدگاه کلی و عمومی آلمان، بایستی برای تربیت و آموزش نسل جوان، حفظ محیط زیست، برنامه ریزی دقیق انجام شود و پژوهش‌های خاصی در زمینه‌های پیش گفته انجام شود.

۴-۳- گروه تخصصی بهینه سازی فرایند در تولید قطعات ریختگی غیر آهنی

این گروه با توجه به رشد پویای نیاز بازار به قطعات ریختگی غیر آهنی، دو عامل تنگ نمودن دامنه عوامل موثر بر فرایند از طریق توسعه فرایند و فناوری و مطمئن ساختن مشتری از کیفیت قطعات را از جمله عوامل موثر در دستیابی به بازار ذکر می نماید و علاوه بر آن انجام تحقیقات بر روی توسعه کاربردی آلیاژهایی با پایه Zn, Al, Cu, Ni را ضروری می داند. در بخش طراحی، استفاده از نرم افزارهای مناسب و انجام تحقیقات برای افزایش قابلیت‌های این برنامه ها الزامی میباشند. در بخش تمام کاری بایستی حمایت‌های لازم از انجام پژوهش هایی بر روی جوشکاری با توجه به استانداردها صورت پذیرد و زنجیره تولید با توجه به مفاهیم نو و آخرین دستاوردهای تحقیقاتی به طور کامل تعریف شوند.

۴-۴- گروه تخصصی برنامه ریزی آموزش‌های مقطع اول و تکمیلی و فنی و حرفه ای

در خصوص تربیت نسل جوان برای اشتغال در صنایع ریخته‌گری، این گروه لزوم ایجاد هماهنگی بین صنعتگران، دانشگاه ها، هنرستان ها، دبیرستان ها و مدارس را یادآوری می نماید. در این زمینه برنامه ریزی دقیق برای بازدید از کارخانه‌های ریخته‌گری، کارآموزی و حتی ایجاد آزمایشگاه ها

در مدارس الزامی و حایز اهمیت می باشـد. هدف از این برنامه، افزایش دانش عمومی محصلین، نمایـش جاذبه‌های کاری در این صنایع و ثمرات اقتصادی آن در سطح ملی می باشد.

برای تصمیم گیری در مورد اشتغال در شاخه‌های مرتبط با صنعت ریخته‌گری، اعطای بورس‌های تحصیلی و یا قراردادهای کاری از طرف صنعتگران و یا سـازمان‌های مسئول، وظیفه می باشد. همچنین برای دانشجویان رشته مکانیک با گرایش ماشین سازی، بایسـتی برنامه‌های آموزشی ویژه ای به منظور شناخت فنی ریخته‌گری تدوین شـود. به این منظور بایستی از اساتید مجرب و مدعو اسـتفاده و برنامه‌های کارآموزی مشخصی برای آنان در نظر گرفته شـود. مستند سازی در ایجاد صنایع مدرن ریخته‌گری از جمله مسـایل مهمی است که بایستی در تمامی مراحل به دقت انجام شود.

در زمینـه آموزش‌های تکمیلی پـس از فراغت از تحصیل، توصیه شـده اسـت که انجمن تحقیقاتـی ریخته‌گری آلمان (VDG) ایـن برنامه را تدویـن نماید. همچنین بـرای بهینه سـازی تحصیلات دانشـگاهی در زمینه ریخته‌گری بایسـتی صنایع، نیازها و انتظارات اساسـی خود را از مهندسـین اعلام کرده و سـپس متخصصین آموزشـی این نیازها برای تدریس، طبقه بندی و فرموله شـوند. در نهایت بایسـتی توجه نمود که برنامه‌های آموزشـی مهندسین ریخته‌گری بایستی به گونه ای طراحی شـوند که فارغ التحصیلان این رشته، بتوانند نیازهای این صنایـع را در جهات مختلف تخصصی بـه میزان ۸۵-۸۰ درصد، برآورده نمایند. این برنامه که مرتبط با صنعت و نیازهای آن طراحی خواهد شـد، بایسـتی از جاذبـه کافی برای جذب نیروی جوان برخوردار باشد.

۴-۵- گروه تخصصی برنامه ریزی رشد همکاری برای جذب بازار و تخصصی نمودن آن

این گروه به سه عامل اساسی برای کسب موفقیت در راهبرد خود در صنعت ریخته‌گری پرداخته اسـت. این عوامل عبارتند از :

الـف) ارایه تصویر واضح و روشـن از رشـته‌های تخصصی ریخته‌گری

ب) ایجاد امتیازهای ناشی از فناوری

پ) ایجاد روحیه تعاون و همکاری

این گروه با تکیه بر عامل سـوم، خواهان غلبه بر هر عاملی است که موجب از بین رفتن روحیه تعاون و همکاری است. در اینجا لازم است که سـازمان ها و تشکل‌های مرتبط به صنعت ریخته‌گـری به تقویت اعضا خود پرداخته و شـرایط لازم برای موفقیت و افزایش شانس برای ایجاد همکاری و تعاون را تعریف نمایند. این گروه تاکید می نماید که تنها در صورت ایجاد روحیه همکاری و تعاون اسـت که می توان با توجه به پیچیدگی کار، کنترل بازار را بدست آورد. بنابراین لازم است تا اتحادیه صنعت ریخته‌گری آلمان با به کارگیـری افراد متخصص و مجرب، در ایجاد و تقویت امتیازهای ناشـی از فناوری هر یک از اعضا خود به سرعت وارد عمل شود و توصیه‌های لازم را ارایه نماید. از این رو یکی از وظایف این سـازمان برنامه ریزی مدون و به روز در بخش تحقیقات، صنعتی نمودن و در دسـترس قرار دادن نتایج آنان می باشـد، در بخش تحقیق و توسـعه بایستی مسیرهایی تعیین شـوند، که در آن ضمن انجام تحقیقات جامع، شـرایط رقابت جهانی فراهم شود (در اینجا بایستی به پیمانکاران بخش خصوصی و مقاوت آنان توجه شـود). موسسـاتی که از طرف این اتحادیه ها تعیین می شـوند، موظف هسـتند تا تحقیقات کاربردی و توسـعه ایی را به انجام برسـانند. برای بهینه سازی تصویر رشد، اتحادیه ها بایستی ضمن تعریف هدف تدابیر لازم را بیندیشند و آن را به صورت کاملا علمی و عملی برای اعضای خود روشـن نمایند. در این خصوص نبایسـتی کار انتشاراتی، بـه ویژه چـاپ مقالات تخصصی از دسـتور کار خارج شـود. همچنین سیاست هایی که در زمینه حفظ محیط زیست توسط سـازمان ملل تدوین شده اند، بایسـتی دقیقا مورد توجه قرار گیرند و تدابیر لازم برای اجرای آن اندیشـه شـوند. با توجه به هدف‌های فوق، انجمن تحقیقاتـی ریخته‌گری آلمان (VDG) بایسـتی سـریعا به تشـریح وظایف کاری پرداخته، به طوری که برنامـه کاری تخصصی و برنامـه تحقیقاتی لازمه تعریف و تعیین شوند.

۵- عوامل موثر در دستیابی به موفقیت

در حال حاضر مشتری ۶ عامل را برای انتخاب تولید کننده در نظـر می گیـرد و واحدهایی که این عوامل را برای کسـب موفقیـت، مورد توجه قرار دهند، می توانند به صورت پایدار در صنعت دوام یافته و به کار ادامه دهند :

۱- کیفیت : الف)تولید با کیفیت ثابت و با صفر درصد عیب. ب)ایجاد سیسـتمی با حداکثر کارایـی و کمترین هزینه برای کنترل کیفیت

۲- قیمت : عرضه محصول با قیمت قابل رقابت در سـطح جهانی از طریق مدیریت هزینه در فرایند، اسـتفاده حداکثر از ظرفیت ماشین ها و کاهش عوامل متغیر تولید

۳- تحویـل به موقع : الف)محاسـبه واقعی زمان تحویل از طریق هدایت و مدیریت. ب)پشتیبانی لجستیکی صحیح (همه چیز در زمان خود و ...)

۴- مشـارکت : الف)توانایی در رفع نقاط ضعف در توسعه همه

جانبه (مهندسی همزمان). ب)توانایی نوآوری در فرایند و مواد

۵- تمـــام کاری تا مونتاژ : توانایی در تمام کاری محصولات نیمه ساخته ریختگی و ارایه مجموعه مونتاژ شده

۶- ارتباط : راهنمایی، مستندســـازی، مدیریت، مشـــتری، ارتباط، مدیریت.

۷- کیفیت، قیمت و تحویل به موقع ۳ عامل اولیه است که در گذشته نیز مورد توجه بوده است.

عوامل دیگر عبارتند از :

• مشارکت و همکاری

مشـــارکت و همکاری از مفهوم ویژه ای برخوردار اســـت و دامنه آن به خواســـته‌های فزاینده مشتری و کاهش قیمت در زنجیره تولید مربوط می شود.

مشـــتریان تمایل دارند با ریخته گرانی که از توانایی لازم در طراحی و شـــبیه سازی برخوردار هســـتند و از طریق مهندسی همزمان در تمامی مراحل کار آن ها را یاری دهند، ارتباط برقرار نمایند. بنابراین لزوم تحول و حرکت در این راســـتا برای ریخته گران ضروری است.

• تمام کاری محصول ریختگی و مونتاژ

یکی دیگر از عوامـــل موفقیت که در انتهای زنجیره کاهش قیمت قرار میگیرد، قبول تمام کاری قطعه ریختگی (ماشینکاری و ...) و مونتاژ قطعات اســـت. این امـــر از نقطه نظرهای کاهش تعـــداد قطعات تحویلـــی، کیفیت نهایی مجموعـــه (از طراحی تا تمـــام کاری و مونتاژ) و ارایه اطمینان‌های لازم به مشـــتری اهمیت دارد.

مهندسی همزمان ←

پله‌های کاهش قیمت	مشاوره	طراحی	شبیه‌سازی	FEM	نمونه‌سازی
روند	←	↖	↑	↑	↑
پله‌های کاهش قیمت	قالبگیری و ریختن	کنترل	تمام کاری قطعه	پشتیبانی	مونتاژ
روند	←	↖	↑	↖	↖

• ارتباط

ریخته گران موفق کسانی هستند که فرایندهای خود را با توجه به نیازهای نوین مشتریان تجهیز و موجبات رضایت خاطر آنان را از طریق ارتباط، همکاری و نوآوری در فناوری فراهم سازند.

۶- راهکارهای اجرایی (تحول ساختاری) و جمع بندی

کشـــور آلمان به عنوان بزرگترین تولید کننده قطعات ریختگی اروپـــا، به منظور رفـــع چالش‌های موجود با توجه بـــه اهداف بازار، جای گیری مناســـب و حفظ جایگاه فعلی صنایع ریخته‌گری خود نیازمند تحول ســـاختاری است، این تحول حول سه محور زیر باید انجام شود :

• توجه به خواسته ها و اهداف مشتریان

• نوآوری مواد با توجه به نیاز بازار

• توسعه همکاری و مشارکت برای دستیابی به اتحاد و پایداری

اخبار ایران و جهان

• اخبار ایران

- رشد ۱۱/۵ درصدی فولاد و ۸/۶ درصدی تولید سنگ‌آهن خام

بررسی آمارنامه‌های وزارت صنعت، معدن و تجارت حاکی از تولید ۱۹ میلیون و ۷۷ هزار و ۷۰۰ تن فولاد خام در کشور در ۱۱ ماه سال ۹۶ و رشد ۱۱/۵ درصدی آن در مقایسه با مدت مشابه سال ۹۵ است.

بر پایه جدیدترین آمار انجمن جهانی فولاد که دی ماه سال گذشته منتشر شد، چین با تولید ۸۳۱/۷ میلیون تن فولاد خام، عنوان بزرگترین تولیدکننده را در میان ۶۶ کشور در سال ۲۰۱۷ میلادی از آن خود کرد؛ تولید ایران نیز در این سال به ۲۱/۷ میلیون تن فولاد خام رسید.

در افق سند چشم انداز ۲۰ ساله صادرات ۱۵ تا ۲۰ میلیون تنی فولاد خام و تولیدات مربوطه دیده شده است.

برپایه این گزارش، در ۱۱ ماه پارسال ۱۷ میلیون و ۴۵۲ هزار تن انواع محصولات فولادی در کشور تولید شد. این مقدار تولید محصولات فولادی در هم سنجی با پارسال رشد ۵،۶ درصدی را نشان می‌دهد.

منبع: پایگاه جامع اطلاع رسانی صنعت فولاد ایران(فولاد نیوز)- اردیبهشت ۹۷

- افزایش ۹۳ درصدی صادرات فولادسازان بزرگ کشور

میزان صادرات فولاد شرکت های بزرگ فولادسازی در ۱۲ ماهه سال ۳۹/۹۶ درصد افزایش یافت.

۸ شرکت فولاد ساز کشور از ابتدای فروردین تا پایان اسفند گذشته، ۷ میلیون و ۳۸۳ هزار و ۷۱۱ تن شمش و محصولات فولادی (تیرآهن، میلگرد، ورق گرم و سرد، ورق قلع اندود، انواع کلاف، آهن اسفنجی و غیره) صادر کردند.

میزان صادرات شرکت فولاد خوزستان (۲ میلیون و ۷۶۹ هزار و ۸۶۸ تن)، فولاد مبارکه (یک میلیون و ۲۹۲ هزار و ۱۵۳ تن)، ذوب آهن اصفهان (یک میلیون و ۱۵۱ هزار و ۷۲۵ تن)، فولاد هرمزگان (یک میلیون و ۹۷ هزار و ۳۴۷ تن)، کاوه جنوب (۸۶۵ هزار تن)، فولاد خراسان (۱۱۸ هزار و ۵۷۸ هزار تن)، فولاد آلیاژی ایران (۶۶ هزار و ۵۷۴ تن) و فولاد اکسین (۲۲ هزار و ۴۶۶ تن) بود.این شرکت‌ها در ماه اسفند ۹۶، ۸۲۲ هزار و ۹۷۴ تن شمش و محصولات فولاد به خارج صادر کردند که در مقایسه با مدت مشابه سال گذشته، ۳۴ درصد رشد نشان می‌دهد.

منبع:پایگاه جامع اطلاع رسانی صنعت فولاد ایران(فولاد نیوز) اردیبهشت ۹۷

- تاثیر جنگ تجاری آمریکا و چین بر بازار فولاد ایران!

بسته شدن بازار امریکا به روی چین و مشکل دسترسی به بازار این کشور، گرفته شدن بازارهای فولاد ایران توسط چین، تاثیر جنگ تجاری و تعرفه های فولاد امریکا بر ایران، از جمله موضوعاتی است که برخی اقتصاددانان و مدیران شرکت‌ها تاثیر آن را در بازار فولاد ایران ناچیز می‌دانند.

در همین رابطه غلامرضا نظربلند، اقتصاددان و درباره چگونگی تأثیر افزایش تعرفه واردات فولاد و آلومینیم بر اقتصاد ایران معتقد است : تجارت خارجی ایران در مجموع تجارت جهانی رقم درخور توجهی نیست و کمتر از یک‌درصد است. به همین دلیل چندان از بازار جهانی متأثر نمی‌شویم، اما این به معنای بی‌تأثیری نیست.

وی افزود : حدی که چین یا اتحادیه اروپا، به‌ویژه آلمان، از این افزایش تعرفه صادرات فولاد متأثر می‌شود، ایران تأثیر نخواهد پذیرفت.

به گفته او: صادرات فولاد ایران به کشورهای آسیایی و کشورهای مشخصی مانند ایتالیا به‌صورت سنتی است. اینکه این محصول صادراتی به مصرف داخلی آن کشورها می‌رسد یا مجددا صادر می‌شود، تأثر از افزایش تعرفه را به خوبی نشان می‌دهد.

نظر بلند یاد آور شد : صادرات فولاد ایران در این مقام، در قالب مصرف داخلی است که این امر نشان‌دهنده کم‌تأثیری از این جنگ تجاری است. بااین‌حال، نمی‌توان نادیده گرفت که اگر خللی در بازار جهانی به‌وجود بیاید، کم یا بیش، به هر ترتیب، اثر منفی بر بازار داخلی را به‌تبع آن شاهد خواهیم بود.

وی با بیان اینکه آمریکا از بیش از صد کشور جهان، واردات فولاد و محصولات فولادی دارد، افزود: به‌این‌ترتیب، قطعا بیش از صد کشور از این افزایش تعرفه تأثیر خواهند پذیرفت، اما میزان آن متفاوت خواهد بود. در این موضوع، بیش از همه کشورها، چین بیشترین تأثیر را خواهد پذیرفت و در بین اتحادیه اروپا نیز، این آلمان است که آسیب جدی خواهد دید.

او با تأکید بر اینکه مناسباتی که درباره مراودات تجاری وجود دارد، بسیار متفاوت است، ادامه داد: با اینکه چین بیشترین ضرر را در بین کشورهای جهان از این افزایش تعرفه صادرات می‌بیند، اما از آنجاکه صادرات چین به آمریکا ۴/۵ برابر صادرات آمریکا به چین است، بسیار محافظه‌کارانه عمل می‌کند و حرف از تلافی نمی‌زند، زیرا موازنه تجاری این دو کشور در رابطه‌ای کاملا نابرابر (حدود ۳۵۰درصد) به نفع چین است.

در ۱۱ ماه پارسال تولید سنگ آهن در کشور با ثبت رشد ۸/۶درصدی در همسنجی با سال ۹۵ به ۳۱ میلیون و ۳۵۷ هزار و ۴۰۰ تن رسید.

آمارها حاکی است فقط در بهمن ماه پارسال بیش از ۳/۲ میلیون تن از این محصول در کشور تولید شده است.

برپایه این گزارش، در مدت یاد شده ۴۹ میلیون و ۶۹۶ هزار و ۷۰۰ تن سیمان از سوی کارخانجات مختلف سیمان کشور تولید شد؛ اما این آمار در مقایسه با مدت مشابه سال پیش از آن (۵۰ میلیون و ۵۹۱ هزار و ۵۰۰ تن) کاهش ۱/۸ درصدی را نشان می‌دهد.

این گزارش حاکی است؛ تا پایان بهمن ماه ۹۶، یک میلیون و ۲۹۰ هزار و ۴۰۰ تن کنسانتره زغالسنگ در کشور تولید شده است که در مقایسه با مدت مشابه سال ۹۵ رشد ۱۵/۱ درصدی داشته است.

همچنین در مدت یاد شده ۳۴۲ میلیون و ۲۱ هزار مترمربع کاشی در کشور تولید شد که افزایش ۱۷/۳سدرصدی در مقایسه با ۱۱ ماه سال ۹۵ داشت.

منبع: پایگاه جامع اطلاع رسانی صنعت فولاد ایران(فولاد نیوز)- اردیبهشت ۹۷

- تولید آهن اسفنجی تابع چه متغیرهایی است؟

آهن اسفنجی یکی از خوراک‌های کوره‌های قوس الکتریکی برای تولید فولاد است. تولیدکنندگان این محصول محدود به کشورهایی است که از منابع عظیم گاز طبیعی برخوردارند. از آنجایی که این کشورها، بیش از ۹۰ درصد آهن اسفنجی تولیدی خود را در واحدهای احیای مستقیم به فولاد تبدیل می‌کنند، تجارت این محصول، کم و تابع مازاد عرضه و مصرف آن در کشورهای تولیدکننده است.

آهن اسفنجی به‌دلیل خلوص بالای آهن، یکی از مواد اولیه تولید فولاد محسوب می‌شود. این محصول به‌عنوان خوراک کوره‌های قوس الکتریکی و القایی کاربرد دارد و از نظر فنی، رقیب مه می‌برای قراضه آهنی است. از آنجایی که در فرآیند تولید آهن اسفنجی، از گاز طبیعی استفاده می‌شود، تولید این محصول به کشورهایی که دارای ذخایر فراوان گاز طبیعی هستند، محدود است. نکته مهم در رابطه با تولیدکنندگان آهن اسفنجی این است که اغلب این کشورها، در کنار واحدهای تولید آهن اسفنجی، واحدهای فولادسازی نیز تدارک دیده‌اند. از همین رو تجارت این محصول، اغلب، تابع مازاد و کسری عرضه تولیدکنندگانی است که خود مصرف‌کننده آن هم محسوب می‌شوند.

تنها ۹ درصد از آهن اسفنجی تولید شده در جهان، مشمول تجارت جهانی شده

برای بهتر مشخص شدن این موضوع، باید گفت که در طی سال‌های گذشته، به طور میانگین تنها ۹ درصد از آهن اسفنجی تولید شده در جهان، مشمول تجارت جهانی شده است. از همین رو، میزان تجارت این محصول بستگی زیادی به حجم تولید آهن اسفنجی در هر سال و میزان تولید فولاد کشورهای تولیدکننده این محصول دارد.

میانگین حجم تجارت جهانی آهن اسفنجی در بازه زمانی ۹ ساله (۲۰۰۸ تا ۲۰۱۶) در حدود ۶ میلیون و ۶۰۰ هزار تن بوده است. در سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۱۴ تجارت این محصول با افزایش ۲ میلیون تنی همراه بود. به نظر می‌رسد رشد ملاحظه شده در این سال‌ها، موقتی بوده است؛ چرا که در سال‌های بعد (۲۰۱۵ و ۲۰۱۶) حجم تجارت به حدود ۶ میلیون تن کاهش یافته است.

عدم توازن تولید آهن اسفنجی و مصرف آن در تولید فولاد

همان‌طور که گفته شد، تجارت آهن اسفنجی، حاصل عدم توازن تولید آهن اسفنجی و مصرف آن در تولید فولاد به روش قوس الکتریکی در کشورهای تولیدکننده آن است. با افزایش و کاهش تقاضای فولاد در جهان، قیمت این محصول تغییر می‌یابد. این تغییر قیمت، حجم تولید فولاد را در سراسر جهان تحت‌الشعاع قرار می‌دهد. بنابراین عواملی که بر تقاضای جهانی و تولید فولاد اثر دارند، در نهایت با تغییر قیمت فولاد در سراسر جهان، بر حجم تولید فولاد در کشورهای تولیدکننده آهن اسفنجی نیز مؤثرند.

در سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۱۶، سرعت رشد اقتصادی چین کاهش یافت. این امر سبب شد تا تقاضای فولاد و به تبع آن حجم تولید فولاد در این کشور کاهش یابد. کاهش تقاضای بزرگترین مصرف‌کننده فولاد جهان، سبب کاهش قیمت این محصول شد. فولادسازان سراسر جهان نیز همگام با کاهش قیمت، از حجم تولید خود کاستند. به این ترتیب تولید فولاد جهان (هم کوره بلند و هم احیای مستقیم) کاهش یافت.

منبع: پایگاه جامع اطلاع رسانی صنعت فولاد ایران(فولاد نیوز)- اردیبهشت ۹۷

- عدم تغییر تجارت در چند سال

با کاهش قیمت فولاد، تولیدکنندگان آهن اسفنجی که به تولید فولاد نیز می‌پردازند، از حجم تولید فولاد خود کاستند. با کاهش تولید فولاد، نیاز این کشورها برای مصرف آهن اسفنجی کم شد و از همین رو متناسب با میزان مصرف خود، حجم تولید آهن اسفنجی را نیز کاهش دادند. در نتیجه حجم مازاد آهن اسفنجی این تولیدکنندگان کاهش یافت و از حجم تجارت بین‌المللی این محصول کاسته شد. نکته جالب توجه این است که نسبت تجارت به تولید این محصول در سال ۲۰۱۵ و ۲۰۱۶، نسبت به میانگین سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۶، بدون تغییر بوده است.

همان‌طور که گفته شد، تجارت آهن اسفنجی، حاصل عدم توازن تولید آهن اسفنجی و مصرف آن در تولید فولاد به روش قوس الکتریکی در کشورهای تولیدکننده آن است. با افزایش و کاهش تقاضای فولاد در

جهان، قیمت این محصول تغییر می‌یابد. این تغییر قیمت، حجم تولید فولاد را در سراسر جهان تحت‌الشعاع قرار می‌دهد. بنابراین عواملی که بر تقاضای جهانی و تولید فولاد اثر دارند، در نهایت با تغییر قیمت فولاد در سراسر جهان، بر حجم تولید فولاد در کشورهای تولیدکننده آهن اسفنجی نیز مؤثرند.

منبع: پایگاه جامع اطلاع رسانی صنعت فولاد ایران(فولاد نیوز)- اردیبهشت ۹۷

- میزان سنگ آهن برای تولید فولاد در ایران

معاون وزیر صنعت از نیاز ایران به تولید ۱۶۰میلیون تن سنگ‌آهن برای تولید فولاد خبر داد و گفت: ایران ۶۰۰ کیلو طلا تولید کرد.

مهدی کرباسیان گفت: در ایمیدرو شدیدا از عرضه سنگ‌آهن در بورس کالا حمایت می‌کنیم و معتقدیم این اقدام بسیار کار مثبتی است و مزایای متعددی برای صنعت کشور در پی دارد.

معاون وزیر صنعت، معدن و تجارت با بیان این‌که باید پرسید چرا عرضه سنگ‌آهن تا الان اجرایی نشده است، افزود: عرضه سنگ‌آهن در رینگ داخلی بورس کالا باید زودتر از این‌ها به اجرا در می‌آمد و امیدوارم به زودی شاهد عرضه این محصول در رینگ داخلی بورس کالا باشیم.

کرباسیان در خصوص نقش بورس کالا در حمایت از کالای ایرانی نیز تاکید کرد: بورس کالا چند امتیاز مهم در راستای حمایت از تولید و کالای ایرانی ایجاد می‌کند؛ نخستین امتیاز این است که بورس، شفافیت اقتصادی را در کشور افزایش می‌دهد. در بیان دومین مزیت آن نیز باید گفت عرضه کالا در این بازار به نفع تولیدکننده و توامان مصرف‌کننده است، چراکه آن مانع از دلال بازی و واسطه گری‌های مخرب می‌شود؛ سومین مورد نیز ایجاد سلامت رفتار اقتصادی بین تولیدکننده و مصرف‌کننده در بستر بورس کالاست.

رییس هیات عامل ایمیدرو در ادامه به افق ۱۴۰۴ اشاره کرد و گفت: در افق ۱۴۰۴ نزدیک به ۱۶۰ میلیون تن سنگ‌آهن برای تولید فولاد نیاز داریم که این ظرفیت اینک حدود ۷۰ میلیون تن است و باید به بیش از ۲ برابر افزایش یابد.

وی تاکید کرد: نگرانی درباره کمبود سنگ‌آهن مورد نیاز به‌تدریج کمتر می‌شود، زیرا دولت به دنبال حمایت از معادن کوچک و متوسط بوده و کشور از نظر اکتشافات معدنی بکر مانده است.

این مقام مسئول با اشاره به معدن طلای موته یادآوری کرد: با پشتیبانی از معادن کوچک، تولید این معدن از سالانه ۲۰۰ کیلوگرم در سال‌های گذشته به بیش از ۶۰۰ کیلوگرم در سال ۱۳۹۶ افزایش یافت.

در اکتشاف معادن زیرزمینی عقب ماندگی داریم

کرباسیان تصریح کرد: در سال‌های گذشته معدن جزو اولویت‌های اقتصادی کشور نبود اما ایمیدرو برنامه اکتشاف در پهنه‌ای به وسعت ۲۵۰ هزار کیلومتر مربع را کلید زد و ۱۵ محدوده معدنی آن را مشخص کرد که با استقبال بخش خصوصی همراه شده است.

وی گفت: معدن روباز بزرگ برای سنگ‌آهن در کشور پیش‌بینی نمی‌شود و از لحاظ فناوری بخش معادن زیرزمینی در مضیقه هستیم. این‌ها نشان می‌دهد در زمینه اکتشاف این بخش عقب‌ماندگی داریم.

معاون وزیر صنعت، معدن و تجارت به صادرات ۶ میلیون تنی کنسانتره در سال ۱۳۹۶ اشاره کرد و آن را نشان دهنده توجه به مقوله فرآوری برشمرد.

وی همچنین تشکیل کنسرسیوم اکتشافی از سوی شرکت‌های بزرگ معدن و صنایع معدنی کشور را خواستار شد و گفت: دولت از این امر مهم حمایت می‌کند.

کرباسیان ادامه داد: متاسفانه حقوق دولتی معادن در زیرساخت‌های مورد نیاز این حوزه هزینه نمی‌شود، در حالی که توسعه زیرساخت‌ها و تامین ماشین‌آلات معدنی بسیار مهم است.

منبع: پایگاه جامع اطلاع رسانی صنعت فولاد ایران(فولاد نیوز)- اردیبهشت ۹۷

- پیش بینی رشد ۰/۹ درصدی تقاضای فولاد در دنیا

پیش‌بینی‌ها حاکی از آن است که تقاضای فولاد در سال میلادی جاری با رشد ۰/۹ درصدی در دنیا همراه خواهد بود. این افزایش تقاضا منجر به‌افزایش بیشتر قیمت‌ها در مواد اولیه مورد نیاز صنعت فولاد خواهد شد.

ظرفیت اس می‌تولید فولاد در سال ۱۳۹۵ مقدار ۳۰ میلیون تن برآورد شده بود که تنها ۱۸/۵ میلیون تن از این مقدار تبدیل به‌ظرفیت واقعی شد. این امر بدان معنی است که صنعت فولاد کشور نیازمند مواد اولیه برای استفاده از حداکثر ظرفیت است. در این راستا شرکت‌ها و واحدهای تولید کننده مواد اولیه برای فولادسازان نقشی اساسی را برای نزدیک شدن هرچه بیشتر ظرفیت‌های نصب شده (اسمی) به ظرفیت واقعی ایفا می‌کنند. بزرگ‌ترین شرکت‌های خصوصی تولید کننده کنسانتره کشور در سال گذشته (۱۳۹۵) بیش از ۷۳ درصد از کنسانتره را برای واحدها تامین کردند.

طبق آخرین گزارش‌های زمین‌شناسی کشور، میزان ذخایر قطعی سنگ آهن ایران چیزی در حدود ۳ میلیارد تن است. سهم منطقه سیرجان از این میزان ۲۶ درصد بوده و دارای ۶ حوزه معدنی با ذخیره‌ای بیش از ۱۳۰۰ میلیون تن است. منطقه گل‌گهر یک بخش از این ۶ حوزه را در اختیار خود دارد. شایان ذکر است که معدن شماره یک این منطقه بیشترین میزان ذخیره زمین‌شناسی سنگ آن را در دل خود جای داده است و طرح‌های توسعه‌ای فولاد کشور در مسیر تکمیل زنجیره این صنعت گام برداشته است.

منبع: پایگاه جامع اطلاع رسانی صنعت فولاد ایران(فولاد نیوز)- اردیبهشت ۹۷

همایش‌ها و نمایشگاه‌های داخلی در سال ۱۳۹۷		
عنوان	تاریخ	محل برگزاری - شهر
پانزدهمین نمایشگاه بین المللی صنایع فولاد، معادن، فلزی، ریخته‌گری، متالورژی و تجهیزات وابسته	۲۶ تا ۲۹ تیر ماه	تبریز
دهمین نمایشگاه بین المللی متالورژی، فولاد، ریخته‌گری، ماشین آلات و صنایع وابسته	۱۶ تا ۱۹ مرداد ماه	نمایشگاه بین المللی- تهران
دوازدهمین نمایشگاه بین المللی فلزات،فولاد و مواد اولیه متالورژی،قالب سازی، آهنگری و ریخته‌گری،صنایع نسوز	۲۵ تا ۲۸ مرداد ماه	نمایشگاه بین المللی- مشهد
هفتمین کنفرانس و نمایشگاه بین المللی مهندسی مواد و متالوژی (iMAT)	۱۷ تا ۱۹ مهر ماه	تهران
سیزدهمین نمایشگاه بین المللی قطعات خودرو، لوازم و مجموعه های خودرو	۲۱ تا ۲۴ آبان ماه	نمایشگاه بین المللی- تهران
پانزدهمین نمایشگاه بین المللی متالورژی و ماشین کاری، قالب سازی و ریخته گری	۱۱ تا ۱۴ آذر ماه	نمایشگاه بین المللی- تهران
همایش شب NDT	بهمن ماه	تهران
همایش شب ریخته گری	اسفند ماه	تهران
نمایشگاه بین المللی سمپوزیوم فولاد	اسفند ماه	کیش

• اخبار جهان

-پوشش نسوزکوره (Insural) برای ریخته گری آلومینیم

شـــرکت فوسیکو یک سیستم پوشش نسوز جدید را برای کوره های کم فشـــار برای ریخته گری آلومینیم عرضه نموده است. این پوشـــش های نســـوز که بصورت آماده برای نصب ارائه می‌شوند و علاوه بر کاهش مصرف انرژی، طول عمر بالا و مقاومت بسیار بالایی در برابر اکســـید شـــدن دارند. اپراتورها می‌توانند عملیات نصب را در ۶۵ تا ۷۰ ســـاعت کاری انجام دهند (بسته به موقعیت) وبه ابزار ویژه ای نیاز نیست. از آنجاییکه هیچ گچ و یا چسبی مورد استفاده قرارن می‌گیرنـــد، مواد عایق می‌تواند در نصـــب های بعدی مورد استفاده مجدد قرار گیرد. برخلاف پوشش های نسوز سنتی، در این پوشش‌ها ســـینترینگ لازم نیست. فقط لازم است کوره پیش گرم شـــود و در دمای کاری برای ۴۸ ساعت نگه داشته شود. پس از آن کوره آماده بهره برداری می‌باشـــد. با توجه به نصب خشک، شاخص چگالی مورد نیاز می‌تواند بســـیار ســـریع تر از معمول بدست آید. استفاده از مواد (Insural) تشکیل اکسید را بخاطر عدم خاصیت تر شوندگی به حداقل می‌رساند و فرآیند تمیزکاری را آسان می‌کند. تغییـــر آلیاژ کـــوره در هر زمانـــی امکان پذیر می‌باشـــد و تنها به تمیزکاری کوره نیاز است.

پوشـــش (Insural) خواص عایق حرارتـــی خوبی داردبطوریکه تحقیقات نشـــان داده اســـت که یک کوره (Furnace Dosing) با ظرفیت ۶۵۰ کیلوگرم می‌تواند در ۱۱ ساعت به دمای ۷۲۰ درجه سانتیگراد برسد. اندازه گیری مصرف انرژی نشان می‌دهد که میزان انرژی مورد نیاز تا ۱۷ درصد کاهش یافته اســـت. تحقیقات نشـــان داده اســـت که در کوره مذکور با ظرفیـــت ۱۰۵۰ کیلوگرم مصرف انرژی به اندازه ۸۰ کیلو وات در ســـاعت در هـــر روز کاهش یافته اســـت که این امر بخاطر دمای بالای مذاب (۷۸۰ درجه سانتیگراد) می‌باشد.

سیســـتم پوشش نسوز کوره های (Insural) کاملا خشک است. درنتیجه جذب هیدروژن در این پوشـــش نسوز جدید ناچیز بوده و بعد از زمان کوتاهی به دانسیته مورد نظر خود می‌رسد. زمان تعمیر کوره بشـــدت کاهش یافته و از احتمال افزایش آخال‌ها جلوگیری می‌کند. با توجه به رفتار تر نشوندگی ذاتی این سیستم پوشش نسوز، رشـــد اکسید آلومینیم حداقل بوده و تمیز کردن کوره بسیار راحت می‌باشد.

فواید این پوشش‌ها عبارتند از :

- عدم نیاز به سینترینگ
- کاهش قابل توجه مصرف انرژی
- تشکیل اندک اکسید آلومینیم
- بهبود کیفیت مذاب
- کاهش میزان جذب هیدروژن پس از راه اندازی
- بحداقل رساندن زمان تعمیرات
- دستیابی سریع به دانسیته مورد نظر
- تمیز کردن راحت

منبع: اقتباس شده از (Foundry Trade Journal 2017)

- گاز زدایی با روش(SMARTT)

شرکت فوسیکو سیســـتم گاز زدایی (SMARTT) را به عنوان یک فرآیند خلاقانه بـــرای گاز زدایی دوار آلیاژهـــای آلومینیم راه اندازی کرده است. این فرآیند توسط یک نرم افزار کنترل می‌شود و فرآیند گاز زدایی دوار را شـــبیه سازی می‌کند. اپراتور به سادگی میـــزان کیفیت مذاب را تعریف می‌کند و سیســـتم (SMARTT) بهترین عملیات را بر پایه شـــرایط محیطـــی، دمای مذاب، طراحی روتور و ترکیب آلیاژ پیش بینی می‌نماید.

پارامتـــر های عملیـــات به طور خودکار به دســـتگاه گاززدایی منتقل می‌شود. درارتباط با طراحی های روتور، روش (SMARTT) پیشـــگام بوده و به میزان کیفیت قابل قبولی دســـت یافته اســـت. سیستم (SMARTT) سرعت روتور، نرخ جریان گاز و زمان عملیات را تعیین کرده و داده‌ها را قبل از شروع عملیات به واحد گاز زدایی منتقل می‌کند.

دیگر فواید سیستم (SMARTT) عبارتست از :

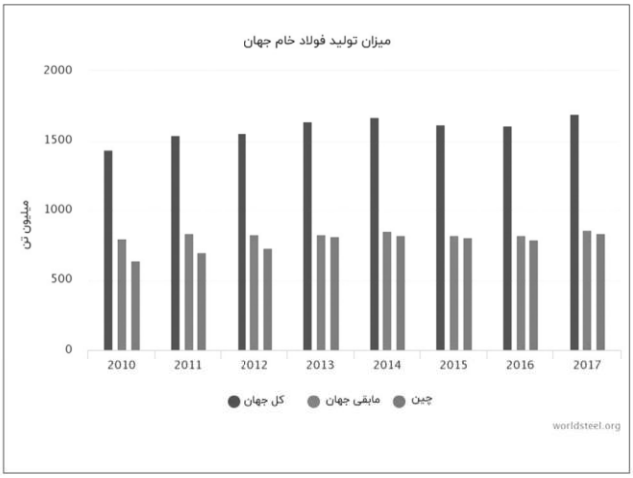
- ثبت و ضبط مداوم شرایط محیط
- ۲۰ برنامه روی نمایشگر اپراتور
- قابل اجرا و مناسب برروی انواع FDU
- گاز زدایی خودکار هیدروژن
- گاز دهی با گاز ترکیبی N2-H2
- ثبت داده های تما می‌عملیات‌ها و پارامترهای آنها

منبع: اقتباس شده از (Foundry Trade Journal 2017)

- افزایش تولید فولاد خام جهان در سال ۲۰۱۷

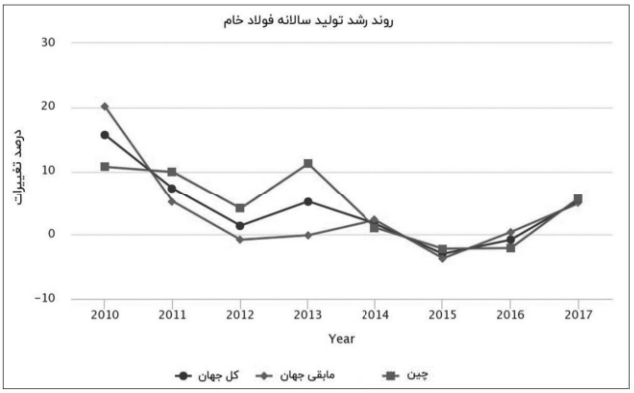
تولیـــد فولاد خام جهانی در ســـال ۲۰۱۷ به میزان ۵/۳ درصد افزایش یافت.

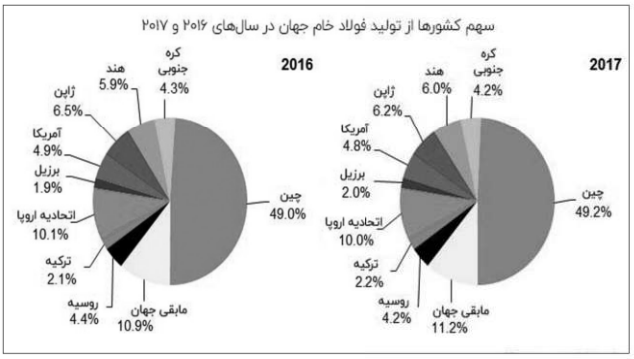
تولیـــد فـــولاد خـــام جهانـــی در ســـال ۲۰۱۷ بـــه ۱۶۹۱/۲ میلیون تن رســـیده اســـت که نســـبت به ســـال ۲۰۱۶ به میزان ۵/۳ درصـــد افزایش یافته اســـت. تولید فـــولاد در تما می‌مناطق در ســـال ۲۰۱۷ به جز در کشـــورهای مستقل مشـــترک‌المنافع، که بـــا پیـــش بینی‌هـــای فعلـــی باقـــی مانـــده اســـت، افزایش یافته است.



تولید سالانه آسیا در سال ۲۰۱۷، ۱۱۶۲/۵ میلیون تن فولاد خام است که نسبت به سال ۲۰۱۶ به میزان ۵/۴ درصد افزایش داشته است. تولید فولاد خام چین در سال ۲۰۱۷ به ۸۳۱/۷ میلیون تن رسید که در سال ۲۰۱۶ به ۵/۷ درصد افزایش یافته است. سهم چین در تولید فولاد خام از ۴۹ درصد در سال ۲۰۱۶ به ۴۹/۲٪ در سال ۲۰۱۷ رسیده است. ژاپن ۱۰۴/۷ میلیون تن در سال ۲۰۱۷تولید کرده است که در مقایسه با سال ۲۰۱۶ به میزان ۰/۱ درصد کاهش یافته است. در سال ۲۰۱۷ تولید فولاد خام ایالات متحده ۱۰۱/۴ میلیون تن بوده که در سال ۲۰۱۶ به ۶/۲ درصد افزایش یافته است.

در سال ۲۰۱۷، اتحادیه اروپا ۱۶۸/۷ میلیون تن فولاد خام تولید کرد که نسبت به سال۲۰۱۶ به ۴/۱ درصد افزایش یافته است. ایتالیا ۲۴۷ میلیون تن در سال ۲۰۱۷ تولید کرد که ۲/۹ درصد در سال ۲۰۱۶ افزایش یافته است. اسپانیا ۱۴/۵ میلیون تن فولاد خام در سال ۲۰۱۷ تولید کرد که میزان ۶/۲٪ در مقایسه با سال ۲۰۱۶ بیشتر بوده است. تولید فولاد خام در شمال امریکا ۱۱۶ میلیون تن بود که ۴/۸ درصد بیشتر از سال ۲۰۱۶ است. ایالات متحده ۸۱/۶ میلیون تن فولاد خام تولید کرد که در سال ۲۰۱۶ میزان ۴ درصد افزایش یافته است. تولید فولاد خام ۲۰۱۷ در کشورهای مستقل مشترک‌المنافع بر اساس برآورد پایگاه خبری (worldsteel)، ۱۰۲/۱ میلیون تن بوده است که معادل تولید سال ۲۰۱۶ می‌باشد. روسیه در سال۲۰۱۷ به میزان ۷۱/۳ میلیون تن فولاد خام تولید کرده است که نسبت به سال ۲۰۱۶ افزایش ۱/۳٪ داشته است. در سال۲۰۱۷ میزان تولید فولاد خام در آمریکای جنوبی ۴۳/۷ میلیون تن بود است که میزان ۸/۷ درصد رشد نشان می‌دهد. در سال ۲۰۱۷ برزیل نیز به میزان ۳۴/۴ میلیون تن تولید فولاد خام داشته است که نسبت به سال ۲۰۱۶ از رشد ۹/۹ درصد برخوردار است

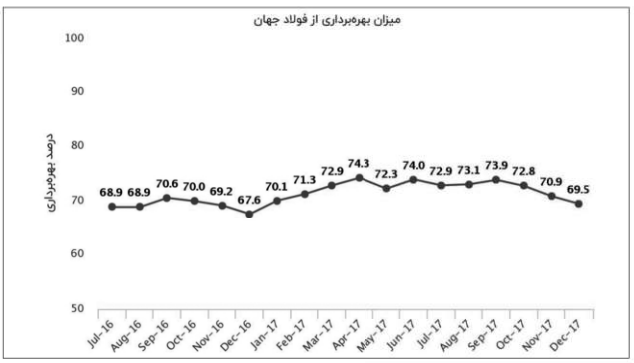




۱۰ کشور برتر تولید کننده فولاد جهان

رتبه	کشور	۲۰۱۷(میلیون تن)	۲۰۱۶(میلیون تن)	٪ ۲۰۱۷/۲۰۱۶
۱	چین	۸۳۱/۷	۷۸۶/۹	۵/۷
۲	ژاپن	۱۰۴/۷	۱۰۴/۸	۰/۱-
۳	هند	۱۰۱/۴	۹۵/۵	۶/۲
۴	آمریکا	۸۱/۶	۷۸/۵	۴/۰
۵	روسیه	۷۱/۳	۷۰/۵	۱/۳
۶	کره جنوبی	۷۱/۱	۶۸/۶	۳/۷
۷	آلمان	۴۳/۶	۴۲/۱	۳/۵
۸	ترکیه	۳۷/۵	۳۳/۲	۱۳/۱
۹	برزیل	۳۴/۴	۳۱/۳	۹/۹
۱۰	ایتالیا	۲۴/۰	۲۳/۴	۲/۹

در دسامبر ۲۰۱۷، تولید فولاد خام جهانی برای ۶۶ کشور به میزان۱۳۸/۱ میلیون تن بود که نسبت به دسامبر ۲۰۱۶ افزایش ۳/۹ درصدی داشته است. نسبت استفاده جهت تولید محصولات فولادی از ظرفیت فولاد خام در ۶۶ کشور در دسامبر ۲۰۱۷ برابر با ۶۹/۵ درصد بوده است که این مقدار ۱/۸ درصد بیشتر از دسامبر ۲۰۱۶ است.



منبع: اقتباس شده از (wordsteel.org)

همایش‌ها و نمایشگاه های خارجی در سال ۲۰۱۸ میلادی		
عنوان	تاریخ	محل برگزاری - کشور
نهمین نمایشگاه بین المللی آلومینیم	۲ تیر ماه ۱۳۹۷	شانگهای- چین
نمایشگاه بین المللی ریخته گری	۵ تا ۹ تیر ماه ۱۳۹۷	دوسلدورف -آلمان
هفتاد و سومین کنگره جهانی ریخته گری	۱ تا ۵ مهر ماه ۱۳۹۷	کراکف- لهستان
نمایشگاه بین المللی آلومینیم	۱۷ تا ۱۹ مهر ماه ۱۳۹۷	دوسلدورف- آلمان

تاثیر پارامترها و مشخصات تیغچه‌های برشی ، در تراشکاری قطعات چدنی بر طول عمر آنها و هزینه های ماشینکاری

ابوطالب جوادی منش
دانشگاه فنی و حرفه ای،دانشکده فنی امام محمد باقر (ع) ساری
javadimanesh@gmail.com

چکیده

امروزه اســـتفاده از تکنولوژی تیغچه های برشـــی تراشکاری ، فضای پیچیده ای را در تنظیم و چیدمان فرآیندها ی ماشینکاری فراهم آورده است که مستقیما در اقتصاد ماشینکاری تاثیر بسزایی دارند. هزینه های تولید در براده برداری ، از مواردی از قبیل داده های براده بـــرداری ،کنترل براده ، بازیافت براده ها و امکان اســـتفاده مجدد در فرآیند ذوب و ریخته گری بـــا کمترین میزان تلفات , تعویض ابزار ، عمرابزار ،جنس قطعه کار ، هزینه های بالا ســـری ، هزینه های آزمایشـــکاهی, تشکیل شده است. درست است که ابزار های برشی حدود ۳٪- ۴٪ هزینه های تولید را در بر میگیرند اما تاثیر زیادی بر روی اقتصاد کلی براده برداری دارند و زمانیکه ابزارهای برشی بطور صحیح بـــکار برونـــد، معمولا منجر به بهبود بطور قابل توجهی در هزینه های تولید مـــی گردند هر چند هزینه های مطلق ابزارتغییر زیا دی نمی کنند اما تاثیرات آن روی ســـایر هزینه های تولید ، هزینه های ابزار را تحت الشـــعاع قرار می دهند. با توجه به اهمیت فوق و گســـتردگی تنوع ابزارها که براساس شکل هندسی وضخامت تیغچه و سایر پارامترها است و همچنین تنوع انواع هولدر (بیش از ۲۰۰۰ مورد) ، در این تحقیق منحصرا انتخاب صحیح و تاثیر هر یک از مشـــخصات ابزار بر بهبود فرآیند ماشـــینکاری و کنترل هزینه ها مورد بررسی قرار گرفته اســـت. برای این کار از یک نوع تیغچه تراشـــکاری لوزی C شکل با زاویه ۸۰ درجه در ماشینکاری کاسه چرخ چدنی از جنس GG ۲۵، اســـتفاده شـــده است. برخی از مشخصات ابزار از قبیل شکل , ابعاد ، شعاع نوک ابزار ، گرید ،شکل و نوع براده شکن در فرآیند ماشینکاری قطعه کاسه چرخ چدنی یک نوع خودروی سواری مورد بررسی قرار گرفته است..

کلمات کلیدی : ابزارهای برشی ، تیغچه ها برشی ، ماشینکاری چدن ها، عمر ابزار, ماشینکاری قطعات ریختگی

Investigation on turning inserts specifications & parameters on the tool life and machining costs of grey cast iron parts

Abootaleb javadi manesh
Faculty of Technical and Vocation University, Emam Mohammad Bagher - Sari

Abstract

Now a days using the turning inserts technology, prepared complicated situation for organize and arrangement of machining processes. That have significant effect on machining economical directly. production cost in the metal removal is concluded in cases such as metal removal data, chip control , toll changing , tool life , work piece , material , extra costs and library costs.

It is obvious that, cutting tools included 3%-4% of the production cost , but they have effected greatly on the total economical metal removal. When cutting tools appropriately applied, usually significantly improve the production cost. Although origin cost of tools doesn't change a lot, but the effect of that on other production cost , influent tools cost variations.

Due to referring important and great variety of tools based on geometric figure , thickness insert , other parameters and variety of tool holder (more than 2000) , in this research only evaluation right selection and effective whichever of tool specification on improvement of machining process and cost control . for this reason use a C-insert with 80o and cast iron-GG25 work piece. Some of tool specifications such as shape and dimension , tool nose radius , grade , chip breaker and so were evaluated on break drum of a passenger car which made from grey cast iron.

Key word: *cutting tools, inserts, machining, tool life, Cast Iron Machining, Brake Drum*

۱- مقدمه

آزمایشات نشـــان می‌دهند که بهترین نتایج برای بهینه سازی هزینه‌های ماشینکاری، هنگام برنامه ریزی تولید از طریق به انجام رساندن برنامه‌ها و رویه‌های پیشنهادی در روش ماشینکاری حاصل شـــده اســـت و اقتصاد براده برداری تا حد زیادی به معنای بهترین استفاده از منابع تولیدی است و اقتصاد حرفه ای بر اساس بازگشت ســـرمایه استوار است و اگر برگشت ســـرمایه و منابع ضعیف باشد، ســـرمایه گذاری جذابی نبوده و ســـرمایه گذاری بـــر روی اینگونه شرکتی، مشکلات اقتصادی آتی را بدنبال خواهد داشت.[۱]

با توجه به اینکه هزینه‌های تولید در براده برداری شامل مواردی از قبیل:

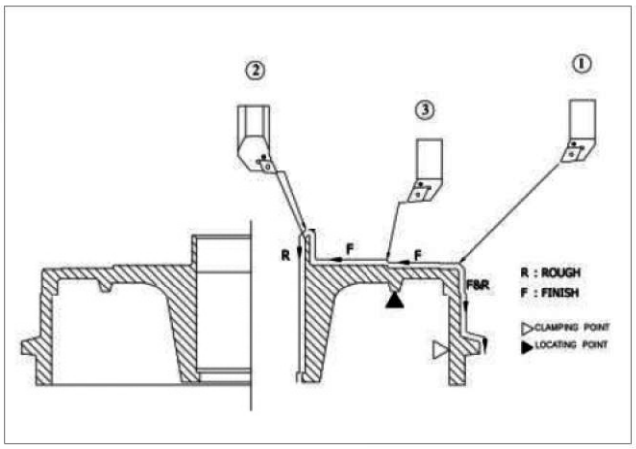
ابزارهای برشـــی، تجهیزات بســـتن ابـــزار (clamping)، ثابت نگهداشـــتن و اندازه گیری، ماشـــین‌های ابزار، جنـــس قطعه کار، هزینه‌هـــای آزمایشـــگاهی و هزینه‌های ســـربار می‌باشـــد بدلیل گســـتردگی موضوع بـــر اســـاس ...، در این تحقیق عملـــی، تاثیر پارامترها و مشخصات یک نوع تیغچه تراشکاری ....CNMG1204 شـــامل شعاع نوک تیغچه، گرید، شکل و نوع براده شکن در فرآیند ماشینکاری کاســـه چرخ خودرو از جنس چدن خاکستری GG25 به منظور مقایسه هزینه‌های تولید مورد بررسی قرار گرفته است.

واضح است که تغییر در هریک از این پارامترها، منجر به تغییرات در پارامترهای ماشـــینکاری (سرعت برشی، سرعت پیشروی و...) شده و در نهایت تغییرات هزینه‌های تولید و جنبه اقتصادی را تحت الشـــعاع قرار می‌دهد. کارایی ابزارهای برشی از دیدگاه اقتصادی از موارد زیر تشکیل شده است .[۱]

عمر ابزار، اطلاعات برشـــی، کنترل براده، تعویض ابزار، فهرست کـــردن ابزارها و..... به هر شـــکل دیگری اگر ابزار برشـــی نتواند از جنبه‌های فوق، موفق نشـــان دهد، هزینه‌هـــای غیر ضروری ایجاد شده و از ظرفیت‌های تولیدی بطور کامل استفاده نخواهد شد. [۷]

با توجه به گستردگی تولید کنندگان و سازندگان انواع ابزارهای براده برداری از قبیل تراشـــکاری، فرزکاری، برقو زنی، قلاویزکاری و..... در ســـطح دنیا و متفاوت بودن کیفیـــت و طول عمر آنها که هدف اصلی نبوده ومنجر به اغتشـــاش در دستیابی به نتایج معتبر و قابل اســـتناد خواهد شـــد لذا در این تحقیق منحصرا از تیغچه تراشـــکاری ...CNMG1204 شرکت Mitsubishi ژاپن در فرآیند ماشـــینکاری قطعات کاسه چرخ خودرو از جنس چدن خاکستری GG25 استفاده شده است. شکل (۱)

تاثیر پارامترها و مشـــخصات متفاوتـــی از تیغچه فوق بر روی مســـیر ثابتی از قطعه با عمق و طول تـــراش ثابت و اطلاعات فنی پارامترهای ماشینکاری استخراج شده از منابع شرکت سازنده مورد نظـــر، مورد ارزیابی قرار گرفته تا مشـــخص گـــردد که تغییر درهر پارامتر چه تاثیری بر روی سرعت و تعداد تولید داشته که منجر به تغییرات اقتصادی قابل توجهی خواهد شد.



شکل۱) مسیر ماشینکاری مورد آزمایش (F) بوسیله هولدر شماره یک

۲- هزینه‌های ماشینکاری

بهینه‌ســـازی عملیات ماشینکاری و تلاش در جهت بهبود زمان مفید ماشینکاری و استفاده موثر از منابع و امکانات، از نیازمندی‌های هرکارگاه ماشـــینکاری است. گاهی برنامه ریزی برای انتخاب بهینه ابزارهای برشـــی و کاهش هزینه ابزار، حمل و نقل و هزینه تعویض مهم تر و تاثیر گذارتر از خود عملیات براده برداری است که رعایت نکات زیر دستیابی به این هدف را مطمئن تر می‌سازد

- استاندارد سازی ادوات وابزارهای براده برداری
- آماده سازی و در دسترس قرار دادن ابزارها به ترتیب مصرف
- ساده سازی وظایف ابزارها و عملیات
- بهینه سازی انبار نگهداری ابزارها
- کاهش زمان تعمیر و سرویس ابزارها
- صرفه جویی اقتصادی در سفارش و خرید ابزار
- حداقل نمودن فهرست موجودی ابزار
- ساده سازی وظایف ابزارها و عملیات

هزینه ابزار و ماشـــین عوامل متغییری هســـتند که هزینه‌های ماشـــینکاری (C) را تشـــکیل می‌دهند بعلاوه هزینه‌های سربار نیز وجود دارند که در مجموع هزینه ساخت یک قطعه در نهایت برآورد میشود.اگرچه می‌توان کمترین هزینه ماشینکاری برای هر قطعه را با سرعت برشی اقتصادی محاســـبه کرد.اما گاهی اوقات لازم است که کار ســـریعتر انجام شوداین سرعت بخشـــیدن همیشه مستلزم هزینه‌های اضافی اســـت اما اگر نرخ تولیدی بالاتری مورد نیاز است می‌توان آن را توجیه کرد و اگر منحنی تعداد قطعات ســـاخته شده در ســـاعت (Pr) در برابر سرعت برشـــی ترسیم گردد، یک منحنی مشـــخص بدســـت می‌آید که بالاترین نقطعه این منحنی نمایانگر بیشترین بهره وری است. [۱]و [۴]

سرعت برشـــی از سرعت اقتصادی بالاتر است و فاصله بین این

دو عددمعرف بیشترین محدوده کارایی (Efficiency) برای عملیات مورد نظر اســت. منحنی‌ها و روابط ریاضــی زیر بیانگر این موضوع هستند.مطابق شکل(۲) و شکل(۳) و [۱] و [۷]

$$Pr=\frac{60\times(1-\frac{tc}{T})}{TP} \quad (۱)$$

$$Te=(\frac{1}{\alpha}-1)(\frac{CT}{Cm}+tc) \quad (۲)$$

$$Tq=(\frac{1}{\alpha}-1)\times tc \quad (۳)$$

Te: عمر اقتصادی ابزار بر حسب دقیقه

Tq: عمر ابزار در حالت حداکثر تولید

α: ضریب معادله سرعت / زمان(شیب منحنی عمر ابزار در برابر سرعت برشی)

Ct: هزینه ابزار به ازاء هر لبه برنده

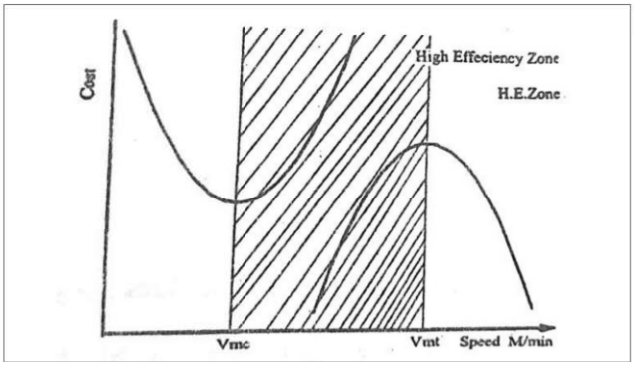
Cm: هزینه‌های سربار (ماشین، پرسنل، و.....) در هر دقیقه

tc: زمان تعویض ابزار برای ابزارهای مورد نظر

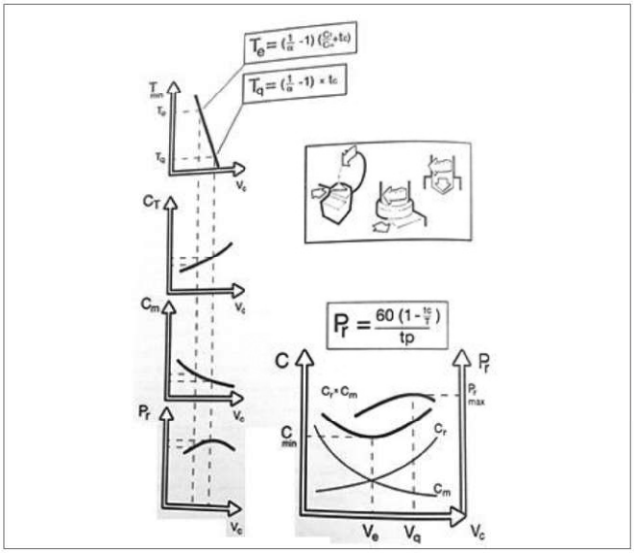
Pr: تعداد قطعات در ساعت

T: عمر ابزار

TP: زمان کلی برای هر قطعه(زمان ماشــینکاری و زمان توقف هر قطعه)



شکل۲) منحنی انتخاب سرعت برشی بر حسب vmc و vmt



شکل ۳) رابطــه بیــن عوامل هزینه ای، هزینه‌های ماشینکاری و بهره وری

۳-طول عمر ابزار

عمر یک لبه برنده بــه از کار افتادن آن لبه به حدی که نتواند وظایــف محوله را به خوبی انجام دهد، گفته می‌شــود. این وظایف ممکن اســت با کیفیت ســطح، دقت ابعادی قطعــه کار، توانایی کنترل براده یا ایجاد ســایش ابزار به حدی کــه دیگر نتوان به آن لبه اعتماد کرد و در نهایت عمر ابزار با از کار افتادگی یا شکســتن لبــه برنده خاتمه می‌یابــد. اما در براده برداری مــدرن، احتیاج به رسیدن این مرحله نبوده و قابلیت پیش بینی عمر ابزار بخصوص در ماشینکاری‌های امروزی که در بسیاری از مواقع بدون حضور اپراتور انجام می‌شود ، امری حیاتی است.[۳]

معمولا معیارها بسته به اینکه عملیات خشن تراشی یا پرداخت باشــد متفاوت اســت زمانی که آخر عمر یک ابزار برشی فرا رسد قبــل از اینکه هرگونه قطعه غیر قابل قبولی تولید بشــود یا از کار افتادگی و صدمه ای اتفاق بیافتد لبه برنده عوض خواهد شــد.آنچه که مهم است این لبه برنده یطور کامل ساییده شود نه اینکه بشکند که تکنولوژی‌های امروزی بیشــتر بر روی کنترل ســایش متمرکز شده اند.هر چند که مبحث سایش و پارامترهای آن نیاز به تحقیق جداگانــه ای دارد اما باید تعریف روشــنی از زمانی که لبه برنده به عنوان یک لبه ساییده شده طبقه بندی می‌شود وجود داشته باشد و زمانیکــه یک لبه برنده نتوانــد پرداخت مورد نظر را ایجاد کند یا قطعــه را در محدوده تلرانس تولید کند نمی تواند برای آن عملیات مشخص، مورد استفاده قرار گیرد.[۱]

آنچه که مســلم است سایش ابزار لزوما در طول زمان روی یک خط مستقیم پیشرفت نمی کند این موضوع در دیاگرام (شکل ۴).بیان شده است که منحنی تغییرات ســایش ابزار (VB) در برابر زمان به صورت یک خط راست نمی باشد.منحنی تقریبا شکل مشخصی برای سایش جانبی ابزار دارد دارد بطوریکه در ابتدا رشد متوسطی داشته وسپس رشد ســریعتری خواهد یافت . شکل تغییرات متفاوت است و بویژه در ســرعت‌های برشی مختلف منحنی‌های مختلفی خواهیم داشت که در دیاگرام پایین (شکل۴) مشخص شده است اگر سرعت برشی پایین باشد، میزان رشد سایش کمتر خواهد بود (منحنی‌های سمت راست شکل) در حالیکه در سرعت‌های بالا این تغییرات بیشتر به یک خط مســتقیم نزدیک می‌شوند (ســمت چپ) در هر صورت هرچه سرعت برشی بالاتر رود میزان سایش سریعتر اتفاق می‌افتد.

قبل از اینکه مقدار معینی ســایش ایجاد گردد لازم است یک تناسب مســتقیم بین زمان و سرعت برشــی پیدا کنیم که رابطه تجربی تیلور : [۷]

$$C=V.T^{\alpha} \quad (۴)$$

این مورد را به خوبی بیان می‌کند.این رابطه دارای دو عدد ثابت C , α اســت که هردو آنها از روی منحنی مربوط، به کمک شــیب خط بدست آورد.

V : سرعت برشی برحسب متر بر دقیقه

T : طول عمر ابزار برحسب دقیقه

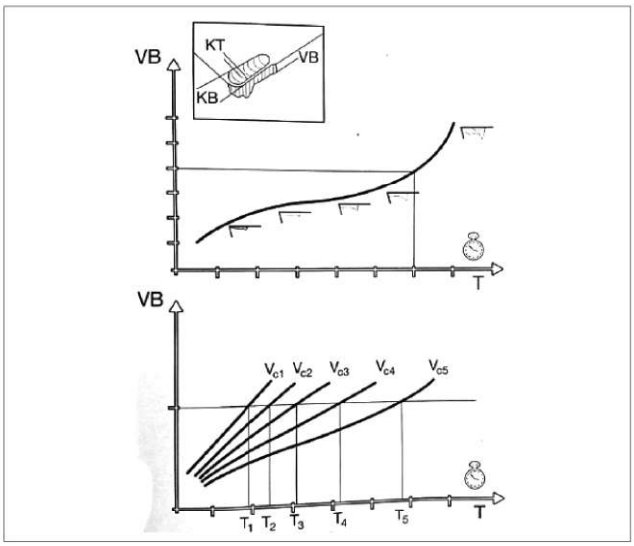
α شیب منحنی است که از tanβ بدست می‌آید و بیشتر به جنس ابزار بستگی دارد

0.1<α<0.15 برای فولاد تندبر

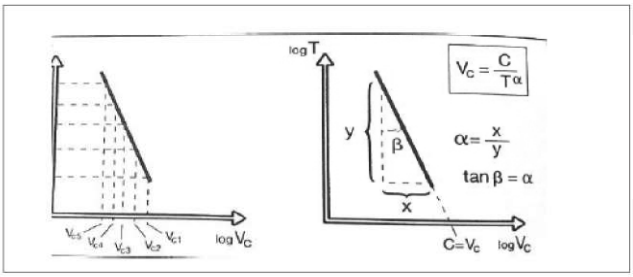
0.2<α<0.4 برای ابزار تنگستن کار باید

0.4<α<0.6 برای ابزارهای سرامیکی

C: ثابت منحنی است که از محل تقاطع امتداد خط با محور Xها بدست می‌آید.یا اینکه بر اساس آزمایشات ماشینکاری با نرخ پیشروی، عمق براده، زاویه براده و جنس قطعه کار معین بدست آمده وبصورت جداول طراحی شده اند[۳] و [۷].مطابق (شکل۵)



شکل۴) گسترش سایش ابزار بر حسب زمان



شکل ۵) منحنی تغییرات سرعت برشی / زمان

۴- تاثیر جنس قطعه کار در فرآیند ماشینکاری

تمامی آزمایش‌ها ومطالعات لازم در این تحقیق در فرآیند ماشیکاری کاسه چرخ خودرو از جنس چدن خاکستری GG25 انجام شده است که درصد عناصر اصلی تشکیل دهنده آن عبارتند از :

C=3.35, si=2.0, mn= 0.68, cr=0.13, p=0.08, s=0.08, cu=0.18, sn=0.08 ,.....

با سختی HB 212-236 می‌باشد.

یکی از مشکلات متداول در ماشینکاری قطعات چدن خاکستری، ایجاد مناطق ناخواسته سخت در لایه نازکی از سطح قطعات می‌باشد که عمر ابزار برشی را به شدت کاهش داده و هزینه‌های ماشینکاری را افزایش می‌دهد. بطور کلی عوامل تاثیر گذار بر خواص مکانیکی چدن‌ها نظیر سختی و استحکام مکانیکی عبارتند از :

ترکیب شیمیایی، ساختمان زمینه و نحوه توزیع کربن، فرآیند انجماد، سرعت انجماد و سرعت سرد شدن پس از انجماد می‌باشد و خواص چدن خاکستری از ابعاد، مقدار و توزیع پولکی‌های گرافیتی و سختی نسبی فلز زمینه در پیرامون گرافیت تاثیر می‌پذیرد. این عوامل را می‌توان با کنترل مقدار کربن وسیلیسیم فلز مذاب و آهنگ سرد شدن قطعه ریخته‌گری تنظیم نمود.

جلوگیری از کاربید زایی در در چدن‌های خاکستری به روش جوانه زایی، از عوامل موثر بر کنترل سختی می‌باشد. لذا تحقیق در خصوص استفاده از مناسب ترین نوع جوانه زا، مقدار بهینه و مناسب ترین نحوه افزودن جوانه زا به مذاب با یک دانه بندی یکسان در سرعت‌های سرد کردن، مانع از تشکیل فاز کارباید در ساختارچدن شده و کمک شایانی در جهت کنترل میزان سختی قطعات خواهد نمود.

شاخص‌هایی از قبیل درصد صحیح عناصر، درجه حرارت بارریزی، زمان بار ریزی، مقدار جوانه زنی پاششی و... همگی در راستای کنترل سختی و خواص مکانیکی چدن می‌باشند مقدار سختی بیش از اندازه قابل قبول، منجر به کاهش شدید طول عمر ابزار، عدم دستیابی به دقت‌های ابعدی و هندسی، توقف تولید، عدم کیفیت پایدار محموله‌های تولید شه و در نهایت افزایش هزینه‌های ماشینکاری خواهد شد.

کلیه قطعات تولید شده در این تحقیق از نظر شاخص‌های کنترلی ریخته‌گری مورد تایید و در دامنه قابل قبول بوده اند

۵- روش تحقیق

همانطور که ذکر گردید بدلیل گستردگی سازندگان ابزارها در دنیا و همچنین تنوع انواع ابزارها با در نظر گرفتن متغیرهایی از قبیل نوع عملیات ماشینکاری، شکل، ابعاد، سیستم بسته شدن روی هولدر و..... (بیش از ۲۰۰۰ نوع) در این تحقیق منحصرا عملکرد ابزار .....CNMG1204 12 از جنس تنگستن کارباید (Coated Carbide- PVD) از شرکت Mitsubishi ژاپن بر روی op10 (اولین مرحله) ماشینکاری قطعه کاسه چرخ خودرویی ریخته‌گری شده ازجنس چدن خاکستری GG25 با سختی HB ۱۸۰-۲۲۰ حالت‌های مختلف وبا توجه به دیاگرام (شکل ۶) از کاتالوگ مورد ارزیابی قرار گرفته است. [۶]

هدف از این تحقیق بررسی اهمیت انتخاب صحیح مشخصات

ابزار شامل شکل براده شکن، شعاع نوک ابزار، گرید ابزار و جنس ابزار بر روی طول عمر و تعداد قطعات تولید شده (هزینه‌های ماشینکاری) در یک فرآیند ماشینکاری با یکسری داده‌های ثابت است.

داده‌ها:

سرعت برشی : 250 m/min (مطابق کاتالوگ عدد فوق بصورت میانگین در همه تیغچه‌های مورد آزمایش صادق است)

- عمق بار (ap) : 2-3mm

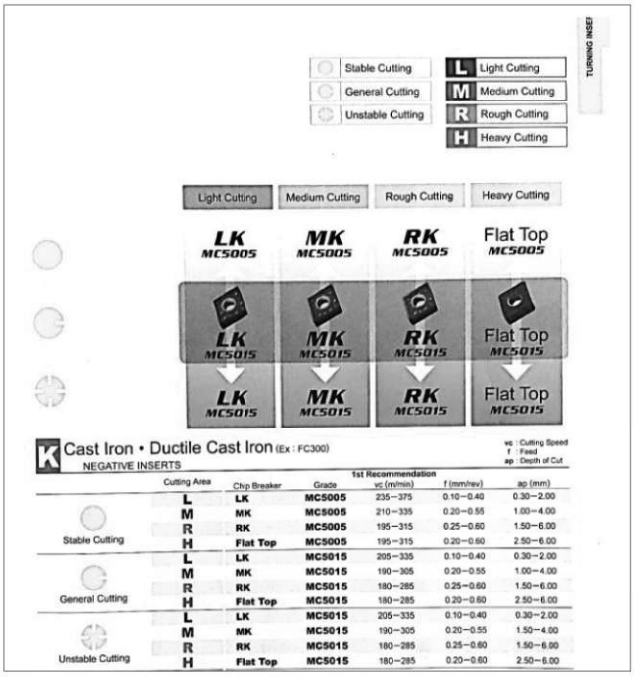
پیشروی (f) : 0.25 mm/rev

نوع عملیات : خشن تراشی (Roughing) با آب صابون روشن

زمان ماشینکاری: با توجه به ثابت بودن پارامترهای ماشینکاری در همه ابزارها sec 58 است

مبنای تعویض ابزار: سایش ابزار (عدم تایید صافی سطح مطابق نقشه و صدای ناهنجار هنگام ماشینکاری)

هزینه ماشینکاری مربوط به کاهش تعداد تولید، زمان توقف به منظور تعویض لبه تیغچه، تعداد قطعات تولید شده نامنطبق می‌باشد سایر هزینه‌ها بررسی نشده است.[۶]



شکل۶) مناسب ترین گرید و براده شکن‌ها برای تراشکاری خارجی انواع چدن‌ها

۵-۱- تاثیر شکل براده شکن (Chip Breaker)

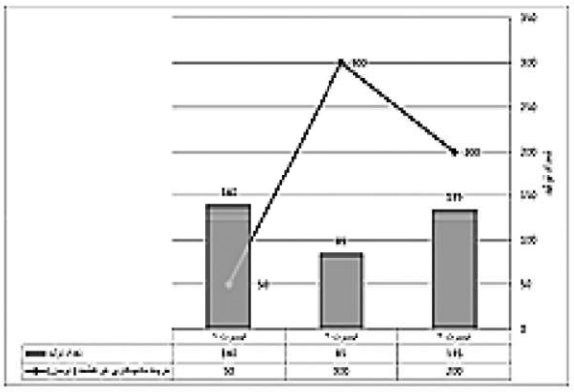
هدف اصلی از ایجاد براده شکن بر روی تیغچه‌ها، کنترل شعاع خمش و هدایت آن، بصورتی که براده در مناسب ترین طول ممکن بشکند و هنگام تشکیل قوس براده، نیروی برشی در آن به تدریج افزایش خواهد یافت و این افزایش خم براده بدلیل تنش بوجود آمده در براده است که سرانجام باعث شکستن ویا پیچیده شدن آن می‌شود[۷]

اگر براده خم طبیعی خود را بدست نیاورد (مثلا ماشینکاری با سرعت بالا) و براده شکن هم وجود نداشته باشد براده بصورت پیوسته تولید شده، که مشکلات متعددی از جمله سایش زود هنگام تیغچه را بدنبال دارد.

ابزارهای زیر که فقط در براده شکن متفاوت هستند مورد آزمایش قرار گرفته اند در صورتیکه بهترین انتخاب (first choice)، ابزار شماره یک می‌باشد.

1-CNMG120412 – RK-MC5015
2-CNMG120412 – LK- MC 5015
3-CNMG120412 – flat top - MC 5015

نتایج زیر حاصل شده است، ملاحظه می‌گردد علی رغم ثابت بودن همه مشخصات در هر سه تیغچه، حتی جنس و پوشش، نوع براده شکن تاثیر چشمگیری داشته است. تیغچه شماره سه تا حدودی عملکردی مشابه تیغچه شماره یک دارد اما از قطعه ۸۰ به بعد سطح ماشینکاری مضر و نامطلوب است. شکل (۷)



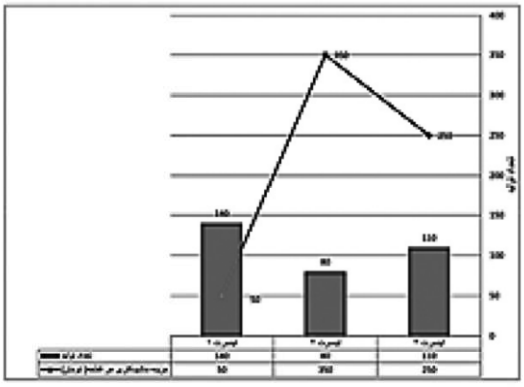
شکل۷) نمودار تاثیر شکل براده شکن بر تعداد قطعات تولیدی و هزینه ماشینکاری

۵-۳- تاثیر شعاع نوک ابزار(Nose Radius)

در این مرحله تیغچه‌هایی با مشخصات یکسان و شعاع نوک ابزار متفاوت آزمایش شده اند . در صورتیکه بهترین انتخاب (first choice)، ابزار شماره یک می‌باشد.

نتایج زیر حاصل شده است ملاحظه می‌گردد علی رغم ثابت بودن همه مشخصات در هر سه تیغچه، حتی جنس و پوشش، اندازه شعاع نوک ابزار تاثیر چشمگیری داشته است. اینسرت شماره سه علی رغم داشتن نوک قویتر بدلیل نفوذ کمتر سایش بیشتری دارد و سطح ماشینکاری مضر و نامطلوب است و قطعات نامنطبق بیشتری تولید می‌کند.ابزار شماره دو بدلیل ضعیف بودن نوک تیغچه، زودتر دچار فرسایش شده است. شکل(۶) و [۵]

1- CNMG120412 – RK- MC 5015
2- CNMG120408 – RK- MC 5015
3- CNMG120416 – RK- MC 5015



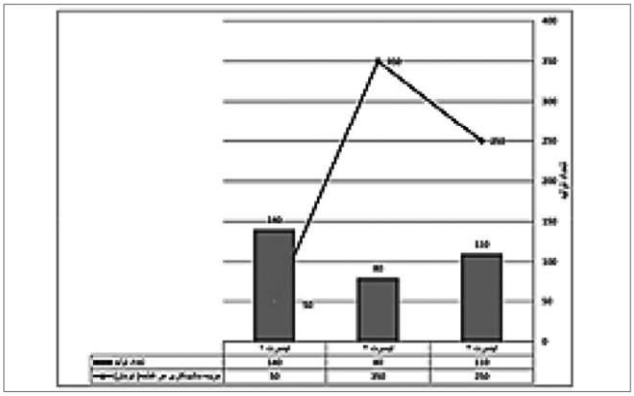
شکل۸) نمودار تاثیر شعاع نوک ابزار بر تعداد قطعات تولیدی و هزینه ماشینکاری

۵-۳- تاثیر جنس وپوشش ابزار (Coated)

در این مرحله تیغچه‌هایی با جنس و پوشش متفاوت که ممکن است برای قطعاتی از جنس انواع فولادها، آلومینیم و... مناسب باشند آزمایش شده اند تا تاثیرعدم انتخاب از نظر جنس را ارزیابی نماییم. در صورتیکه بهترین انتخاب (first choice)، اولین ابزار برای قطعه چدنی مورد آزمایش می‌باشد و ابزارهای دوم و سوم به ترتیب جهت آلیاژها و فولاد ضد زنگ مناسب بوده، اما عمدا بر روی چدن خاکستری با شرایط یکسان آزمایش شده اند .

1- CNMG120412 – RK-MC5015
2- CNMG120412 – RS-MP9015(Ni,Co Based Alloy)
3 - CNMG120412 – RM-MC7025 (Stainless steel)

نتایج زیر حاصل شده است ملاحظه می‌گردد علی رغم ثابت بودن مشخصات وشکل ظاهری در هر سه تیغچه، جنس و نوع پوشش، تاثیر چشمگیری داشته است. تیغچه شماره سه که مناسب گروه فولادهاست در ماشینکاری چدن بدلیل نامناسب بودن سرعت برشی (۱۴۰-۱۸۵) سایش بیشتری دارد و سطح ماشینکاری مضر و نامطلوب است و قطعات نامنطبق بیشتری تولید می‌کند.ابزار شماره دو بدلیل مناسب بودن برای آلیاژهای با پایه نیکل و کبالت و.. وسرعت برشی خیلی پایین (۲۰ – ۷۵) اصلا مناسب گروه چدن‌ها نبوده، خیلی زود دچار فرسایش شده است. شکل(۹)



شکل۹) نمودار تاثیر جنس و پوشش ابزار بر تعداد قطعات تولیدی و هزینه ماشینکاری

۶- نتیجه‌گیری

امروزه انتخاب مناسب ترین ابزار جهت ماشینکاری یک قطعه مشخص با یک دستگاه معین، یکی از شاخص‌های تخصصی در فرآیندهای ماشینکاری می‌باشد.متاسفانه در اکثر بخش‌های ماشینکاری کارخانجات و کارگاه‌های تراشکاری انتخاب ابزار بصورت غیر علمی ومنحصرا با توجه به شکل تیغچه انجام میگردد.امروزه اطلاع کافی از علم ابزار شناسی وسازندگان ابزارهای برشی دنیا و همچنین پارامترها و مشخصات ابزارها ازطریق کاتالوگ‌ها، شبکه‌های اینترنتی، نرم افزارها و... از موارد ضروری انتخاب ابزار در یک فرآیند است و عدم انتخاب صحیح ابزار منجر به افزایش هزینه‌ها، عدم دستیابی به دقت‌های مورد نظر، عدم کیفیت سطوح و.... می گردد.

در این آزمایش مناسب ترین ابزار با اطلاع کامل از مشخصات ابزارها ،برای فرآیند فوق انتخاب گردیده و با متغیر کردن سه مشخصه ابزار، براده برداری هر بار با تیغچه جدید انجام گردیده و عمر ابزار بواسطه سایش آن و کنترل کیفیت سطح و اندازه‌های ابعادی ایجاد شده مورد ارزیابی قرار گرفته که نتایج فوق حاصل شده است.مشاهده میگردد که عدم انتخاب درست هر پارامتر نسبت به بهترین انتخاب (First choice) منجر به انحراف در طول عمرابزار و هزینه‌های ماشینکاری میگردد.

باید مد نظر باشد که انتخاب صحیح ابزار علاوه بر کاهش هزینه‌ها در بخش منحصرا ابزار، موارد زیادی از قبیل زمان ماشینکاری، سرعت‌ها، دقت‌های ابعادی و هندسی، ایمنی و پایداری فرآیند تولید و..... تحت تاثیر قرار می‌دهد که یکی از مهمترین شاخص‌های طراحی فرآیند است که عدم انتخاب درست ابزار می‌تواند خسارت‌های زیادی را به هر کارگاه تراشکاری و ماشین آلات تحمیل نماید.

۷-منابع

1- Modern metal cutting - practical handbook

2- A..E.Bonilla Hernandez, Tomas Beno, Claes Fredriksson , "Eneregy and cost estimation of feature based machining operation on HRSA " ,24th CIRP conferenceon life cycle engineering , pp511-516 ,2017

3- Rosemar B.dasilva , Allison R. machado , " Tool life and wear mechanism in high speed machining Ti-6Al-4v alloy with PCD tools under various coolant pressure" , journal of materials processing technology ,1459-1464 , 2017

4- Sanchit kumar khare ,Sanjay Agarwal ,"Optimization of machining parameters in turning of AISI 4340 steed under Crygonic condition usingTaguchi technique " , 610-614 , 2017

5-jarslava fulemova, zdenek janda , " Influence of the cutting edge radius and the cutting edge preparation on tool life and cutting forces at inserts with wiper geometry" , 24th DAAAM International Symposium on intelligent manufacturing and automation -2013 , 565- 573

6- Mitsubishi Materials , " Turning tools / Rotating Tools / Tooling Solutions" , 2015- 2016

۷- دکتر بهروز آرزو، مهندس سید مصطفی صفوی، "اصول براده برداری"، ۱۳۸۷

سه موضوع مدیریتی و یک دنیا محتوا

مهندس یحیی جافریان
(مرکز پژوهش متالورژی رازی)

چکیده

موضوعات و مفاهیم مدیریتی شـــکل گرفته در طول تاریخ ممکن اســـت ساده به نظر برسند ولی در خود انبوهی از تجربه نهفته دارند. در این نوشتار سه موضوع مدیریتی :

- عادات انسان‌های موفق
- کارکنان سمی
- سپاسگزاری

به صورت فشـــرده ارایه می‌شـــوند. یادگیری، درک و ترویج این موضوعات ساده می‌تواند برای رهبران و مدیران شرکت‌ها بسیار مفید باشد و آنان را در انجام ماموریت و دستیابی به چشم‌انداز و اهداف سازمان یاری رساند.

۱- عادات انسان‌های موفق

عادت عبارت اســـت از رفتار تکرارپذیر که بر اساس کارکرد ذهن ناخودآگاه به صورت مستمر انجام می‌شود. انسان‌های موفق دارای عاداتی هســـتند که تضمین‌کننده پیشرفت و تعالی آن‌ها است.

گزیده‌ای از این عادات عبارتند از :

- سحرخیز هستند.
- بسیار مطالعه می‌کنند، گوش می‌دهند، یاد می‌گیرند و یاد می‌دهند.
- حداقل۱۵ دقیقه در روز با تمرکز فکر می‌کنند.
- ورزش اولویت درجه یک آن‌ها است.
- اوقات خودرا با افراد مثبت‌اندیشـــی سپری می‌کنند؛ که در آن‌ها عشق به کار و زندگی و امید به آینده را تقویت نمایند.
- اهداف مشـــخص دارند و برای دســـتیابی بـــه اهداف خود طرح‌ریزی و برنامه‌ریزی می‌کنند.
- از مصرف سیگار و سایر مواد مخدر اکیدا پرهیز می‌کنند.
- اعتماد به نفس بالا دارند و برای افزایش اعتماد به نفس خود برنامه‌ریزی می‌کنند.
- صبور هستند و احساسات خود را مدیریت می‌کنند.
- خوش‌بین هستند اما خوش‌خیال نیستند.
- بزرگ و بلند مدت فکر می‌کنند.
- ریسک‌پذیر هستند.
- در ارتباطات موثر و انجام گفتمان توانا هستند.
- در مواقع لازم با محیط خود سازگار می‌شوند و انعطاف‌پذیرند.
- زمان خود را به خوبی مدیریت می‌کنند.
- برنامه‌ریزی برای ســـلامتی اولویت درجه یک آن‌ها است و تغذیه سالم و برنامه خواب منظم و پیوسته دارند.
- مشکل را همراه با حل آن می‌بینند.
- سپاسگزاری جز تفکیک‌ناپذیر زندگی آن ها است.
- مســـئولیت احساسات، مسائل و مشکلات زندگی و کار خود را بر عهده می‌گیرند.
- دارای ذهن باز هستند.

۲-کارکنان سمی

در هر ســـازمانی کارکنانـــی وجود دارند که بـــا ویژگی‌ها و رفتارهای ناهنجار خود، بر کارکنان دیگر، تیم‌ها و کل ســـازمان تاثیرات منفی می‌گذارند. این افراد را در منابع مدیریتی "ســـمی " نام‌گـــذاری کرده‌انـــد. نتایـــج پژوهش‌های مختلـــف برخی از ویژگی‌های افراد سمی را به شرح زیر ارایه کرده است :

- به صورت پیوسته در مورد دیگران قضاوت کرده و پشت سر

آن‌ها بدگویی می‌کنند.
- رفتار ناپایدار دارند و دمدمی مزاج هستند.
- عادت به پوزش در قبال اشتباهات خود ندارند.
- در قبال احساسات و عملکردشان مسئولیت‌پذیر نیستند.
- رفتار قلدرانه دارند و از افراد پیرامون خود حمایت نمی‌کنند.
- خود شـــیفته هستند و تمایل دارند افراد از آن‌ها کورکورانه تبعیت کنند.
- دروغگو هستند.
- همیشه خود را قربانی تلقی می‌کنند.
- هرگز از کارهای مثبت دیگران تعریف و تمجید نمی‌کنند.
- اغلب به سخنان دیگران گوش نمی‌دهند.
- با نیش و کنایه و تحقیرآمیز صحبت می‌کنند.
- اشتباهات خود را پذیرا نیستند و آن‌ها را به دیگران نسبت می‌دهند.
- بـــرای خود حد و مرز قائل نیســـتند و اغلب کارشـــکنی و خرابکاری می‌کنند.
- افراد را درموضع دفاعی قرار می‌دهند.
- قوانین و مقررات سازمان را رعایت نمی‌کنند.
- ارزش‌های سازمان را تمسخر کرده و به بازی می‌گیرند.

افراد ســـمی عموما ویژگی دشـــمنی پنهانی را نیز دارند. در صورتی کـــه ویژگی‌هایی از این نوع دارید ســـعی کنید بر آن‌ها چیره شوید و ترک نمایید. همکارانی که تمایل به این نوع رفتارها دارند را آموزش داده و به مســـیر رشد و تعالی هدایت کنید و به آن‌ها گوشزد نمایید که پاسخگویی، مسئولیت‌پذیری، یکپارچگی و گفتمان موثر واکســـن‌هایی موثر برای غلبه بر رفتارهای سمی هستند.

در نهایت هرگز به افراد سمی اعتماد نکنید و آن‌ها را از حلقه ارتباطات خود خارج نمایید.

۳- سپاسگزاری

" هرگـــز اجـــازه ندهید، آرزوهـــا و اهداف محقق نشـــده و چیزهایی را که ندارید، باعث فراموشی داشته‌های ارزشمند شما شود. همیشه و در هر زمان سپاسگزار داشته‌های خود باشید. "

۳-۱- سپاسگزاری (Gratitude) چیست؟

تقویت عادت ســـپاس برای هر پدیده خوبی که در زندگی ما وجود دارد و ســـپاس مستمر و بی‌پایان از این خوبی‌ها چه بزرگ و چه کوچک نظیر :
- داشتن شغل
- داشتن خانواده
- داشتن همسر خوب
- داشتن فرزند خوب
- داشتن محیط کار مناسب
- داشتن همکاران خوب

را سپاسگزاری گویند.

۴- منافع سپاسگزاری چه هستند؟

سپاسگزاری منافع بی‌شمار دارد که برخی از آن‌ها به صورت تیتروار ذکر می‌شوند:
- پیشگیری از افسردگی
- آرامش و خواب خوب
- شادمانی
- مراقبت بیشتر از سلامتی
- سلامت روانی و جسمانی
- خوش‌بینی
- اعتماد به نفس
- کنترل احساسات خود
- ارتباطات بهتر
- دوست داشتنی‌تر شدن
- آینده کاری بهتر
- عمر بیشتر
- افزایش سطح انرژی
- ایجاد احساس خوب
- زیباتر به نظر آمدن
- راهبری و مدیریت بهتر
- تصمیم‌گیری موثر
- دستیابی سریع‌تر به اهداف
- افزایش بهره‌وری و بهبود عملکرد
- تحکیم دوستی‌ها
- تمرکز بر دایره توانمندی‌ها
- دوری جستن از دایره نگرانی‌ها
- مثبت‌اندیشی
- تاثیرگذاری بر دیگران

همیشه سپاسگزار داشته‌هایتان باشید.

پرسش و پاسخ

مقدمه

هدف این بخش از مجله ریخته‌گری، رفع پاره ای از اشکالات فنی و علمی ریخته گران اســت. برای اینکه بتوان این قســمت را بصورت مفید تری عرضه کرد، از کلیه همکاران انتظار میرود ســئوالاتی را که برای آنها مطرح می شود یا پاسخ سئوالاتی را که به تجربه دریافته اند با مســئولین مجله ریخته‌گری در میان گذارند.

■ ســـوال ۱) فولاد های زنگ نزن که بصورت قراضه و عمدتا ورق هســـتند چه کاربردهایی بصورت عناصر آلیاژی در ریخته‌گری دارند؟

□ فولادهای زنگ نزن و مقاوم در مقابل خوردگی، دســته ای از فولادها هســتند که در ۴۵ ساله اخیر به لحاظ تکنیکی و تجاری اهمیت خاص یافته اند. این نوع فولادها در تولید قطعات مورد مصرف در صنایع شیمیایی، تولید نیرو و محیط های مایع یــا مایع – بخار که با درجه حرارت زیر ۳۱۵ درجه ســانتیگراد در تماس هســتند، مورد استفاده قرار می گیرند. آلیاژهای فوق الذکر را برای برخی از کاربردهای خاص که درجه حرارت محیط تا حدود ۶۵۰ درجه سانتیگراد باشد نیز بکار میبرند. این فولادها بصورت ریختگــی در تولید پره توربین های بخار و هیدرولیک، قســمت های مختلف پمپ ها، پروانه ها و قطعات مختلف دیگر بکار گرفته می شوند.

قراضه فولادهای زنگ نزن موجود در ایران اکثرا تکه های ورق فــولاد ۱۸ درصد کروم و ۸ درصد نیکل بوده و بندرت نیز قراضه فولاد ۱۸ درصد کــروم و ۱۴درصد نیکل در بازار، جهت مصرف ریخته گران یافت می شــود. فولاد نوع ۸-۱۸ (۱۸درصد کرم و۸ درصد نیکل) دارای کربن (حداکثــر ۰/۰۳)، منگنز (حداکثر۲)، سیلیســیم (حداکثر۱)، کرم (۱۸ تا ۲۰)، نیــکل (۸ تا ۱۲) می باشــد. این فولاد بنام فولاد 304L در بازار شــناخته شده و نوع ۳۰۴ دارای حداکثــر ۰/۰۸ درصد کربن اســت. نمونه ای از ورق های قراضه فولاد زنگ نزن دارای ۰/۰۲۹ کربن، ۰/۸۷ سیلیسم، ۱/۸۵ منگنز، ۰/۰۲۳ فســفر، ۰/۰۰۳ گوگــرد، ۱۸/۴۴ کرم، ۷/۶ نیکل، ۰/۲۵ مولیبدن، ۰/۱۲ مس می باشد. موارد مصرف این نوع قراضه فولاد در واحدهــای ریخته‌گری ایران را می توان بصورت زیر طبقه بندی نمود:

الف) تولید فولادهای زنگ نزن

مقدار بســیار زیادی از این نوع قراضــه را میتوان در تولید قطعات ریختگی فولادهای ضد زنگ از طریق ذوب در کوره های الکتریکی بکار گرفت. موارد مصرف فولادهای زنگ نزن درصنایع کشاورزی، دریایی، شیمیایی و فرآیندهای صنعتی، صنایع حمل و نقل، غذایی، دارویی، کاغذسازی، نفت و پتروشیمی، هسته ای و فضایی است.

طبیعی اســت تولید فولادهای زنگ نزن یک ضرورت مسلم در صنایــع ایران بوده و لذا ایــن نوع قراضه می تواند ماده اولیه بسیار مناسبی در تولید این نوع فولاد باشد.

ب) تولید فولادهای کم آلیــاژی نظیر فولادهای ۱/۵ درصد نیکل و ۰/۸ درصد کرم، ۳درصد نیکل و۱ درصد کرم.

ج) تولید فولادهای آلیاژی نظیر ۱۳ درصد کرم – ۴ درصد نیــکل، ۱۷درصد کرم – ۲ درصد نیــکل، ۲۵ درصد کرم – ۱۲ درصــد نیــکل، ۲۵ درصد کرم – ۲۰ درصد نیــکل، ۲۰ درصد کــرم – ۴۰ درصــد نیکل، ۱۷ درصد کــرم – ۴ درصد نیکل – ۲/۵ درصد مس و۱۴ درصد کــرم – ۴ درصد نیکل – ۲ درصد مولیبدن – ۲/۵ درصد مس.

د) تولید چدن های مقاوم در مقابل سایش و حرارت شامل چدن های نیکل ســخت حاوی۲درصد کرم – ۱۸ تا ۲۲ درصد نیکل -۷ درصد مس، ۳ درصد کرم – ۱۸ تا ۲۲ درصد نیکل – ۷ درصد مس، ۱/۸ تا ۴/۵ درصد کرم – ۱۸ تا۲۲ درصد نیکل، ۱۲ تــا ۲۵ درصد کرم – ۱ درصد نیکل، ۵/۱ درصد کرم – ۲/۵ تا ۵ درصــد نیکل، ۷ تا۹ درصد کرم – ۵/۵ تا ۶/۵ درصد نیکل، ۳/۰ تــا ۶/۰ درصد کرم – ۱/۵ تا ۴ درصــد نیکل یا ۱/۲ تا ۲ درصد کرم – ۳/۵ تا ۵ درصد نیکل.

مصرف این نــوع قراضه ها در تولید چــدن های مقاوم در مقابل ســایش نظیر زره آسیاب ها و گلوله آسیاب ها برای آلیاژ نیکل ســخت ۱/۵ کــرم – ۲/۵ تا ۵ درصد نیــکل و یا ۷ تا ۹

درصد کرم – ۵/۵ تا ۶/۵ درصد نیکل بسیار زیاد خواهد بود. در حال حاضر قسمت قابل توجهی از گلوله‌های وارداتی مصرفی در صنایع مس از خانواده فوق می باشد.

در سال های اخیر در تولید چدن های سفید مارتنزیتی برای ساخت گلوله های آسیاب استفاده شده که در این آلیاژ از مس بجای نیکل استفاده شده است. مقدار کرم و نیکل باقیمانده در این آلیاژ بگونه ای است که این عناصر را می توان تنها با مصرف قراضه فولاد ۱۸ درصد کرم و ۸ درصد نیکل تامین نمود. چنانچه ۱۵ هزار تن از این نوع چدن در ایران تولید گردد حداقل به ۳۰۰ تا ۴۰۰ تن قراضه فولاد زنگ نزن در سال نیاز می باشد.

اگرچه آماری در مورد میزان نیاز صنایع ریخته‌گری ایران به این نوع قراضه در دست نیست، معهذا می توان پیش بینی کرد که بزرگترین مصرف کننده این نوع قراضه در ایران ریخته‌گری های فولاد زنگ نزن و مقاوم به خوردگی و حرارت هستند که در تولید خود از این نوع قراضه استفاده می نمایند.

■ سوال ۲) آیا می توان از این نوع قراضه فولاد در کارگاه‌های کوچک ریخته‌گری که دارای کوره برقی نیستند استفاده نمود ؟

□ در مورد ذوب و تهیه این نوع فولادها در کوره های غیر برقی و در ریخته‌گری های کوچک می توان گفت که روش های اصولی و اقتصادی در این زمینه وجود ندارد. بهر حال با توجه به آنکه نقطه ذوب این نوع فولاد حدود ۱۴۰۰ درجه سانتیگراد می باشد، لذا در کوره‌های زمینی می توان اقدام به ذوب آن نمود. در تولید این نوع فولاد در کوره زمینی توجه به نکات زیر ضروری است.

الف) کوره را با بوته تا درجه حرارت سرخ شدن، حرارت دهید تا سرعت ذوب قراضه فولاد افزایش یابد .

ب) قراضه ها را در حالی که کاملا بهم فشرده هستند در بوته قرار داده و سعی کنید که ذوب آنها با سرعت هرچه بیشتر انجام گیرد. با توجه به آنکه امکان جذب کربن از بوته به مذاب وجود دارد جداره بوته را با مواد پوششی زیرکنی که در بازار موجود است قبلا پوشش دهید تا از جذب کربن از بوته به مذاب جلوگیری گردد.

بعد از ذوب شدن فولاد، روی سطح مذاب مقداری آهک کاملا خشک (این نوع آهک که در حقیقت اکسید کلسیم است در ایران تولید می شود) ریخته و ادامه ذوب را تحت پوشش این سرباره انجام دهید.

پس از مدتی این سرباره را از روی مذاب گرفته و سرباره نو دیگری را که شامل ۷۵ قسمت آهک، ۲۰ قسمت فلدسپار و ۵ قسمت پودر فروسیلیسیم است را روی مذاب ریخته و حرارت دادن را ادامه دهید . قبل از ریختن مذاب سرباره روی آنرا گرفته و مقدار ۳۰۰ گرم فروتیتانیم برای ۱۰۰ کیلوگرم مذاب به فولاد مذاب اضافه کرده (بداخل مذاب فروبرید) و مذاب را سریعا ریخته‌گری کنید. در بعضی از موارد بجای فروتیتانیم از ۲۰ تا ۵۰ گرم آلومینیم استفاده می کنند. بهرحال این نکته را بایستی بخاطر داشت که استفاده از فروتیتانم به مراتب بهتر از مصرف آلومینیم است. از موارد مصرف قراضه فولاد زنگ نزن در کارگاه های کوچک ریخته‌گری، تولید چدن های خاکستری با استحکام بالا می باشد. در تولید این نوع چدن ها می توان مقدار ۱۰۰ تا ۳۰۰ گرم قراضه فولاد و حدود ۱۰۰ تا ۳۰۰ گرم مس به مذاب چدن اضافه کرد.

■ سوال ۳) فولاد زنگ نزن (نظیر ۳۰۴ AISI) درون قالب ماسه با چسب رزینی فنل فرم آلدیید (ماسه چراغی) ریخته شده است .از فروسیلیسم و آلومینیم برای اکسیژن زدایی مذاب و گازگیری آن استفاده شده است. در قسمت بالای قطعات ریختگی حفره های ریز بوجود آمده است، برای جلوگیری از ایجاد آن چه باید کرد؟

□ برای اکسیژن زدایی علاوه بر فروسیلیسیم و آلومینیم از کلسیم سیلیساید نیز استفاده نمایید. همچنین دقت شود که رزین مصرفی از انواع کم ازت باشد.

■ سوال ۴) مهم ترین منشا مک و سوسه در فولادها چیست؟

□ فولاد ها نیز مانند سایر آلیاژها قابلیت جذب برخی از گازها نظیر هیدروژن، ازت و اکسیژن را دارا می باشند. بنابراین باید گاز های حل شده در مذاب را تا حد امکان کاهش داد، تا درهنگام انجماد ازمیزان حلالیت درفولاد خارج نشده و باعث تشکیل مک و سوسه در فولادها نشود.

واژه نامه

هدف اصلـــی، ارائه تعریف جامع ، کامـــل و علمی هر واژه و یا اصطلاحات اســـت و هدف دوم ارائه پـــر کاربرد ترین و جامع ترین واژه هایی اســـت که پیشنهاد و یا تصویب شده است. از خوانندگان و اعضـــای محترم انجمن تقاضا می شـــود که در ایـــن امر مهم با پیشنهادها و نقدهای خود هیئت تحریریه را یاری دهند.

◄ فلز (Metal)

عنصری شیمیایی اســـت که از یک نوع اتم ساخته شده و باند الکترونی آن نـــه فقط در مدار آخر، بلکه در بخش اعظم ســـاختار اتمی بصورت مشـــترک اســـت که آن را ابر الکترونی می نامند. به دلیل وجود ابر الکترونـــی در حضور میدان الکتریکی تمام الکترون ها واکنش نشـــان می دهند و از این رو فلز مجموعه ای از یک نوع اتم شـــیمیایی است که رســـانا و قابلیت انتقال جریان الکتریکی (و حرارتی) را دارد. علاوه بر آن از دیگر مشـــخصات می توان به نکات تکمیلی زیر اشاره کرد :

- الکترون های مـــواد خارجی عموما ۳ و کمتر اســـت، مگر در موارد استثنا.
- در شرایط عادی انجماد، ساختار آن ها بلوری است.
- در ترکیب شیمیایی یون مثبت آزاد می کنند.

در تعاریف قدیمی به کار پذیری و جوش پذیری فلز نیز اشـــاره شده است که در اکثر موارد صحیح است، ولی جامع نیست. توجه به این نکته نیز ضروری است که به دلیل واکنش پذیری زیاد و شرایط طبیعی، دســـتیابی به فلز با خلوص صد درصد امکان پذیر نیست و در اکثر موارد فلزات موجود و حتی تصفیه شده نیز دارای ناخالصی هایی هستند. فلزدر صنعت به فلز خالص تجاری اطلاق می شود که مجموعه ناخالصی های آن قابل اندازه گیری است.

◄ دوفلزی (Bi-Metal)

اصطلاح نســـبتا جدیدی است که به مجموعه دو لایه ای دو فلز (دو آلیاژ) اتلاق می شود که با روش های مکانیکی (نورد یا پتکاری) ذوبـــی و انفجاری با فصل مشـــترک جزیی اتمـــی و یا بدون فصل مشترک اتمی با هم یکپارچه شده اند. این مواد در انتقال الکتریسته و اســـتحکام و مقاومت بالا، نگهدارنده ها و در هر زمینه ای که دو خواص متفاوت مورد تقاضا باشد، کاربرد یافته اند. در تولید دو فلزی ها علاوه بر میزان چســـبندگی مکانیکی یا متالورژیکی دو ماده در مرز یک دیگر، کنترل فصل مشترک و دامنه آن از عوامل موثر تولید محسوب می شود.

◄ آلیاژ (Alloy)

مجموعه ای از عناصر شیمیایی و با یک فلز اصلی ، بصورت های محلول جامد ، مخلوط ، ترکیب شـــیمیایی ، ترکیب فلزی یا میان فلزی و یا تمامی آن ها اســـت که در حالت کلی مشـــخصات فلزی دارد. ذکر این نکته ضروری اســـت که به دلیل انتقال اتمی، جز در مواد مخلـــوط ، هیچیک از عناصر موثـــر در آلیاژ، خواص فیزیکی، مکانیکی و گاه شیمیایی حالت خالص خود را ندارند .

◄ کمپوزیت – چنساز (Composite)

مجموعـــه ای از دو یا چند ماده با یک زمینه اصلی اســـت که در حالـــت فیزیکی خو بصورت مخلوط حضـــور دارند. این مجموعه در حالیکـــه خواص مکانیکی و یا کاربردی جدیدی از خود نشـــان می‌دهند، در مقیاس های ماکروسکوپی قابل تفکیک و مواد موجود خواص فیزیکی و شـــیمیایی خود را دارند. کمپوزیت ها کاربردهای بســـیار وسیعی در صنایع جدید یافته و بر حسب حضور ماده اصلی به دسته های مختلف تقسیم شده اند که به چند نمونه زیر می‌توان اشاره کرد :

چنسازه های فلزی (Metal Matrix Composites)

چنسازه های سرامیکی (Ceramic Matrix Composites)

چنسازه های بسپاری (Polymer Matrix Composites)

◄ آمیژان (Master Alloy)

مـــواد یا آلیاژهایی پر عیار هســـتند که برای آلیاژ ســـازی و به منظور افزودن عنصر یا عناصر مورد نیاز به مذاب، تولید می شـــوند و کاربرد عمده دیگری از آن ها مورد انتظار نیست. آمیژان در موارد مختلف زیر کاربردهای وسیعی دارد :

- افزودن عناصر دیرگداز به مذاب با دمای کمتر
- افزودن عناصر با فشار بخار بالا

• افزودن عناصر با قابلیت اکسایش بالا
• افزودن عناصر با سرعت انحلال پایین در مذاب
• افزودن عناصر به منظور اکسید زدایی ، جوانه زنی ، کنترل رشد دانه و ...

در تولید آمیژان ها و با توجه به هدف های کاربردی، ویژگی هایی نظیر عیار بالای عنصر دوم یا سوم افزودنی، نقطه ذوب نسبتا پایین، دامنه های انحلالی و ترکیبی به ویژه در مورد جوانه زاها و ریز کننده ها و شکننده بودن در نظر قرار می گیرد.

انواع فروآلیاژها (آهن آمیژها) نظیر فروسیلیسیم ، فرومولیبدن ، فروسیلیکومنیزیم و انواع آمیژان های پر عیار آلومینیم – مس، آلومینیم – سیلیسیم و غیره بخشی از آمیژان های متداول هستند.

◄ آلیاژ ریختگی (Casting Alloy)

آلیاژهایی هستند که بهترین خواص خود را پس از انجماد و حداکثر پس از عملیات حرارتی مورد لزوم پیدا می کنند و به همین دلیل با ساختار ریختگی و یا ساختار ریختگی تفتیده (عملیات حرارتی شده) شناخته می شوند. این آلیاژها عموما کارپذیر نیستند و در صورت انجام کار مکانیکی نیز خواص بهتری پیدا نمی کنند .

◄ آلیاژ کارپذیر–آلیاژ نوردی (Wrought Alloy)

آلیاژهایی هستند که قابلیت پذیرش کار مکانیکی نظیر نورد، پتکاری، کشش و غیره را دارند و با انجام کار مکانیکی (اصولا سرد و در بعضی موارد گرم) ساختار دانه ای آن ها تغییر یافته و خواص بالاتری بر حسب جهات تغییر شکل پیدا می کنند.

◄ ابر آلیاژ (Super Alloy)

آلیاژهایی عموما با استحکام و مقاومت در دمای بالا هستند که عموما بر پایه آهن، نیکل، کبالت و با حضور عناصر دیگر نظیر تنگستن و مولیبدن تولید می شوند. معمولا ابرآلیاژها براساس عنصر پایه نامگذاری می شوند.

• آلیاژ ابر نیکل Nickel based Super Alloy
• آلیاژ ابر کبالت Cobalt based Super Alloy
• آلیاژ ابر کرم Chrome based Super Alloy

◄ مواد مهندسی (Engineering Materials)

در حالیکه مواد نام عامی است برای هر چیزی که بصورت فیزیکی وجود دارد در متالورژی کاربرد واژه مواد (Materials) اختصاص به مواد مهندسی پیدا می کند و در اکثر منابع مترادف با (Engineering Materials) است . مواد مهندسی اعم از فلزی یا غیر فلزی با توجه به بررسی خواص نهایی آن ها در حالت جامد تحت شرایط شکل، ترکیب، ساختار و فرایند مورد مطالعه قرار می گیرند و به همین دلیل از بررسی هایی صرفا شیمیایی جدا شده و در زیر شاخه علم مواد و مهندسی مواد بررسی می شوند .

◄ مواد مهندسانه – مواد فرمهندسی (Engineered Materials)

مجموعه ای از مواد مهندسی هستند که براساس رسوخ علم و فناوری های نوین تولید شده و در حقیقت مواد مهندسی دانش بنیان محسوب می شوند. بسیاری از نوآوری های جدید نظیر مواد نانو، زی مواد و مواد پیشرفته در همین گروه قرار می گیرند. در حقیقت مواد مهندسانه و مواد پیشرفته (Advanced Materials) به نوعی هم معنی هستند و در تولید هر دو رسوخ و نفوذ علم قابل مشاهده است و تفاوت اصلی بر آن است که مواد پیشرفته نسبتا عام تر و مواد مهندسانه عموما در علم و مهندسی مواد مطرح می شوند .

◄ مواد هوشمند (Smart Materials)

نوعی از مواد مهندسی و یا مهندسانه هستند که بسیاری از خواص خود را حفظ می کنند.(مواد حافظه دار) و یا خواص آنها بصورت کنترل شده و در واکنش به تغییرات نور، حرارت و غیره تغییر می کند.

◄ زی مواد (Bio Materials)

گروه بزرگی از مواد مهندسی و آلیاژها هستند که با شرایط زیستی بدن انسان مطابقت پیدا می کنند. (ایمپلنت ها)

◄ چدن (Cast Iron)

آلیاژی است از آهن و کربن و سایر عناصر نظیر سیلیسیم ، منگنز ، فسفر که در ساختار آن شبکه اوتکتیک وجود ندارد. در منابع قدیم و بویژه در مورد نمودار آهن – کربن و با توجه به آغاز تشکیل شبکه اوتکتیک، چدن ها را آلیاژی از آهن و کربن می‌دانستند که کربن آن بیش از ۲درصد باشد. در حالیکه با حضور عناصری نظیر نیکل، کرم، مولیبدن و تغییرات نمودار تعادلی ممکن است حد شبکه اوتکتیک با بیش یا کمتر از ۲ درصد کربن باشد. با این تعریف مشخص می شود که فولادها آلیاژهایی از آهن– کربن و عناصر دیگر هستند که در ساختار آنها شبکه اوتکتیک وجود ندارد.

◄ شمش (Ingot)

اصطلاح عامی است برای کلیه قطعاتی که ناتمام بوده و کاربرد آنها مستلزم کارهای بعدی نظیر ذوب و ریخته گری و یا کار مکانیکی (نورد ، پتکاری و غیره) است. از واژه شمش فقط می توان به ناتمام بودن آن توجه کرد و مشخصه دیگری از آن استنتاج

نمی شود. هر چند از تولید شمش ها بر حسب کاربرد بعدی (ذوبی یا مکانیکی) تمـــام یا برخی از خواص، ترکیب شـــیمیایی، خواص ساختاری، اندازه و شکل، وزن و نظایرآن اهمیت بسیار دارند .

◄ شوشه (Pig)

بـــه کلیه شـــمش هـــای فلزی و آلیـــاژی که بـــه منظور ذوب مجـــدد و کاربرد ریخته گری تولید می شـــوند اطـــلاق می گردد. مهم ترین مشـــخصه شوشـــه ها، ترکیـــب شـــیمیایی و محدوده ناخالصی آنها است.

◄ شمشال (Billet)

قطعـــه ریختگی اســـت که مقطـــع آن با ابعاد تقریبا مســـاوی (مربع، دایره، هشت پروغیره) و از ۲۲۵ سانتیمتر مربع کمتر است. حداقل مقاطع شمشـــال ها حدود ۵x۵ سانتیمتر منظور می گردد.

در مـــورد آلیاژهای غیر آهنی، شمشـــال هـــا از طریق ریخته گری حاصل می‌شـــوند، در حالیکه در فولادها عموما شمشـــال ها از کار مکانیکی بر روی شمشه تولید می شوند. هر چند اخیرا با گسترش ریخته گری مداوم فولاد، شمشال ریزی در فولادها نیز بطور وسیع گسترش یافته است.

◄ تختال (Slab)

شـــمش های حاصل از نورد گرم و یا عملیات ریخته گری را که مقاطع آنها عموما راســـت گوشه مســـتطیل بوده تختال می نامند. مقطع تختال ها از حدود ۱۰۰ سانتیمتر مربع بیشتر است و عرض آنها نســـبت به ضخامت تختال تقریبا زیاد و گاه به ۱۰ تا ۱۲ برابر می رسد. ولی از نظر یک قانونمندی کلی عرض تختال ها حداقل ۲ برابر ضخامت آنها منظور می‌شود.

تقویم آموزشی سال۱۳۹۷ انجمن علمی ریخته گری ایران

ردیف	نام دوره	استاد دوره	تاریخ برگزاری	هزینه برای اعضا (تومان)	هزینه برای غیر اعضا (تومان)
۱	طراحی سیستم راهگاهی وتغذیه گذاری در چدن ها	دکتر عرب	۹۷/۰۴/۳و۲	۴۸۰/۰۰۰	۶۰۰/۰۰۰
۲	ریخته گری تحت فشار روی	دکتر اشوری	۹۷/۰۴/۱۰	۲۴۰/۰۰۰	۳۰۰/۰۰۰
۳	شناسایی و انتخاب فولاد بر اساس کلید فولاد	دکتر میر باقری	۹۷/۰۴/۲۰و۱۹	۴۸۰/۰۰۰	۶۰۰/۰۰۰
۴	بررسی عیوب ریخته گری آهنی به همراه بازدید	دکتر جهان افروز و دکتر عرب	۹۷/۰۵/۱و۰۴/۳۱	۴۸۰/۰۰۰	۶۰۰/۰۰۰
۵	آموزش نرم افزار پروکست	مهندس خاری زاده ومهندس موذنی پور و دکترخلج	۹۷/۰۵/۲۸و۲۱و۱۴و۷	۷۲۰/۰۰۰	۹۰۰/۰۰۰
۶	ریخته گری مداوم (CCM)	مهندس شهبازی	۹۷/۰۵/۲۹	۲۴۰/۰۰۰	۳۰۰/۰۰۰
۷	تست التراسونیک (level1) همراه با گواهینامهASMT	مهندس قائمی	۳ تا ۹۷/۰۶/۷	۸۰۰/۰۰۰	۱/۰۰۰/۰۰۰
۸	تست التراسونیک (level2) همراه با گواهینامهASMT	مهندس قائمی	۹۷/۰۶/۱۴تا۱۰	۸۰۰/۰۰۰	۱/۰۰۰/۰۰۰
۹	ریخته گری به روش دیزاماتیک	دکتر عرب	۹۷/۰۶/۱۸و ۱۷	۴۸۰/۰۰۰	۶۰۰/۰۰۰
۱۰	مباحث کنترل کیفیت	مهندس گوگجه لو	۹۷/۰۶/۲۸و ۲۷	۴۸۰/۰۰۰	۶۰۰/۰۰۰
۱۱	ریخته گری آلیاژهای پایه مس	دکتر حجازی	۹۷/۰۷/۱و ۰۶/۳۱	۴۸۰/۰۰۰	۶۰۰/۰۰۰

"دانشجویان از ۴۰٪ تخفیف ویژه برخوردار خواهند بود"

جهت ثبت نام در دوره لیست با شماره ۰۲۱۸۸۸۲۷۲۰۲ تماس حاصل نمایید

www.irfs.ir

کانال تلگرام: @irfs1359

فرم در خواست اشتراک فصل نامه ریخته گری

نام و نام خانوادگی: نام موسسه / سازمان:

شغل/نوع فعالیت: . . . . . میزان تحصیلات . . . . . .

رشته تحصیلی. . . . . .

استان: . . . . . شهر: . . . . . کدپستی۱۰ رقمی . . . . . .

نشانی کامل پستی . . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

کد پستی . . . . . تلفن تماس . . . . . .

مشترک جدید □ تمدید اشتراک □ شماره اشتراک قبلی: . . . . . تاریخ تکمیل فرم. . . . . .

نوع اشتراک مورد نظر: فصل نامه ریخته گری تعداد نسخه از شماره

شماره حساب: **۰۱۰۶۰۴۲۹۳۹۰۰۴ بانک ملی** (به نام جامعه ریخته گران ایران)

شبا: **IR 960170000000106042939004**

مبلغ واریزشده: **۵۰۰/۰۰۰ ریال- پانصد هزار ریال** شماره فیش بانکی: . . . . . .

تاریخ واریز . . . . . .

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

لطفا فیش واریزی را به شماره تلفن ۸۸۸۲۳۴۹۰ فکس نمایید.

امضای متقاضی:

سخنی با اعضاء

انجمن علمی ریخته گری ایران(جامعه ریخته گران ایران) با نزدیک به ۴ دهه خدمت و فعالیت و ایجاد ارتباط های مستقیم بین صنایع، دانشگاهها و خدمات صنعتی،ترویج و اشاعه علم در صنایع کشور، برای تداوم همکاری ها و تشویق واحدهای صنعتی ریخته گری به عضویت در انجمن، خدماتی را که سال ها انجام داده و ادامه خواهد یافت به شرح زیر اعلام می دارد.

۱- استفاده رایگان از خدمات کتابخانه و ارائه اطلاعات عمومی در صورت تقاضای عضو

۲- تخفیف درج آگهی در نشریه علمی-ترویجی ریخته گری به میزان ۲۵٪

۳- اختصاص ۲ یا ۳ صفحه از نشریه ریخته گری به مشخصات اعضایی که حق عضویت سال قبل خود را پرداخت کرده اند شامل(نام واحد،آدرس و تلفن، ،فعالیت اصلی)

۴- شرکت در مجامع عمومی انجمن با حق رای

۵- شرکت در همایش ها و سمینارهای داخلی و بین المللی (با تخفیف ویژه ۲۵ درصد برای حداکثر ۳ نفر معرفی شده)

۶-شرکت در دوره های آموزشی با تخفیف ۲۰ درصد

۷- ارسال رایگان نشریات انجمن برای اعضاء

راهی که در سال۱۳۵۸ آغاز شده است و اینک به عنوان یک نهاد پایدار در توسعه و ترویج علم در ریخته گری و ارتباط صنعت و دانشگاه محسوب می شود،بیش از پیش به حمایت،هدایت و یاری صنایع ریخته گری کشور نیاز دارد،امید است مدیریت انجمن را در راستای توسعه خدمات علمی و فنی با قبول عضویت و پرداخت حق عضویت سالانه یاری فرمایید.

انجمن علمی ریخته‌گری ایران

اعضاء حقوقی فعال جامعه ریخته گران ایران

- **آلیاژهای نشکن ساز**

تهران ، فلکه دوم صادقیه، بزرگراه اشرفی اصفهانی، نبش گلستان ۱۴ برج نگین رضا ، طبقه ۹ جنوبی ، واحد ۹۰۸ شرکت آلیاژهای نشکن ساز(مواد اولیه ریخته گری)
تلفن: ۴۴۰۳۰۴۶۸-۴۴۰۳۰۴۶۷-۴۴۰۳۰۴۱۱
فاکس: ۴۴۰۳۰۴۶۸

- **ایرالکو**

اراک ، بلوار منابع طبیعی ، شرکت سهامی تولید آلومینیوم ایران (ایرالکو) صندوق پستی ۳۱ ، کدپستی ۸۱۱۶-۳۱۱۸۹ - واحد تحقیقات
تلفن: ۰۸۶۳۲۱۶۲۰۸۰-۸۷
فاکس: ۰۸۶۳۲۱۶۲۰۸۱
تولید شمش آلومینیم

- **ایران رادیاتور**

تهران ، خ طالقانی، چهارراه بهار، شماره ۱۳۴، طبقه دوم شرکت ایران رادیاتور
تلفن: ۸۸۳۰۳۱۰۸
فاکس: ۸۸۸۳۰۵۲۴
تجهیزات ساختمانی

- **ایران غلتک**

کاشان، شهرک صنعتی کویر ،جاده نصر آباد شرکت ایران غلتک
تلفن : ۰۳۱۵ -۵۵۴۸۶۵۳
فاکس: ۰۳۱۵ -۵۵۴۱۴۰۰
غلتکهای صنایع نورد
info@iranghaltakco.com

- **آذر فولاد گداز (آفکو)**

جاده تبریز – مرند شهرک سرمایه گذاری خارجی – قطعه A102 - شرکت آذر فولاد گداز
تلفن : ۰۴۱۳-۲۴۶۶۲۸۴-۸
فاکس : ۰۴۱۳-۲۴۶۶۲۸۹
ریخته گری انواع فولادهای

- **ایران آی ام دی**

تهران، خیابان ملاصدرا، خیابان شیراز شمالی، شماره ۱۸۱، طبقه دوم، شماره۱۲
تلفن: ۸۸۰۳۴۵۲۳-۸۸۰۴۶۳۷۷
فاکس: ۸۸۰۳۶۶۷۴
مواد اولیه ریخته گری

- **بهریز فولادان**

تهران ، فلکه اول تهرانپارس ، خیابان گلبرگ بعد از رشید - پلاک ۷۹، طبقه ۵ شمالی – واحد ۱۶
تلفکس۷۷۷۰۳۱۲۸
فاکس: ۷۷۲۹۹۶۸۵
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
تولید سرسیلندرهای خودروهای پراید- نیسان- پژو

- **پات روشان نیکتا (پاترون)**

تهران- میدان ونک- خیابان ولی عصر- بین شیخ بهایی و شیراز- پلاک ۱۶۲- طبقه چهارم
تلفن: ۸۸۲۱۰۸۹۰
فکس: ۸۸۲۱۰۸۹۰ داخلی ۱۱۰

- **پاژ قطعات خودرو آمیتیس**

خراسان رضوی- چناران- شهرک صنعتی چناران- بلوار صنعت- فاز ۲- میدان خلیج فارس- نوآوری۲- قطعه ۱۱۸۲ و ۱۱۸۳
تلفن: ۰۵۱۴۶۱۸۸۵۵۰-۵
قطعات ایمنی و قطعات هیدرولیک خودرو

- **پاک برنز**

تهران ، بزرگراه نواب ، نرسیده به میدان جمهوری - اول دامپزشکی غربی ، نبش کوچه سلمان فارسی ، پلاک ۲،واحد ۴ ، شرکت پاک برنز
تلفن: ۶۶۳۷۴۹۸۳-۶
فاکس:۶۶۳۷۴۹۸۸
ریخته گری آلیاژهای پایه مس

- **پمپیران**

تبریز، قراملک، شرکت پمپیران
تلفن: ۰۴۱۳۲۸۹۰۲۱۰
فکس:۰۴۱۳۲۸۸۹۵۱۰
دفتر مرکزی:تهران، خیابان ولی عصر،نبش خیابان میرداماد، طبقه اول، برج دو اسکان
تلفن:۸۸۷۸۷۴۱۴
فکس: ۸۸۷۹۸۹۴۲

- **پیشتاز صنعت**

تهران- جاده خاوران- بعد از پلیس راه شریف آباد- شهرک صنعتی عباس آباد- خیابان حاتم راد-ک ۱۴-پ۲۱۲۸
تلفن: ۹-۳۶۴۲۹۰۰۸
تولید کننده کوره های القایی

- **تولیدی پیستون ایران**

تبریز، دیزل آباد، منطقه گروه صنعتی غرب
ص.پ: ۱۶۴/۵۱۸
تلفن: ۶ ـ ۴۴۵۴۳۳۴ ـ ۰۴۱۳
فاکس: ۰۴۱۳-۴۴۷۶۷۴۲+
تولید پیستونهای مختلف

- **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
ساخت پره های داغ توربین گازی

- **تراش فلز آیسا**

دفتر مرکزی: تهران- الهیه- مریم غربی- تقاطع آفریقای شمالی- ساختمان نهاد الهیه- واحد ۴۰۸
تلفن و فکس : ۲۲۰۴۱۷۴۱
کارخانه: تهران- شهرک صنعتی عباس آباد- بلوار ابن سینا- نبش افرا
تولید شیرآلات، لوله، اتصالات تحت فشار آبرسانی، انواع دریچه

- **صنایع ریخته گری پرلیت آسیا**

تهران – ونک – خیابان ملاصدرا – خیابان شیراز جنوبی – کوچه گرمسار غربی نبش کوجه مفتاح ۰پلاک ۵۰
تلفن: ۴۴۹۹۳۴۶۳
فاکس: ۴۴۹۹۳۴۶۲
کارخانه: اتوبان ساوه – شهرک صنعتی کاوه – جنب پمپ بنزین – صنایع ریخته گری پرلیت آسیا
تلفن: ۰۸۶۴۲۳۴۳۱۸۲
فاکس: ۰۸۶۴۲۳۴۳۱۶۴
قطعات خام چدن

- **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: ۰۲۴۳-۲۴۶۲۳۴۰-۴۱
فاکس:
ریخته گری ماشین سازی

- **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
Email : sadrcasting86@yahoo.com
لوله و اتصالات ابرسانی چدنی (خاکستری و نشکن)- انواع دریچه های ضد سرقت داکتیل – انواع ملزومات پارکی و شهری

- **چدن سازان**

اصفهان، منطقه صنعتی جی ، جاده فرودگاه، خ چهارم، شرکت تولیدی چدن سازان
کدپستی : ۸۱۶۵۱۷۷۵۹۱
تلفن:۰۳۱۳ ـ ۵۷۲۰۳۳۰ -۵۷۲۱۳۳۰
فاکس: ۰۳۱۳ ـ ۵۷۲۱۴۴۰
ریخته گری غلتک و قطعات سنگین

- **دانش پرتو نقش جهان**

اصفهان- شهرک صنعتی نجف آباد۲- خیابان ابوریحان بیرونی- فرعی ۱۰-پلاک ۱۲
تلفن: ۰۳۱۴۲۶۹۳۵۲۴-۶
فاکس: ۰۳۱۴۲۶۹۳۵۲۵
تولید قطعات فلزات رنگین

- **دنیای مس کاشان**

تهران ، خیابان وزراء ، کوچه یازدهم ، پلاک ۲۳ ، شرکت تولیدی دنیای مس
تلفن:۸۸۵۵۶۴۷۵-۸۹
فاکس: ۸۸۵۵۶۴۷۴
تولید مفتول و سیم مسی

- **داکتیل**

تهران، میدان توحید ، خیابان ستارخان ، خیابان کوثر دوم، پلاک ۱۵ واحد ۷ ، طبقه چهارم کدپستی: ۱۴۵۷۶۷۶۵۸۴
تلفن: ۶۶۹۲۴۸۰۹-۶۶۹۲۲۹۳۷-۶۶۹۲۵۶۷۳
فاکس: ۶۶۹۲۶۴۰۸
ریخته گری انواع چدنها و فلزات غیر آهنی

- **ذوب آهن البرز غرب**

تهران، خیابان شهید بهشتی – بعد از چهارراه سهروردی – نرسیده به میدان تختی – خیابان کابوسی فر – کوچه آریا وطنی – پلاک ۱۰
کد پستی :۱۵۷۷۸۱۵۷۱۳
تلفن: ۷-۸۸۱۷۰۹۸۳
فاکس: ۸۸۱۷۰۹۶۹
کارخانه : زنجان، ابهر ، کیلومتر ۵ جاده تاکستان ، کوچه جنب کارخانه نخیران، انتهای کوچه
تلفن : ۸-۵۲۸۴۱۲۵-۰۲۴۳
فاکس: ۰۲۴۳-۵۲۸۴۱۲۰
انواع شمش های فولادی

- **ذوب آرای سپاهان**

اصفهان، میدان آزادی - چهارباغ بالا، ساختمان حافظیه، طبقه چهارم، پلاک۱۲ کدپستی۸۱۶۳۹۶۳۷۷۱
تلفن: -۶۶۴۱۲۲۸- ۶۶۳۱۶۴۷-۰۳۱۳-۶۶۱۲۳۶۸
فاکس: ۰۳۱۳-۶۶۴۱۲۲۷
تامین کننده مواد اولیه ریخته گری و فولادسازی

- **رزیتان**

تهران ، بزرگراه آفریقا، بلوار اسفندیار، ساختمان شماره ۵، طبقه سوم
تلفن: ۳۰ ـ ۲۲۰۲۰۵۲۱
فاکس: ۲۲۰۲۰۴۸۶
تولید انواع رزینهای صنعتی

- **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
کارخانه : زنجان، ابهر ، کیلومتر ۵ جاده تاکستان ، کوچه جنب کارخانه نخیران، انتهای کوچه
تلفن : ۸-۵۲۸۴۱۲۵-۰۲۴۳
فاکس: ۰۲۴۳-۵۲۸۴۱۲۰
انواع شمش های فولادی

- **ریخته گری دقیق پولادیر**

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

- **سهند ریخته گر**

کرج- شهرک صنعتی اشتهارد- غزالی شرقی- انتهای دشتستان سوم- نگارستان سوم- قطعه ۴۱۸
تلفن و فکس: ۰۲۶۳۷۷۷۳۴۸۶

- **ساینا فولاد**

گلپایگان – میدان ۱۷ شهریور – خیابان ایت اله گلپایگانی – خیابان شهید احمدی – ساختمان آسوده – طبقه اول – واحد یک
تلفن : ۳۲-۰۳۱۵۷۴۲۴۹۳۰
فاکس: ۰۳۱۵۷۴۵۲۰۴۸
فروسیایس – تامین کننده مواد اولیه ریخته گری و فولاد سازی

- **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 دیگ های بخار چدنی

- **صنایع چدن اصفهان**

نجف آباد ، بعد از پلیس راه، شهرک صنعتی نجف آباد، خیابان اول ، پلاک ۱
کدپستی :۸۵۱۶۹-۵۳۱۶۱
تلفن: ۰۳۱۴۲۴۴۲۵۵۵
فاکس: ۰۳۱۴۲۴۴۲۵۵۹
تولیدکننده قطعات خودروهای سنگین

- **صنایع ذوب شمال**

گرگان، شهرک صنعتی آق قلا
تلفن: ۱۱-۰۱۷۳۴۵۳۳۳۱۰
فاکس: ۰۱۷۳۴۵۳۳۲۵۱
تولید ماشینها و قطعات صنعتی

- **صنایع ریخته گری ایران خودرو**

استان قزوین ، شهرستان تاکستان ، شهرک صنعتی حیدریه ، خیابان دوم شرقی ، صنایع ریخته گری ایران خودرو
تلفن:۰۲۸۳۵۶۸۶۱۱۴-۲۴
فاکس: ۰۲۸۳۵۶۸۶۱۱۰
تولید کاسه چرخ، دیسک چرخ خودرو
دفتر: کیلومتر ۱۴ اتوبان تهران – کرج – پیکان شهر – ساختمان سمند ۴ (ریخته گری چدن)
تلفن: ۴۴۱۸۱۸۴۱
فکس: ۴۴۱۸۱۸۴۷
کدپستی: ۱۴۹۶۷۱۴۱۳۶

- **فارس ریزان مواد**

دفتر : مرزداران -۳۵ متری لاله ،جنب لاله ۹- پلاک ۴۷ ، واحد ۱۲
تلفن : ۴۴۲۵۶۳۲۵
فاکس:۴۴۲۵۵۹۲۷
کارخانه : ساوه ، شهر صنعتی کاوه، بلوار آزادی ، خیابان ۱۷

- **فرادید توربو صنعت**

تهران- خیابان اشرفی اصفهانی- بالاتر از نیایش- کوچه دوم، پلاک ۱۵،واحد ۹
تلفن: ۴۴۸۲۳۴۲۳
فکس: ۴۴۸۵۶۵۸۶
طراحی مهندسی معکوس و تدوین تکنولوژی جدید و تولید پره های توربین گاز و بخار، قطعات ریخته گری دقیق، قطعات ماشین های دوار و بازسازی و جوانسازی پره های کارکرده

- **فرآورده های فولادی گرگان**

گرگان، خ ولیعصر، عدالت ۲۴، ساختمان کاوه، طبقه سوم
تلفن: ۰۱۷۳۲۳۲۰۸۲۴
فاکس: ۲۳۴۳۷۱۸ (۰۱۷۳)
تولید ساچمه های شات بلاست

- **فروسیلیس ایران**

دفتر مرکزی: تهران- خیابان ولی عصر-بالاتر از ظفر-بلوار اسفندیار- پلاک ۵-طبقه چهارم و پنجم
کارخانه: سمنان-کیلومتر ۱۱ جاده سمنان به دامغان مقابل شهرک صنعتی
تلفن: ۹-۲۲۰۱۹۶۰۱
فاکس: ۲۲۰۱۹۶۱۰۰
فروسیلسیم-فروسیلسیم منیزیم-پودر میکرو سیلیکا

- **فولاد بست ایرانیان**

دفتر مرکزی: بازار آهن غرب تهران- بلوک ۱۰ شمالی- پلاک ۴۶۲ و ۴۶۳
تلفن: ۶۶۶۷۱۱۳۷
کارخانه: اتوبان تهران- قم، شهرک صنعتی شمس آباد، بلوار نارنجستان- گلبرگ ۲-پلاک ۱۳
تلفن: ۵۶۲۳۰۹۸۲
تولید کننده بست های فلزی

- **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 – شرکت فولاد ریزان
تلفن: ۶۶۸۰۴۰۲۹ و ۶۶۸۰۵۵۶۵و۶۶۸۱۱۸۰۰
فاکس: ۶۶۸۰۱۱۲۷

- **فولادین ذوب آمل**

آمل ، شهرک صنعتی امامزاده عبدالله ، فاز یک ، شرکت فولادین ذوب آمل
تلفن: ۰۱۱۴۴۲۰۳۲۳۲
فاکس:۰۱۱۴۴۲۰۳۲۳۵
ریخته گری فولاد

- **فولادین ذوب آمل**

آمل ، شهرک صنعتی امامزاده عبدالله ، فاز یک ، شرکت فولادین ذوب آمل
تلفن: ۰۱۱۴۴۲۰۳۲۳۲
فاکس:۰۱۱۴۴۲۰۳۲۳۵
ریخته گری فولاد

- **فولاد مازندران**

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

- **کربور سیلیسیم و اکسید آلومینیم آبادان**

تهران ، یوسف آباد، خیابان ابن سینا، نبش ۲۷، شماره ۱۰۱، طبقه اول
تلفن: ۸۸۷۱۰۶۹۴ -۸۸۷۲۲۶۸۶
فاکس: ۸۸۷۱۶۴۲۵

- **فولاد اخگر اصفهان**

اصفهان، اتوبان ذوب آهن، کیلومتر ۳ جاده سیمان سپاهان ، منطقه اشترجان، خ هفتم، پلاک ۱۴۹
تلفکس:۳- ۰۳۱۳۷۶۰۷۸۵۰
info@akhgarsteel.ir
تولید انواع قطعات فولاد و چدن آلیاژی

- **ماشین سازی اراک**

اراک، کیلومتر ۴ جاده تهران ص.پ ۱۴۸ ، مدیریت متالورژی آقای مهندس راونجی
تلفن: ۹ ـ ۳۱۳۰۰۳۱ ـ ۲۱۷۲۵۰۰-۱/۰۸۶۱
فاکس: ۳۱۳۲۰۵۹ ـ ۰۸۶۳-۳۱۳۹۰۲۳/۰۸۶۳
Email:info@msa.ir
www.msa.ir
فولاد سازی و آهنگری

- **مالیبل سایپا**

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

- **مجتمع صنعتی متال خوزستان**

اهواز، جاده کوت عبدالله، اسلام آباد بعد از نمایندگی ایران خودرو منابی ، مجتمع صنعتی متال خوزستان
تلفن: ۶-۵۵۶۵۰۶۴-۰۶۱۳
فاکس: ۰۶۱۳-۵۵۶۲۰۳۵
طراحی و ساخت تجهیزات پالایشگاهی، حفاری، نفت،گاز،تروشیمی و فولاد

- **میراب**

کیلومتر ۱۰ جاده مخصوص کرج، روبروی بیمه البرز، خیابان شهید عاشری، نبش چهارراه دوم ، پلاک ۲
تلفن: ۸-۴۴۵۴۵۶۵۰
فاکس: ۴۴۵۴۵۶۵۸
تولید کننده انواع شیرآلات صنعتی و تجهیزات مربوطه

- **مرکز پژوهش متالورژی رازی**

کیلومتر ۲۱ جاده مخصوص کرج، جنب پالایشگاه نفت پارس، ورودی سرخه حصار، خ فرنان، پلاک ۸-، صندوق .پستی- ۳۸۶-۱۴۵۱۵
تلفن: ۷۷- ۴۶۸۳۱۵۶۸
فاکس: ۴۶۸۳۱۵۹۷

- **مس سرچشمه**

کرمان، مجتمع مس سرچشمه
تلفن: ۰۳۴۳۰۲۲۲۲-۰۳۴۳۳۰۲۰۰۰
فکس: ۰۳۴۳۰۳۳۳۳-۰۳۴۳۰۵۳۲۳

- **نورد و تولید قطعات فولادی**

کیلومتر ۱۷ جاده قدیم کرج، مقابل مجتمع شهید کلاهدوز، ایستگاه داروگر، مدیریت R&d
تلفن: ۸۸۳۴۹۷۵۵
فاکس: ۸۸۸۲۵۴۳۷
تولیدورق های ساختمانی و آلیاژی و ساخت سازه و تجهیزات فلزی

- **مواد آذین کیمیا**

تهران- یوسف آباد- خیابان اسد آبادی- نبش کوچه چهلم- ساختمان ۲۹۲
تلفن: ۸۸۰۶۳۸۰۴
فاکس:۸۸۰۶۱۴۲۱
فروآلیاژهای مصرفی فولاد از جمله سیلیکو منگنز و فرو منگنز

- **همپای صنعت**

اصفهان، چهار باغ بالا، سی سه پل، مجتمع کوثر، واحد ۷۲۸

تلفن: ۳۱-۰۳۱۳۶۲۰۴۱۲۹
ریخته گری قطعات مسی

- **نوین گداز امین**

تهران، خیابان مطهری، خیابان سرافراز، خیابان دوم، پلاک ۱، طبقه ۵
تلفن: ۸- ۸۸۵۴۰۵۱۳
تولید آلیاژهای آلومینیم

ISSN 1028-3897

Rikhtegary

Journal of Iranian Foundrymen's Society, No.116-36th Year, Winter 2018

Contents:

Fars Rizan Mavad Company Introducing **3**

Simulation of the gating system design on mold filling and temperature distribution in a casting component (A case study) **8**
Amir Moradi, Mehdi Divandari, Seyed Mohamad, Ali Boutorabi

Chemical, mineralogical and morphological properties of steel slag **16**
Hedayat Gholami

Universities introducing **24**

Modernstrategiesformodernizationofthe Germanindustries **34**
Mehrdad Ozve Aminian

Iran & World news **39**

Investigation on turning inserts specifications & parameters on the tool life and machining costs of grey cast iron parts **46**
Abootaleb javadi manesh

Three managerial issues & One world content **52**
Yahya jaferian

Question & Answer **54**

Lexicon **56**