IDCA
انجمن دایکست ایران
HIGH PRESSURE DIE CASTING
ریخته گری تحت فشار
سال چهارم - شماره ۱۹ - زمستان ۱۴۰۱

ریخته گری تحت فشار

سال چهارم، شماره ۱۹، زمستان ۱۴۰۱

وارد کننده فولادهای مهندسی

فولاد

گارانتی کیفیت تمامی محصولات
و مشاوره‌ی متالورژی رایگان

مبتکران
گروه صنعتی

021 67231000

www.MOBTAKERANGROUP.com

عملیات حرارتی

مجری تخصصی‌ترین
خدمات عملیات حرارتی

عملیات حرارتی تحت خلأ

L.K. GROUP HongKong

شرکت L.K. بزرگترین تولید کننده ماشین های ریختگری تحت فشار

شرکت آریا تاج نماینده انحصاری در ایران

تهران : خیابان ولیعصر روبروی پارک ملت خیابان ناهید پلاک ۵۶ طبقه ۵ واحد ۲۵

تلفن : ۱۷-۲۲۶۵۴۴۱۵-۰۲۱

www.lk.world

JUGI

مجموعه جوگی با **امکانات پیشرفته** و **آزمایشگاه مجهز**، آماده ارائه قطعات دایکست با کیفیت بالا و قیمت مناسب می‌باشد

همچنین این شرکت **به پشتوانه تجارب فراوان** و توانایی فنی بالا قادر به ارائه کلیه خدمات از جمله تامین قالب و اجزای آن در محل کارخانه و یا واردات از خارج کشور است

تهران، کیلومتر ۱۲ جاده آبعلی، شهرک صنعتی خرمدشت، بلوار ۳۰ متری، پلاک ۲۳۱

www.jugi.ir jugi.co@gmail.com 77821516 - 77821753

R.Mg.P

شرکت دانش بنیان

مهندسی

رهـــاورد منیـــزیم پارسیـــان

اولین و تنها تولید کننده آلیاژهای منیزیم در ایران

(سهامی خاص)

۰۲۱-۵۵۲۸۴۶۷۴-۶

۰۲۱-۵۵۲۸۴۶۷۷

۰۹۳۰-۱۳۰۰ ۶۹۴

WWW.Rahavard-mg.ir

Rahavardmg.ir

Email:RMGP_CO@yahoo.com

محصولات

انواع آلیاژهای منیزیم به صورت شمش و بیلت

AZ61, AZ63, AZ91, AM60,.....

انواع قطعات آلومینیومی و منیزیمی به روش

Low Pressure Die Casting

جعبه‌های ضدانفجار

پره‌های دمنده

آندهای فداشونده حفاظت کاتدیک

آندهای منیزیمی

آندهای روی

آندهای آلومینیومی

آمیژان های آلومینیوم–منیزیم به صورت شمش و بریکت

Al-Mg 50

Al- Mg 30

پودر منیزیم و آلومینیوم–منیزیم در مش های مختلف

پودر منیزیم خالص

پودر منیزیم - آلومینیوم

بازرگانی آروین تک
ARVIN TEK TRADING

ساخت تجهیزات ریخته گری

- انواع کوره های ذوب و نگهدارنده
- تابلو کنترل کوره
- مخازن پاشش فلاکس پودری
- مخازن روانکاری پلانژر دایکست
- گان اسپری پاشش روانکار (فورج – دایکست)
- پلانژرهای با پوشش لیزر پلاسما
- ترموکوپل با غلاف سیلیکون‌ناتراید–سیلیکون‌کاربید

مواد مصرفی

- روانکارهای‌گرافیتی(گریس–روغن)
- روانکارهای‌پایه‌آب(فورج–دایکست)
- انواع‌فلکس‌های‌سربارگیر و آخال زدا
- قرص‌های‌دگازر
- پوشان‌های‌تخصصی(قالب‌ماسه‌ای–فلزی–ابزارآلات)
- انواع‌بوته‌های‌گرافیتی‌وسیلیکون‌کاربیدی

تلفن تماس : ۰۲۱ – ۴۴ ۱۵ ۸۰ ۲۰
۰۲۱ – ۴۴ ۶۷ ۴۹ ۸۹
۰۲۱ – ۴۴ ۶۷ ۵۹ ۶۳
همراه: ۰۹۳۹ ۱۸۸ ۹۸ ۳۴
WWW.Arvintek.ir
Info@arvintek.ir
Tr.arvin@gmail.com

بسم الله الرحمن الرحیم

ریخته گری تحت فشار

High Pressure Die Casting

شماره ثبت مجوز انتشار
از وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی
۷۷۸۵۶

انجمن دایکست ایران

انجمن دایکست ایران

صاحب امتیاز
انجمن صنفی کارفرمایی ریخته گری تحت فشار

مدیر مسئول:
سیامک فتحی

هیأت تحریریه:
شاهن مارکاریان
مجتبی ستوده فرد
سیامک فتحی

ویراستار:
سیامک فتحی

صفحه‌آرایی و گرافیک:
مهدی لطفی

نشانی: تهران، تهرانپارس، قنات کوثر، بلوار مطهری، کوچه هفتم مرکزی، پلاک ۱، واحد ۱۰

چاپ پیغام امروز

تلفن: ۷۷۰۴۷۰۸۴ تلفکس: ۷۷۰۴۶۰۹۱

انجمن دایکست ایران

ریخته گری تحت فشار

High Pressure Die Casting

سال چهارم، شماره ۱۹، زمستان۱۴۰۱

به کجا می رویم؟ ۲

روی میز ویراستار ۴

معرفی دوره های آموزشی و فعالیت های کمیته آموزش انجمن دایکست ایران ... ۵

تحولات اجتماعی، بحران تامین نیروی انسانی و آینده صنعت دایکست ۷
سیامک فتحی

چرا جریان اتمیزه مذاب برای پر شد قالب نیاز است ؟ ۱۴
مجتبی ستوده فرد

تلفات ناشی از ذوب کردن فلز ۱۷
ترجمه: سیامک فتحی

نسوز در کوره های کارگاه ریخت آلومینیوم(قسمت دوم) ۲۳
ترجمه: سیامک فتحی

به کجا میرویم؟

شاهن مارکاریان

برنامه ریزی و استراتژی جزء ابتدایی ترین اصول مدیریت در هر کسب و کاری به حساب می آید و بدون استراتژی توسعه، کمتر کسی می تواند کسب و کاری موفق را متصور باشد. به عبارت دیگر، برای گسترش و افزایش سهم بازار، شـما نیـاز به برنامه ریزی و اسـتراتژی کوتاه مدت، میان مـدت و بلند مدت دارید که ناشـی از بازخوردهای بازارهای جهانی، رشد اقتصادی، محدودیت‌های منابع و پیش بینی رفتار مشتری خواهد بود.

شـاید تعدد این همه فاکتورهای اثر گذار، تدوین اسـتراتژی برای هر کسب و کاری را در عین سخت بودن، بسیار با ارزش می کند، اما تدوین اسـتراتژی توسـعه در کشـور ما علاوه بر متغیرهای عمومی در کل دنیا دارای متغیر های داخلی و بسیار پیچیده ای می باشد که تقریباً غیرقابل پیش‌بینی نیز هستند، از جمله:

۱- مدیریت نابهنجار زنجیره تامین
۲- قوانین حاکم بر کسب و کارها
۳- رتبه سهولت ایجاد یک کسب و کار
٤- تامین مالی بنگاه های اقتصادی
٥- قوانین مالیاتی
٦- قوانین کار
۷- قوانین تامین اجتماعی
۸- قوانین بهداشت
۹- چالش تامین نیروی انسانی ماهر
۱۰- مهاجرت، آن هم نه فقط نخبگان، بلکه هر کسی که توانایی مهاجرت را دارد
۱۱-دستیابی به ارزش افزوده بیشتر و مطمئن تر از راه هایی غیر از تولید
۱۲-عدم پاسخگویی ادارات و مقام‌های مسئول در برابر ناکارآمدی سیستم های طراحی شده به دست ایشان
۱۳- تحریم های بین المللی
۱٤- قطع ارتباط مراودات بین المللی بانکی
۱٥- قرار گرفتن در لیست سیاه شرکت های خارجی جهت تجارت
۱٦- تورم بالا
۱۷- کاهش سرمایه‌گذاری خارجی
۱۸- مدیریت دستوری اقتصاد
۱۹- تولید محور نبودن اقتصاد
۲۰-رکود
۲۱- کاهش قدرت خرید

۲۲- عدم ارتباط صنعت و دانشگاه
۲۳- دولتی بودن اقتصاد و به طبع آن دولتی بودن صنایع بزرگ و تاثیرگذار
۲٤- تضاد منافع در رده های مدیریتی و تصمیم گیری
۲۵- عدم وجود شفافیت در تصمیم‌گیری‌ها
۲٦- حضور مامورین به جای مسئولین در لایه‌های مختلف تصمیم گیری
۲۷-گسترش فقر و کاهش سطح رفاه جامعه
۲۸-عدم وجود آینده ای روشن برای نسل جوان
۲۹- از دست دادن بازارهای صادراتی حتی بازار کشورهای دوست
۳۰- تغییر مسیر بین المللی لجستیک کالا از ایران به کشورهای همسایه که خواسته و ناخواسته خود باعث آن شدیم

همه و همه، تدوین یک استراتژی نه بلند مدت بلکه شش ماهه را هم در اقتصاد ایران برای کسب و کارها، اگر نگوییم غیرممکن، بسیار دشوار ساخته و در مقابل، همه ما تدوین‌کنندگان زبده استراتژی‌های بقا شده‌ایم تا ببینیم امروز چه می شود؛ فردا خدا کریم است.

به تمام مخاطرات فوق اگر مسئله تخریب محیط زیست، بحران آب، استهلاک زیرساخت‌ها همچون نارسایی برق و گاز به صنایع را که بیافزاییم، چشم انداز روشنی برای صنعت، کشاورزی، بازرگانی و به طبع آنها کسب و کارهای متوسط و کوچک را شاهد نیستیم، این یعنی سقوط طبقه متوسط جامعه که معمولاً بار اصلی رشد و توسعه هر کشوری را به دوش می کشد.

ریل گذاری توسعه اقتصادی کشور از هر طرف که به آن نگاه کنیم اشتباه و خطرناک است، فرق نمی‌کند راننده لوکوموتیو چه کسی باشد؛ با تعویض او مسیر قطار توسعه عوض نخواهد شد. باید مسیر را اصلاح کرد، ریل گذاری را تغییر داد و برای آن باید دیدگاه ها را تغییر و عقلانیت، تجربه و تخصص را جایگزین راهکارهای نادرست نمود.

چه خوشمان بیاید و چه بد، اقتصاد با قطع روابط رشد نمی کند؛ اقتصاد جزیره نمی خواهد، ارتباط می خواهد؛ اقتصاد نیازمند تخصص و تجربه مرتبط است نه تعهد صرف. با پنهان کردن دماسنج اقتصاد کشور، تب آن معالجه نمی شود. برگردیم.

در سال رونق تولید و مهار تورم کاری مهم را باید جامع عمل بپوشانیم.

برگردیم و اشتباهاتمان را قبول کنیم، قبول کنیم انتخاب های مان با خوش بینی اشتباه بوده، اگر نگوییم برای منافع خودمان بوده است. اشتباهاتمان را ثبت کنیم و اجازه تکرار به آنها ندهیم؛ کار را به کاردان آن بسپاریم، حتی اگر افکارش با ما زاویه دارد؛ سرمایه‌های مردمی را در انتخاب های سخت مان با خود همراه کنیم که اگر همراهی مردم نباشد هیچ سیاستگذاری در اجرا توفیق نخواهد داشت. از خود شروع کنیم، از خانواده خود، از مدرسه و دانشگاه و کسب و کارمان؛ بیشتر کار کنیم و تولید ثروت نماییم؛ منافع شخصی را به منافع جمعی ترجیح ندهیم و به این آموزه‌ها باور داشته باشیم - که راه سعادت همه کشورهای مترقی و مرفه از این مسیر گذشته است؛ آموزه ای که سعدی بزرگ هشتصد سال پیش به ما آموخت:

نابرده رنج گنج میسر نمی شود　　مزد آن گرفت جان برادر که کار کرد

مدیر مسئول - سیامک فتحی

درود بر یاران و همراهان گرامی

معمـول آن اسـت کـه در فاصلـه انتشـار دو شـماره از مجله به رویدادهای موثر بر صنعت دایکسـت و یا متاثـر ازآن که در این فاصله روی داده پرداخته می شـود و یا خبر از رویدادهایی داده می شود که مطابق برنامه باید در آینده نزدیک روی دهند.

در مصاحبه ای که در سـال ۱۳۹۹ با جناب آقای مرتضی مرادی مطلق، از بزرگان صنعت دایسـکت ایران، داشتیم - و متن کامل آن در شماره ۱۳ مجله "ریخته گری تحت فشار" چاپ شد - ایشان گفتند که اگر در سـال ۱۳۷۲ از من می پرسـیدید که در قالب سازی چند سال از سـطح اول دنیا عقب هسـتیم، جواب من ۱۵ تا ۲۰ سال بود، ولی اگر امروز (سـال ۱۳۹۹) از من همین سـوال را بپرسید جواب من ۶۰ سال است.

گفتـه های جناب آقای مرادی مطلق تلویحـا بیانگر این حقیقت است که سرعت پیشرفت و تغییر در جهان به شدت بالا رفته است و ما چندان با این سرعت همراه و همگام نبوده ایم.

امروزه سـرعت تغییرات از سال و ماه به دقیقه و ثانیه رسیده است و خبررسـانی در حد سـاعت و دقیقه می طلبد و نه ماه و فصل. حتی پیشـگامان نیز از شـتاب پیشـرفت در هراس افتاده اند. ظاهرا پیش بینی ها نشـان از امکان پذیر بودن عمر جاوید دارند و سـفر به مریخ و سـکونت در آن از تخیل به واقعیت نزدیک شـده است، اما از دیگر سو بشـر نگران است که به دست هوش مصنوعی سـاخته خود اسیر و یا نابود شـود. چندی پیش آقای ایلان ماسک از توسعه هوش مصنوعی ابراز نگرانی کرده بود. کارشناسـانی هم بودند که نگرانی آقای ماسک را در برابر آنچه در واقعیت در حال روی دادن اسـت ناچیز دانسـتند و دولـت های غربی از پیشـگامان در این بخش خواسـتند که با دقت و احتیاط بیشـتری گام بردارند. شـاید پیش بینی های فیلم ترمیناتور خیلی هم دور از واقعیت نبوده است.

در هر حال پیشـرفت و تغییـرات همواره با نگرانـی هایی همراه بـوده تا آنکه حاصل تغییرات در نگاه مردم عادی و پس از آن به جزیی جدایی ناپذیر از زندگی روزمره تبدیل شده اند و بازنده آنانی بودند که به جای تلاش برای تغییر و بهبود، به مقاومت و نفی پرداختند.

تغییراتی بنیادین در جهان در حال اتفاق افتادن اسـت. در اخبار آمده بود که آلمان آخرین نیروگاه های اتمی خود را تعطیل کرد و تولید بـرق از منابع تجدیدپذیر دسـت بالا را در تامین برق این کشـور پیدا کرده است. همچنین در بریتانیا برق حاصل از نیروگاه های بادی سهم اصلی را در تامین برق یافته و سـاخت نیروگاه اتمی بر پایه همجوشی هسـته ای در فرانسـه آغاز شده اسـت. حاصل آنکه به تدریج مصرف سـوخت های فسـیلی برای تولید برق کاهش خواهد یافت و باید دید که تاثیر این تغییرات بر کشـورهایی که فروش نفت منبع اصلی درآمد آنهاست چه خواهد بود.

هوش مصنوعی به سرعت در حال پیشرفت است و یکی از راه حل ها برای مقابله با مشکل بزرگ تامین، آموزش و حفظ نیروی انسانی در آینده نه چندان دور هوش مصنوعی و محصولات آن خواهد بود. چاپ سه بعدی و گسترش انفجاری تولید و فروش خودروهای برقی از دیگر تغییراتی هستند که ممکن است بر صنعت دایکست تاثیرگذار باشند.

کسی چه می داند؟! شاید هم بحران های زیست محیطی و تغییر شـکل زندگی انسان ها اساسـا نیاز به خودروهای شخصی را تا حدود زیادی کاهش دهد.

در هر حال، سـناریوهای مختلفی پیش روی آینده بشـر اسـت و در گذشـته هم دیده شـده که بروز ناگهانی یک پدیده یا تکنولوژی یا ایدئولـوژی ناگهان همه پیش بینی ها و سـناریوها را بر باد می دهد و مسیر جدیدی پیش روی بشر باز می شود.

اما آنچه از دست ما بر می آید تلاش در جهت پیش بینی درست و دسـت یافتن به سناریویی با شانس وقوع بالاست تا بتوان بر آن اساس در مسیر درست حرکت و سرمایه گذاری کرد.

مجله "ریخته گری تحت فشـار" همگام با انجمن دایکست ایران، تـلاش دارد در حـد بضاعت خود و در همکاری و مشـارکت با دسـت انـدرکاران و فعالان ایـن صنعت و افراد آگاه در زمینه های یاد شـده، علاوه بر چاپ مقالات مرتبط با تکنولوژی های روز صنعت دایکسـت، رویکردهای جهانی را نیز به آگاهی همکاران گرامی برسـاند. از این رو چنانچـه همکاران گرامی در زمینه هایی نظیر محیط زیسـت، انرژی، هـوش مصنوعی، چاپ سـه بعدی و خودروهای برقی و موارد مشـابه نظرات و پیشنهادات و یا مقالاتی دارند می توانند برای بررسی و چاپ به دبیرخانه انجمن دایکست ایران ارسال فرمایند.

معرفی دوره های آموزشی و فعالیت های کمیته آموزش انجمن دایکست ایران

بـه منظور معرفی دوره های آموزشـی و فعالیت های کمیته آموزش انجمن دایکست ایران و نیز، هم اندیشی با صنعتگران و دایکست کاران محدوده شرق تهران و شهرک صنعتی عباس آباد، روز چهارشنبه مورخ ۱۴۰۱/۱۱/۲۶، جلسه ای در محل سـالن همایش شهرک صنعتی عباس آباد برگزار شد.

جلسـه سـاعت ۱۰:۳۰ آغاز شـد و در ابتـدا، آقای مهندس شـاهن مارکاریان، نایب رییس انجمن و مسئول کمیته آموزش، ضمن خوشامدگویی به مهمانان، گزارشی از پیشـینه و فعالیـت های صـورت گرفته توسـط کمیته آموزش ارایـه نمودنـد و در رابطه با تاثیر آمـوزش نیروی انسانی بر توسعه و بهبود مستمر سازمان ها مطالبی ارایه و بر توسعه آگاهی تاکید داشتند.

سپس، آقای مهندس حمید اسـحاقی، عضو هیات مدیره انجمن و از بانیان برگزاری این جلسه، ضمن تشکر از حضور مدعوین، ایشـان را به بهره گیـری از امکانات و دوره های آموزشـی ارایه شـده توسـط انجمن دایکست ایران دعوت نمودند.

سر فصل دوره های آموزشی انجمن دایکست ایران

فرآیند	قالب
☐ اپراتوری سطح یک ☐ اپراتوری سطح دو ☐ اپراتوری سطح سه ☐ تخلخل های انقباضی ☐ تخلخل های گازی ☐ حل آماری مسائل دایکست ☐ عیوب دایکست ☐ دایکست به روش تحت خلاء ☐ تولید قطعات یکپارچه به روش نوین در دایکست ☐ روان کارهای دایکست ☐ کنترل فرآیند در دایکست ☐ روان سازهای دایکست ☐ مدیریت هزینه در واحد های دایکست	☐ طراحی سیستم راهگاهی قالب ☐ انتخاب ماشین مناسب برای قالب با روش PQ2 ☐ تعمیر و نگهداری قالب های دایکست ☐ روش نگهداری و افزایش عمر قالب های دایکست ☐ طراحی قالب های دایکست ☐ فولادهای مخصوص و نحوه عملیات حرارتی آن ها در قالب های دایکست ☐ کنترل و طراحی حرارتی قالب های دایکست ☐ فولادهای قالب و عملیات حرارتی مربوط به آن در قالب های دایکست ☐ آموزش solidworks برای طراحی قالب دایکست ☐ طراحی سیستم راهگاهی هات چمبر ☐ طراحی اولیه قالب
دستگاه	**کوره و مواد اولیه**
☐ سیستم های ماشین دایکست ☐ تعمیرات مکانیکی در ماشین های دایکست ☐ سیستم تزریق در ماشین دایکست ☐ هیدرولیک مقدماتی ☐ هیدرولیک پیشرفته ☐ هرآنچه که باید از دستگاه دایکست بدانید	☐ ذوب مواد و جا به جایی ☐ سرباره در آلومینیوم ☐ آشنایی با کوره های صنعتی ویژه صنعت دایکست ☐ آشنایی با آلیاژهای ریختگی آلومینیوم

در ادامـه، مدرسـین و همـکاران کمیتـه آموزش به معرفی دوره های آموزشی که توسط ایشان ارایه می شود پرداختنـد و به برخی از دسـتاوردهای ناشـی از آموزش های ارایه شـده اشاره داشتند. مدرسین به ترتیب حضور در جایـگاه عبـارت بودنـد از آقایان مهندسـان مجتبی سـتوده فرد، سـیامک فتحی، حسـن اکبـری و علیرضا تسبیحگو که لیست دوره هایی که توسط ایشان ارایه می شود در ادامه آمده است.

پیام ریاسـت انجمن دایکسـت، آقای سـید محمد آیتـی توسـط آقای فتحـی به اطـلاع حاضرین رسـید. ایشان ضمن تاکید بر لزوم رشد جمعی صنعت دایکست، حمایـت اکید خـود را از فعالیت های آموزشـی و کمیته آموزش اعلام نمودند و بهره وری از دوره ها و فعالیت های آموزشی را از اهداف اصلی انجمن دانستند، به نحوی که اعلام داشـتند انجمن حاضر به جبران خسـارت واحدها در صورت عدم رضایت از دوره های آموزشـی ارایه شـده می باشد. همچنین آمادگی برای برگزاری دوره های ارایه شده در واحدهای درخواست کننده نیز وجود دارد.

این جلسه در نهایت پس از پرسش و پاسخ در ساعت ۱۲:۳۰ پایان یافت.

تحولات اجتماعی، بحران تامین نیروی انسانی و آینده صنعت دایکست

سیامک فتحی

پیشگفتار

بحث در مـورد جذب، آموزش و حفظ نیروی انسـانی موضوع یکی از آخرین جلسـات برگزار شـده در رابطه با صنعت دایکسـت در بستر Club House بود. در ادامه تلاش شـده تا با استناد به گفتگوهای صورت گرفته در جلسـه مذکور و سایر منابع، جمع بندی در رابطه با بحث صورت گرفته ارایه شود.

در سـال های اخیر، جذب، آموزش و حفظ نیروی انسانی به مشکلی بزرگ در صنعت ایران تبدیل شـده اسـت. علیرغم رشـد جمعیت، ارتقای بهداشـت و سـطح زندگی، افزایش امید به زندگی و رشد مصرف سرانه که جملگی منجر به رشـد تقاضا و به تبع آن رشـد تولید و عرضه شده اند، اما تمایـل جوانـان به حضور در جبهـه صنعت و تولید کاهش یافته و بیشـتر ترجیح می دهند که از راه های آسان تر و در زمانی کوتاه تر به منافع مالی بزرگتری دست یابند.

عوامـل مختلفی در بروز این پدیده در ایران - و شـاید در جهان - موثر بـوده انـد. از جمله آنها ورود نسـل معروف به نسـل زد به بازار کار، رشـد ارتباطات و سـطح آگاهی، رشـد تحصیلات دانشـگاهی و مدرک گرایی، ضعـف در آموزش هـای فنی و حرفه ای و عدم اقبـال نوجوانان و خانواده ها به چنین مراکز و آموزش هایی، توسـعه کسـب و کار در فضای مجازی، دشـواری فیزیکی کار در محیط های صنعتی، اقبال جوانان به مشاغلی با سطح استقلال بالاتر نسبت به محیط های صنعتی، چشم انداز نامطمئن نسـبت به آینده و میل به مهاجرت، تک یا دو فرزندی بودن و کوچک شدن خانواده ها را می توان نام برد. همچنین سـطح پایین حقوق و دستمزد در ایـران را می توان از دیگـر دلایل عدم اقبال جوانان به اشـتغال در محیط های صنعتی دانست.

البته، شـاید بتوان در میان برخی تهدیدهای فوق، فرصت هایی را نیز تشـخیص داد و برای مقابله با چالش رو به گسـترش موضوع این مقاله از همین فرصت ها استفاده نمود. رشد سطح تحصیلات، امکان دسترسی به نیروی کار با کیفیت ذهنی بالاتری را فراهم می کند که به جای بهره گیری از قابلیت های فیزیکی ایشان می توان از توان ذهنی و هوش آنها بهره برد و نیز، حضور گسترده تر دختران و بانوان در فضای کسب و کار نیز در بهبود شرایط می تواند موثر باشد.

تعاریف

آزادکار (Freelancer): یک نفر، بدون اینکه به یک سـازمان یا کسـب و کار و شـرکت مشخص متعهد شـود، فعالیت حرفه‌ای و تخصصی خود را بـرای مجموعه‌های مختلف انجام می‌دهد و بسـته به نیـاز و پروژه‌های در دسترس، کارفرمای خود را تغییر می‌دهد.

مقدمه

صنعت دایکسـت در ایـران، علیرغم آنکه در ۳۰ سـال اخیر خود را به جایگاه قابل قبولی رسـانده و از نظر کمی و کیفی رشـد نسـبتا مناسبی داشته، ولی نتوانسته خود را از چنبره بازار محدود داخل رها کند و به رغم پتانسـیل های موجود در داخل و نیاز گسـترده در خارج از کشور، اتصال به بازارهای جهانی رخ نداده اسـت. پایین بودن تیراژ تولید قطعات و عدم الـزام تولید کننده به سـطوح بالای کیفی و تحویل بـه موقع از طرف بازار مانع از توسـعه شایسته این صنعت شده است. همچنین عدم وجود چشم انداز روشـن برای آینده، سرمایه گزاران را با تردیدهای جدی برای سرمایه گـذاری بر روی ماشـین آلات جدید و به روز روبرو نموده اسـت و همچون بسیاری از صنایع دیگر، نرخ استهلاک از نرخ سرمایه گذاری پیشی گرفته

▼جدول ۱- میانگین سنی* جمعیت کشور بر حسب جنس از سال ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۵

شرح	۱۳۳۵	۱۳۴۵	۱۳۵۵	۱۳۶۵	۱۳۷۰	۱۳۷۵	۱۳۸۵	۱۳۹۰	۱۳۹۵
مرد و زن	۲۳,۷	۲۲,۲	۲۲,۴	۲۱,۷	۲۱,۶	۲۴,۰۳	۲۷,۹۹	۲۹,۸	۳۱,۱
مرد	۲۴	۲۲,۴	۲۲,۶	۲۱,۹	۲۱,۹	۲۴,۱۵	۲۸	۲۹,۷	۳۰,۹
زن	۲۳,۵	۲۲,۰	۲۲,۲	۲۱,۶	۲۱,۳	۲۳,۹	۲۷,۹۸	۳۰,۰	۳۱,۳

ماخذ: سرشماری های عمومی نفوس و مسکن ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۵ و آمارگیری جاری جمعیت ۱۳۷۰

* **میانگین سنی:** متوسط سن افراد یک جامعه است و از تقسیم کردن مجموعه حاصل ضرب های هریک از سنین منفرد در فراوانی افراد در آن سن به کل جمعیت حاصل می شود.

▼جدول ۲ - شاخص نسبت سالخوردگی جمعیت* کل کشور به تفکیک نقاط شهری و روستایی از سال ۱۳۴۵

شرح	۱۳۴۵	۱۳۵۵	۱۳۶۵	۱۳۷۰	۱۳۷۵	۱۳۸۵	۱۳۹۰	۱۳۹۵
جمع	۱۴,۱۷	۱۱,۸	۱۱,۹	۱۲,۹۲	۱۶,۸	۲۹	۳۵,۱	۳۸,۶
نقاط شهری	۱۳,۸۷	۱۲,۱۸	۱۲,۱	۱۲,۶۲	۱۶,۳	۲۸,۷	۳۵,۴	۳۹,۴
نقاط روستایی	۱۴,۳۵	۱۱,۵۱	۱۱,۸	۱۳,۲۷	۱۷,۴	۲۹,۵	۳۴,۴	۳۶,۶

ماخذ: سرشماری های عمومی نفوس و مسکن ۱۳۴۵ الی ۱۳۹۵

* **نسبت سالخوردگی جمعیت:** این نسبت حاصل تقسیم جمعیت ۶۰ ساله و بیشتر به جمعیت زیر ۱۵ سال است.

▼جدول ۳- نسبت جوانی جمعیت کل کشور (شاخص ورتهایم) به تفکیک نقاط شهری و روستایی از سال ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۵

شرح	۱۳۳۵	۱۳۴۵	۱۳۵۵	۱۳۶۵	۱۳۷۰	۱۳۷۵	۱۳۸۵	۱۳۹۰	۱۳۹۵
کل	۴۲,۱۷	۴۶,۰۹	۴۴,۵۳	۴۵,۴۵	۴۴,۲۹	۳۹,۵۱	۲۵,۱	۲۳,۴	۲۴,۰
نقاط شهری	۴۰,۲۵	۴۴,۱	۴۰,۹۸	۴۲,۸۳	۴۲,۲۹	۳۷,۵۵	۲۳,۷	۲۲,۳	۲۳,۰
نقاط روستایی	۴۳,۰۶	۴۷,۳	۴۷,۶۸	۴۸,۵۷	۴۶,۹۲	۴۲,۵۸	۲۸,۱	۲۶,۱	۲۶,۹

ماخذ: سرشماری های عمومی نفوس و مسکن ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۵ و آمارگیری جاری جمعیت ۱۳۷۰* نسبت سالخوردگی جمعیت: این نسبت حاصل تقسیم نسبت **جوانی جمعیت:** میزان جوانی جمعیت را با نسبت ورتهایم می سنجند. نماد ریاضی این رابطه در زیر امده است. به جمعیتی که رابطه مزبور در آن صدق کند جمعیت جوان گفته می شود.

رابطه ورتهایم: $\sum_{0}^{14} P \geq 40\% \sum_{0}^{\infty} P$

است. این بی ثباتی در بازار و پیروی افراط گونه و ناگزیر فضای تولید از فضای سیاسی کشور منجر به ناپایداری و بروز نوسانات شدید در عوامل اقتصادی موثر بر بازار، از جمله عرضه و تقاضا شده و جذب و تعدیل مداوم نیروی انسانی مانع از ثبات و توانمندسازی نیروی انسانی و سازمان می گردد.

در ادامه، تلاش شده تا عوامل موثر بر بروز بحران در جذب و حفظ نیروی انسانی در صنعت به شکل عام و صنعت دایکست به شکل خاص بررسی شوند. ذکر این نکته لازم است که مطالب ارایه شده از دیدگاه جامعه شناسی متخصص نبوده و صرفا تلاش شده تا گفتگوهای صورت گرفته در جلسه ای در فضای مجازی جمع بندی و ارایه گردد.

جمعیت

نرخ زاد و ولد در ایران پس از ثبات کشور بعد از جنگ جهانی دوم و کاهش مشکلات داخلی کشور و بهبود شرایط اقتصادی و بهداشتی، از سال ۱۳۳۵ روند صعودی داشته و تا دهه ۵۰ به اوج خود رسیده است که نتیجه آن را می توان در کاهش میانگین سنی کشور تا اوایل دهه ۷۰ دید (جدول ۱). البته کاهش نرخ مرگ و میر کودکان و نوزادان نیز به این روند کمک کرده است. اما، کاهش نرخ زاد و ولد از اواسط دهه ۵۰ به بعد نتیجه خود را از اواسط دهه ۷۰ بروز داده و نه تنها میانگین سنی کشور از اواسط این دهه افزایش یافته، بلکه شاخص سالخوردگی نیز روند صعودی پیدا کرده و از ۱۶٫۸ در اواسط دهه ۷۰ به ۳۸٫۶ در اواسط دهه ۹۰ رسیده است (جدول ۲). متاسفانه دسترسی به آمار روز برای نگارنده وجود نداشت و احتمالا این روند تا سال ۱۴۰۲ همچنان ادامه داشته است. نسبت جوانی کشور (جدول ۳) هم روند کاهش رشد جمعیت و دسترسی دشوار به نیروی کار جوان را تایید می کند. این روند در نقاط روستایی اندکی کندتر است.

داده های فوق نشان از آن دارند که نیروی کار کشور در حال پیر شدن است و دسترسی به نیروی جوان برای جایگزین کردن ایشان روز به روز دشوارتر می شود. در بخش های بعد خواهیم دید که کاهش دسترسی به نیروی انسانی جوان با تغییر نگرش در نسل های جدید و عدم تمایل ایشان به ورود به عرصه های دشواری همچون صنعت دایکست همراه شده است.

علیرغم کاهش رشـد جمعیت، مصرف کاهش نیافته، بلکه نسـبت به دهه های ۵۰، ۶۰ و تا حدودی دهه ۷۰ که رشـد و جوانی جمعیت در اوج خود بودند افزایش یافته اسـت. امروزه هزینه هایی که صرف می شـود تا یک انسـان از تولد تا جوانی ببالد به مراتب بیشـتر از هزینه ای اسـت که صرف چندین فرزند در خانواده های نسـل های قبل می شده است. این به معنی رشد تقاضا و مصرف است که خود منجر به رشد تولید شده است.

نسل زد

این روزها از نسـل زد در محافل مختلف زیاد سـخن به میان می آید. نسـل زد (Generation Z یـا باختصـار، Gen Z) کـه به زبـان عامیانه به عنوان زومرها نیز شناخته می شـود، متولدین سال های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۰ خورشـیدی (۱۹۹۵ تا ۲۰۱۰ میلادی) را در بر می گیرد (۱). بچه هایی با روحیه و رفتارهایی منحصر بفرد که شاخصه بارز آنها پیوند عمیق با اینترنت و فضای مجازی از سـال های اولیه زندگی شان است و سبب شده به نسل نت هم معروف شـوند. ویژگی هایی چون ریسـک پذیری، سنت شکنی و گاه، روحیه سرکشی دارند (۲).

بخش اعظم اعضای نسـل زد برای تمام عمر خود از ارتباطات و رسانه های دیجیتال اسـتفاده خواهند کرد. نسـل زد از وقتی که چشم به جهان گشـوده اند در اطراف خود به طور گسـترده ای با فناوری های پیشرفته، نظیر وب جهان گسـتر، شبکه های اجتماعی، پیام رسانی فوری، خدمات پیـام کوتاه، ام پی تری پلیرها، تلفن های همراه و یوتیوب مواجه بوده اند. به همین دلیل برخی ایشان را شهروندان دیجیتال لقب داده اند (۱). البته برای افراد این نسـل خصوصیات دیگری هم بیان می شود. به عنوان مثال **آنها را غیر متعهد یا مسئولیت ناپذیر خطاب می کنند و گاهی آنها را ناسازگار، بدرفتار و ریسک پذیر می خوانند** (۳).

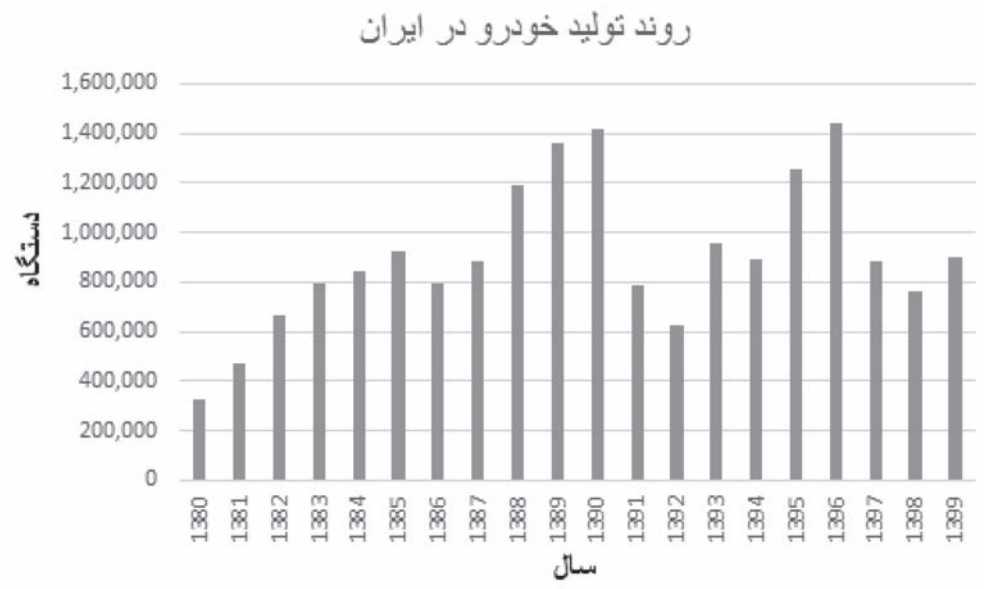
یکـی از معیارهایی کـه برای این افـراد در نظر گرفته می شـود عدم تعهد نسـبت به سـازمان اسـت. درسـت اسـت که بسـیاری از آزادکارها (freelancers) متعلق به همین نسـل هسـتند و به سازمانی که در آن کار می کنند تعهد زیادی ندارند، ولی این بدان معنا نیست که متعهد نیستند. اتفاقـا آنهـا به حرفه خود تعهد زیـادی دارند و تعهد خود به سـازمان ها را از دسـت داده اند و بیشـتر به سـمتی می روند که بتوانند منافع بیشتری به دسـت آورند (۳) که البته این ویژگی خیلـی هم مطلوب کارفرمایان و از جمله مدیران صنعت دایکست نیست.

امان الله قرایی مقدم، جامعه شناس برجسته، در مورد نسل زد و تاثیر آن بـر فضای سیاسـت و اجتماع ایران اینطور گفته اسـت: "نسـل جدید فضای کاریزماتیک، مقدس مابانه و فره گرایانه را نمی پذیرد. از نظر ایشان هیـچ عملی، هیچ اندیشـه ای و هیچ حرمتی وجود ندارد که نشـود از آن تخطی کرد. جوانان نسـل جدید رادیکال تر از جوانان نسـل های پیشین هسـتند و اکنون که فضای مجازی هم به شـکاف میان نسـلی دامن زده،

▼ جدول ۴- ازدواج و طلاق شبت شده در کشور از سال ۱۳۵۸ تا ۱۴۰۰

ازدواج و طلاق ثبت شده در کشور ۱۳۵۸ - ۱۴۰۰			
سال	جمع		
	ازدواج	طلاق	درصد
۱۳۵۸	۳۰۲۶۶۷	۲۱۱۷۰	6.99
۱۳۵۹	۳۳۷۱۱۹	۲۳۹۸۷	7.12
۱۳۶۰	۲۹۴۴۹۹	۲۴۴۲۳	8.29
۱۳۶۱	۳۵۳۹۴۴	۳۱۲۲۱	8.82
۱۳۶۲	۴۱۰۷۹۹	۳۵۸۶۷	8.73
۱۳۶۳	۳۸۴۸۷۶	۳۵۱۷۸	9.14
۱۳۶۴	۴۰۸۲۸۲	۳۸۹۸۳	9.55
۱۳۶۵	۳۴۰۳۴۲	۳۵۲۱۱	10.35
۱۳۶۶	۳۴۶۶۵۲	۳۳۴۳۳	9.64
۱۳۶۷	۳۶۱۹۴۵	۳۳۱۱۴	9.15
۱۳۶۸	۴۵۸۷۰۸	۳۳۹۴۳	7.40
۱۳۶۹	۴۵۴۹۶۳	۳۷۸۲۷	8.31
۱۳۷۰	۴۴۸۸۵۱	۳۹۳۳۶	8.76
۱۳۷۱	۴۲۲۴۵۷	۳۳۹۸۳	8.04
۱۳۷۲	۴۶۳۴۸۷	۲۹۳۱۲	6.32
۱۳۷۳	۴۵۳۶۷۱	۳۳۷۰۶	7.21
۱۳۷۴	۴۶۲۸۵۵	۳۴۷۳۸	7.51
۱۳۷۵	۴۷۹۲۶۳	۳۷۸۱۷	7.89
۱۳۷۶	۵۱۱۴۰۱	۴۱۸۱۶	8.18
۱۳۷۷	۵۳۱۴۹۰	۴۲۳۹۱	7.98
۱۳۷۸	۶۱۱۰۷۳	۵۱۰۴۴	8.35
۱۳۷۹	۶۴۶۴۹۸	۵۳۷۹۷	8.32
۱۳۸۰	۶۴۰۷۱۰	۶۰۵۵۹	9.45
۱۳۸۱	۶۵۰۹۶۰	۶۷۲۵۶	10.33
۱۳۸۲	۶۸۱۰۳۴	۷۲۳۵۹	10.62
۱۳۸۳[۱]	۶۰۲۳۴۷	۶۳۱۲۵	10.48
۱۳۸۴	۷۸۷۸۱۸	۸۴۲۴۱	10.69
۱۳۸۵	۷۷۸۰۲۳	۹۴۰۴۰	12.09
۱۳۸۶	۸۴۱۱۰۷	۹۹۸۵۲	11.87
۱۳۸۷	۸۸۱۵۹۲	۱۱۰۵۱۰	12.54
۱۳۸۸	۸۹۰۲۰۸	۱۲۵۷۴۷	14.13
۱۳۸۹	۸۹۱۶۲۷	۱۳۷۲۰۰	15.39
۱۳۹۰	۸۷۴۷۹۲	۱۴۲۸۴۱	16.33
۱۳۹۱	۸۲۹۹۶۸	۱۵۰۳۲۴	18.11
۱۳۹۲	۷۷۴۵۱۳	۱۵۵۳۶۹	20.06
۱۳۹۳	۷۲۴۳۲۴	۱۶۳۵۶۹	22.58
۱۳۹۴	۶۸۵۳۵۲	۱۶۳۷۶۵	23.90
۱۳۹۵	۷۰۴۷۱۶	۱۸۱۰۴۹	25.69
۱۳۹۶[۲]	۶۱۱۳۹۹	۱۸۲۶۲۳	29.87
۱۳۹۷	۵۵۵۳۰۱	۱۷۹۳۷۴	32.30
۱۳۹۸	۵۳۵۲۵۴	۱۷۸۸۱۲	33.41
۱۳۹۹	۵۶۱۳۹۵	۱۸۷۵۵۳	33.41
۱۴۰۰	۵۷۰۶۱۸	۲۰۳۹۰۴	35.73

سرعت تغییرات به هیچ وجه با گذشته قابل مقایسه نیست. به عنوان نمونه شـاید هزارسـال پیش تغییرات اجتماعی در هر چند صد سـال یک بار به وقوع می پیوستند، اما اکنون در کمتر از هر ۱۰ سال تغییرات نسلی را می



▲ شکل ۱- تعداد خودروهای سواری تولید داخل از سال ۱۳۸۰ تا ۱۴۰۰ (دستگاه)

توان دید (٤).

بازنشستگی تدریجی نسل پیشین و ورود تدریجی نسل جدید به بازار کار چالش هایی را برای صاحبان صنایع به همراه داشته است.

آموزش دادن و نگاه داشتن جوانانی که روحیه تنوع طلبی و سرکشی و عدم تعهد به رییس و مدیر و مراد را دارند و خانه و خانواده و تعهد به ایشان هم نمی توانند قید و بند محکمی بر گردن آنها بیاندازد در پای ماشین دایکست و تکرار کاری که خیلی هم تنوع و یادگیری و هیجان در آن وجود ندارد شاید کمی غیرمنطقی به نظر برسد.

از دیگر سو، فعالیت بیشتر در فضای مجازی دو نتیجه فراگیر با خود به همراه دارد: تحرک جسمانی کمتر و به تبع آن، ضعف جسمانی و نیز آموزه های سطحی و چندخطی که نتیجه آن بی حوصلگی در ورود به عمق مسایل و یادگیری عمیق است. هر دو این ویژگی ها برای ورود به محیط صنعتی و به ویژه دایکست نقطه ضعف های اساسی هستند.

خانه و خانواده

کوچک شدن خانواده ها، کم شدن تعداد فرزندان و به تبع آن، احساس امنیت فرزند نسبت به امکاناتی که در آینده برایش تامین می شود یا به ارث می رسد، در کنار عدم تمایل به رها کردن فرزند از طرف خانواده و استرس والدین از دور شدن فرزند و نگرانی از آینده فرزند، اجازه ریسک کردن و ورود به مشاغلی با دشواری ها و مخاطرات، حتی در حد جزیی، را به جوان و خانواده او نمی دهد. نتیجه آنکه پیله ای که قرار بوده خانه موقتی باشد و فرزندان در گذار از آن آماده استقلال، ورود به جامعه و کار و فعالیت شوند تبدیل به شرایطی پایدار شده و فرزندان در کنار خانواده و در سایه خانواده باقی می مانند و از ترس مخاطرات بیرون در پیله ماندن را به پروانه شدن ترجیح می دهند.

از دیگر سو، کاهش قابل توجه نرخ ازدواج و افزایش نرخ طلاق را هرچند شاید بتوان تا حدودی با مشکلات اقتصادی مرتبط دانست، اما یک سر این پدیده (اگر نگوییم معضل) را شاید بتوان در تغییر نگرش ها و روحیه تنوع طلب و نیز عدم تعهد نسل جوان به خانه و همسر و فرزند جستجو کرد. بنابراین دشوار است که در فقدان تعهد به همسر و فرزند انتظار داشت که ایشان فشارهای مضاعف یا عادی محیط کار را تحمل کنند، از آن رو که نان آور خانواده ای هستند و وظیفه ای بر دوش دارند.

این عدم تعهد به نحوی خود را در آمار ازدواج و طلاق نیز نشان می دهد (جدول ٤). همانطورکه در این جدول دیده می شود، رشد درصد طلاق نسبت به ازدواج از حدود ۷ درصد (یا یک طلاق به ازای هر ١٤ ازدواج) در سال ۵۸ تا اواخر دهه ۱۳۸۰ خورشیدی به کمی بیش از دوبرابر رسیده است، در حالیکه این روند در دهه ۱۳۹۰ سرعت گرفته و به بیش از ۳۵ درصد (یا بیش از یک طلاق به ازای هر سه ازدواج) رسیده است که در مقایسه با سال ۵۸ بیش از ۵ برابر شده است.

رشد مشاغل در فضای مجازی، رشد مشاغل جدید

ایران ۷۲ میلیون نفر کاربر اینترنتی دارد و حدود ۵۵ درصد آن‌ها از شبکه‌های اجتماعی استفاده می‌کنند. آمارهای وزارت ارتباطات نشان می‌دهد، اینستاگرام در ایران حدود ۴۸میلیون، واتس‌آپ حدود ۵۲میلیون و تلگرام ۵۰ میلیون کاربر دارند؛ سه شبکه اجتماعی و پیام‌رسان که حالا همه‌شان فیلترند(۵). بر اساس گزارش مرکز آمار ایران، تقریبا یک میلیون و ۷۰۰ هزار کسب و کار در فضای اینستاگرام بوجود آمده است و درآمد ۱۰ میلیون نفر وابسته به اینستاگرام است. مسئله دیگر اینکه حدود ۲ میلیون

و ۴۰۰ هـزار کسـب و کار در حوزه فروش و تبلیغـات در فضای مجازی در بخش اینسـتاگرام فعال هسـتند. حدود یک میلیون شغل در ایران وابسته به اینستاگرام است و بازاری بالغ بر ۴۰ هزار میلیارد تومان را در سال ایجاد می کند.

آمار فوق از گسـترش تمایل به فعالیت و کسب و کار در فضای مجازی خبر می دهد. اگر آمار ۱۰ میلیونی فوق درسـت باشـد، مـی توان انتظار داشـت که در آینده تمایل به کار در سـازمان ها و در قالب اسـتخدام و یا انجام کارهای یدی به شدت کاهش خواهد یافت.

همچنین، ایجاد و رشـد مشـاغل جدید، نظیر خدمات تاکسـی های اینترنتـی، که محدودیت های زمانی و مکانی خاصی برای فرد شـاغل در آن ایجاد نمی کند و شخص شـاغل تحت سیطره و متاثر از نفر مافوق قرار ندارد حـق انتخاب را در بین جوانان افزایش و در نتیجه شـانس صنایع را برای جذب ایشـان کاهش می دهد. حتی افرادی با سوابق کاری بیشتر و صاحبان تخصص هم به چنین مشاغلی به عنوان شغل دوم نگاه می کنند.

نوسانات بازار و ناتوانی در حفظ سرمایه انسانی

در دهـه های اخیر، بارها نوسـانات تولید، به ویـژه در بخش خودرو و نیز تغییرات مکرر قوانیـن، در کنار کاهش قدرت خرید مردم منجر به بروز نوسـانات شدید در امر عرضه و تقاضا و به تبع آن، نوسانات شدید در تولید شـده است. سقوط تولید خودرو از بیش از یک میلیون دستگاه در سال به حدود ۶۰۰ هزار دسـتگاه در سال و رشـد مجدد تولید آن تجربه ناآشنایی نیست (شکل ۱).

بروز چنین نوسـاناتی تاثیر خود را در صنایع پایین دسـتی و از جمله صنعت دایکسـت نیز نشـان داده و منجر به جذب و تعدیـل مکرر نیرو در زمان هایی شـده اسـت. روشـن اسـت که تامین و آموزش نیروی انسانی فرایندی کوتاه مدت نیست و نیروی آموزش دیده در صنعت دایکست پس از تعدیل در صنایع دیگر جذب خواهد شد و بازگرداندن وی به این صنعت تقریبا غیرممکن است. بنابراین بروز چنین نوساناتی و جذب و تعدیل مکرر نه تنها مانع از رشـد کمی و کیفی نیروی انسانی در این صنعت شده، بلکه موجب استهلاک سرمایه و فرسایش روانی کارفرما نیز می شود و انگیزه ها از دست می روند.

مهاجرت ایرانیان

آمـار دقیقی از تعداد ایرانیان خارج از کشـور به دسـت نیامد و منابع مختلف اعداد مختلفی را ذکر کرده اند، ولی ظاهرا بیش از ۸ میلیون نفر با اصالت ایرانی در خارج از ایران زندگی می کنند که حداقل نیمی از ایشان متولد ایران بوده اند. روشـن اسـت که ایران صادر کننده یکی از باکیفیت ترین مهاجران جهان اسـت و ضربه ای که در اثر چنین صادراتی به کسب و کارهای داخلی و از جمله صنعت دایکسـت وارد می شود به راحتی قابل جبران نخواهد بود.

جدا از کیفیت مهاجران ایرانی و سـرمایه مادی و معنوی که به واسطه مهاجرت ایشـان از کشور خارج شده، آنچه کمتر مورد توجه قرار می گیرد مهاجران بالقوه اسـت. به گفته دکتر عبدالمحمد کاظمی پور، ما امروزه با افراد زیادی مواجهیم که می خواهند مهاجرت کنند و این پروسه خواستن تا عملی شـدن مهاجرت طولانی شـده اسـت. بدین ترتیب تعداد افرادی که دلشـان می خواهـد مهاجرت کنند زیاد شـده، حتی بیشـتر از تعداد مهاجران. این دوره که باید موقتی باشد آن قدر طولانی شده که ما عده ای را داریـم که در این حالت موقتی تقریبا به صورت دایمی زندگی می کنند. ایـن ها چون خودشـان را در حالت موقت می بینند سـعی می کنند خود را بـه یک کار بلند مدت متعهد نکنند. چشـم انداز آن ها انتخاب کارهایی است که عمر کوتاه مدتی داشته باشند (۶).

فقدان چشم انداز روشـن پیش روی کارفرما و نیروی انسانی از جمله عواملی است که منجر به عدم دل دادگی به کار و تلاش در جهت دستیابی بـه رویاها می شـود. آنچه جوانـی را جذاب و مطلوب می کند، احسـاس گشوده بودن مسیر زندگی است و اینکه بتوانی در آینده رویاهایت را محقق کنی. جامعه ای که دایما به جوانان القا می کند که راه دستیابی به رویاها از مسـیر تلاش و کوشش نمی گذرد، چشم انداز و فضایی برای رویاپروری باقی نمی گذارد.

رشد تحصیلات عالی / مدرک گرایی

ایـران دارای ۲۶۴۰ دانشـگاه اسـت. این در حالی اسـت که چین و هنـد که جمعا حـدود ۴۰ درصد جمعیت جهان را در خـود جای داده اند به ترتیب، ۲۴۸۱ و ۱۶۲۰ دانشـگاه دایر کرده اند. تعداد دانشـگاه‌ها در اغلب کشورهای پیشـرفته جهان زیر ۵۰۰ دانشگاه است، بطوریکه آلمان ۴۱۲، انگلیس ۲۹۱، کانادا ۳۲۹، ایتالیا ۲۳۶ و هلند ۴۲۳ دانشگاه دارند و برخی کشـورهای اروپایی نظیر نروژ، سـوئد، دانمـارک، فنلاند و ... زیر ۱۰۰ دانشـگاه تأسـیس کرده‌اند. با کاهش جمعیت کنکوری‌ها در ایران، بسـیاری از ظرفیت‌ها و هزینه‌های ایجاد شـده در بدنه آموزشی کشور در عمل کارایی ندارند و دانشگاه‌ها با معضل «صندلی خالی» مواجه شده‌اند.

پیشرفت فناوری در جهان موجب شده است رشته‌های علمی سال به سال تخصصی‌تر و پیچیده‌تر شوند که این مسأله مشاغل را به گرایش‌های بیشـتر و تخصصی‌تر رسـانده اسـت. درچنین بازاری، کیفیت آموزش در ایران به نوعی قربانی کمیت شـده اسـت، زیرا آمـوزش در ایران تبدیل به بازاری برای درآمدزایی شده است.

وضـع کیفیت نیروی کار در ایران یکی از نگرانی‌های جدی در اقتصاد کشور است. در سال های نه چندان دور، گذار از مرحله کودکی به بزرگسالی و ورود به بازار کار و کسـب تجربه و آموزش به سـرعت اتفاق می افتاد، اما امـروزه و به ویژه با حمایت های خانواده و نیز، الزام به گذراندن تحصیلات

دانشـگاهی و احتمالا تحصیلات تکمیلی، این مرحله طولانی شده است. بهترین سـال هایی که می تواند صرف آموزش و یادگیری تخصص شود به سـرعت از دسـت رفته و به ندرت اخذ مدرک به کسب تخصص منجر شده است. در این حالت، زمانی که شخص آماده ورود به بازار کار می شود بطور متوسـط در حدود ۲۵ سالگی به بعد است؛ سنی که در آن آموزش پذیری نسبتا دشوار شده و کرنش در برابر مافوق و خم و راست شدن کمی با اکراه همراه است.

بدین ترتیب سـهم بزرگی از نیروی کاری که می توانست وارد بازار کار واقعی شـود و در بهترین سـن یادگیری، آموزش های لازم را دریافت کند عملا از دست رفته است.

فرصت ها و راهکاره زنان

جمعیت ایران در ۴۳ سال گذشته از ۳۶ میلیون نفر به ۸۴ میلیون نفر رسیده است. ۴۲ میلیون نفر از این جمعیت را زنان تشکیل می دهند. فقط ۱۴ درصد از این زنان متعلق به قبل از انقلاب سال ۵۷ هستند و به عبارت دیگر ۳۶ میلیون نفر از ایشان سنی کمتر از ۴۴ سال دارند. نرخ بیکاری در میان زنان بالا است. بر اساس آمار سازمان برنامه، نرخ مشارکت اقتصادی برای زنان ۱۳/۳ درصد و برای مردان ۶۸/۷ درصد است. نرخ بیکاری زنان ۱۶ درصد و نرخ بیکاری مردان ۷/۹ درصد است. نرخ بیکاری زنان ۲ برابر مردان اسـت. برای جوانان بین ۱۸ تا ۳۵ سال، نرخ بیکاری مردان ۱۳/۸ و زنان ۲۸/۳ درصد می شود.

تعداد دانشجویان در سـال تحصیلی ۱۴۰۰-۱۳۹۹، ۲۱۰۴۰۰۰ نفر بوده که از این بین، ۱۰۴۱۰۰۰ نفر مرد و ۱۰۶۱۰۰۰ نفر زن هستند. زنان بیشـتر دانشجو شـده اند ولی نرخ بیکاری آنها بالاتر و مشارکت اقتصادی آنها پایین تر بوده است (۷).

به عبارت دیگر، سرمایه انسانی بزرگی در بخش زنان جامعه بلااستفاده مانده و کافی اسـت نگرش خود را به کار و جنسـیت تغییر دهیم تا بتوانیم از این سـرمایه بزرگ بهره برداری بهتری داشته باشیم. امروزه، زنان ایرانی بسـیاری از تابوها را شکسته اند و در بسـیاری از فعالیت ها که در قاموس جامعـه اموری مردانه بودند حضور یافتـه اند. از معاملات املاک و خرید و فروش خودرو تا جوشکاری و رانندگی اتوبوس و تریلر و اداره معدن، امروزه دیدن بانوان همچون گذشته تعجب برانگیز نیست.

نگارنده شـرکتی را به خاطر دارد که در دهـه ۱۳۹۰، تمام اپراتورهای ماشـین های دایکسـت آن از بانوان بودند. قطعا به جز اپراتوری ماشـین دایکست نیز، مشاغل بسیاری در این صنعت وجود دارد که بانوان توانایی انجـام آنرا دارند و دقت و صبوری ایشـان در انجام مکرر یک کار بیشـتر از مردان است.

اتوماسیون

از زمانی که آقای هنری فورد خط تولید را ابداع نمود تا به امروز، نیروی انسـانی نشـان داده اسـت که خطاناپذیر نبوده و تکرارپذیری عملکرد او چندان قابل اتکا نیسـت. از سوی دیگر، نیروی انسانی مسائل و مشکلات و معضـلات خود را دارد. حقوق و دسـتمزد، ارگونومی، بهداشـت محیط، سـندیکاهای کارگری، نیاز به نظارت مستمر، مشـکلات حضور شیفتی، مسـائل اخلاقی و مشکلات خانوادگی و ...، معضلاتی هستند که در همه جـا واحدهای تولیدی با آن دسـت به گریبان بوده انـد. از این رو، همواره تولیدکننـدگان به دنبال راهکاری برای رها شـدن از این مشـکلات بوده و بخشی از راه حل را در اتوماسیون یافته اند.

واژه Dark Factory اشـاره به خطوط تولیدی دارد که در آنها تمام کار تولید به صورت خودکار و بدون حضور نیروی انسانی در خط تولید صورت می گیرد و از این رو، شـاید نیازی به وجود چراغ و روشـنایی در خط تولید وجود ندارد. البته واضح اسـت که چنین خطوطی توسـط نیروی انسانی متخصص و مهندسـین خبره پشتیبانی می شوند. به عبارت دیگر، نیروی انسـانی زیاد بـا تخصص کم جای خود را به نیروی انسـانی کم با تخصص بالا داده است.

تحصیلات عالی

رشـد تحصیلات دانشـگاهی در بین جوانان البتـه فرصت و تهدیدی همزمان اسـت. به معضلات این پدیده در قسمت های قبل پرداخته شد. امـا اگر بتوان از بین ایشـان، آنها را که در دوران تحصیل تخصص کسـب کرده اند و علاقه مند به یادگیری و رشد هستند را یافت و در محیطی فعال و پویا قرار داد، شـاید بتوان از قابلیت های ایشـان در جهت رشـد و تعالی سازمان و نیز، افزایش بهره وری نیروی انسانی بهره جست.

استخدام و آموزش از نوجوانی

در کشـورآلمان، جوانان و نوجوانان علاقه مند، می توانند بخشـی از دوران تحصیـلات مقدماتی خود را در شـرکت ها دنبـال کنند و در همان شـرکت هم استخدام شـوند. چنین الگویی را شرکت های آلمانی در سایر کشـورهایی که در آنها به تولید مشغول هسـتند نیز دنبال می کنند. برای مثال، در کشـور مکزیک، شـرکت فولکس واگن جوانان را جذب می کند، آموزش مـی دهد و در نهایت باسـتخدام خود در می آورد. تجربه ایشـان نشـان می دهد افرادی که دوران نوجوانی و جوانی خود را در صنایع رشد می کنند، ضمن احترام به اصول و قواعد سازمان تعلیم دهنده، به صنعت مذکور وفادار می مانند و کمتر تمایل به تغییر شغل و یا شرکت متبوع خود دارند.

متاسـفانه اجرای چنین مکانیزمی در ایران بسیار دشوار است. شرکت ها و سـازمان هایی با چنین قابلیت و چشم اندازی کمتر در کشور ما دیده

شده است. شرکتی نظیر بنز یا زیمنس قدمتی بیش از صد سال دارند، در حالی که تعداد شرکت های با عمر بیش از ۵۰ سال در ایران شاید به تعداد انگشتان یک دست هم نرسد. روشن است که شرکت هایی که توسط دولت پشتیبانی می شوند و در عین ورشکستگی به کار ادامه می دهند موضوع این مقایسه نیستند.

مهاجران به ایران

مهاجرت و مهاجران در کل جهان، هم تهدید و هم فرصت بوده اند. این مسئله در مورد ایران نیز صادق است. حضور مهاجرانی که عمدتا از کشورهای شرقی ایران وارد کشور شده اند، فرصت مناسبی برای جذب ایشان در محیط های صنعتی است. روشن است که حضور مهاجران همواره چالش هایی را هم با خود به همراه دارد، ولی اگر نظام و سیستم حاکم بر سازمان و نیز قوانین کشور به شکل درست و مناسبی توسعه یافته باشند، این چالش ها و تهدیدها می تواند به فرصت مناسبی تبدیل شود.

همین تجربه در رابطه با ایرانیانی که در سال های دهه های ۱۳۶۰ و ۱۳۷۰ خورشیدی برای کار به ژاپن می رفتند وجود دارد که با درایت و تحت سیستم منظم کشور ژاپن جذب واحدهای تولیدی می شدند.

برای چنین کاری در گام اول باید قوانین ورود قانونی مهاجران را تسهیل نموده و اجازه استخدام قانونی و پرداخت بیمه و مالیات را فراهم آورد. چنین راهکاری نیاز به تعامل دولت با انجمن ها، سندیکاها، اصناف، شرکت ها و سازمان های مردم نهاد دارد که البته تا کنون چنین تعاملی دیده نشده است.

خلاصه

گفته می شود که هوش مصنوعی در آینده کنترل و اجرای بسیاری از امور را بر عهده خواهد گرفت، ولی تا آن زمان این انسان است که ضامن موفقیت و شکست سازمان ها و شرکت ها خواهد بود.

جذب، آموزش و نگهداری نیروی انسانی در صنعت ایران در حال تبدیل شدن به مشکلی اساسی است. صنعت دایکست نیز جزو سبکباران ساحل ها نخواهد بود. لازم است پیش از آنکه فرصت ها از دست بروند اقدامات لازم در جهت تامین نیروی انسانی صورت بگیرد و یا سخت افزارهای لازم برای کاستن از نیاز به نیروی انسانی در واحدهای دایکست نصب شده و مورد بهره برداری قرار بگیرند. همچنین، فرصت های بالقوه ای در جامعه وجود دارند که هنوز آنچنان که شایسته است به فعل نرسیده اند و با اندکی نگاه هوشمندانه می توان از آنها بهره برداری نمود. رشد تحصیلات، حضور بانوان و مهاجران خارجی از این فرصت هاست. همچنین با اتکا به روحیه استقلال طلبی نسل جدید شاید بتوان بخشی از فعالیت ها را با بهره گیری از توانمندی های ایشان برون سپاری نمود.

چنانچه همکاران گرامی و دست اندرکاران صنعت دایکست نقد و نظری در رابطه با مقاله ارایه شده دارند، لطفا نظرات خود را با نگارنده و یا دفتر انجمن در میان بگذارند. نظرات ارایه شده، جمع آوری و در شماره های آتی به چاپ خواهند رسید.

مراجع

۱- ویکی پدیا

۲- هفته نامه تجارت فردا، سال یازدهم، شماره ۴۷۷، صفحه ۸، نسل Z یا نسل نت

۳- نسل زد چه کسانی هستند و چه خصوصیاتی دارند؟، وب سایت همیار آکادمی

٤- نسل زد در ایران چه کسانی هستند؟ وب سایت www.testpro,ir

۵- "هشدار! احتمال بیکاری ده میلیونی با وجود فیلترینگ اینستاگرام"، روزنامه دنیای اقتصاد، شنبه، ۲۶ آذر ۱۴۰۱

٦- بزرگسالان جوان و دایمی شدن زندگی موقت"، دکتر عبدالمحمد کاظمی پور، اندیشه پویا، شماره ۸۳، نوروز ۱۴۰۲

۷- مناظره تلویزیونی دکتر محمد فاضلی

چرا جریان اتمیزه مذاب برای پر شد قالب نیاز است ؟

نویسنده: مجتبی ستوده فرد

پیشگفتار

هنگام عبور یک سیال، از جمله مذاب از یک روزنه کوچک با سرعت های مختلف، این سیال به شکل های مختلفی در می آید. اگر سرعت کم باشد، به شکل یک جریان پیوسته از روزنه عبور می کند و اگر سرعت جریان بالاتر برود، جریان مواد شکسته و به ذرات و یا قطرات درشت تبدیل می گردد. اگر باز هم سرعت جریان بالاتر برود جریان سیال به ذرات پودری تبدیل و اصطلاحا "اتمیزه" می شود. پر شدن محفظه قالب دایکست با شکل جریان اتمیزه باعث بالا رفتن کیفیت سطحی قطعه شده و تولید قطعاتی با ضخامت های کم - که با سایر روش های ریخته گری امکان پذیر نیست - در این روش ممکن می شود.

مقدمه

طراح قالب برای طراحی یک سیستم راهگاهی مناسب مراحل مختلفی را باید انجام دهد. این مراحل می تواند شامل:

۱- مشخص نمودن کیفیت مطلوب قطعه از نظر سفارش دهنده

۲- مشخص نمودن مکان یا مکان های ورود مذاب و خروج هوا و زاویه پر شدن. بعبارت دیگر الگوی پر شدن حفره قالب

۳- در صورت نیاز، تقسیم قطعه به بخش های مختلف و در نظر گرفتن هر بخش به عنوان یک قطعه و انجام محاسبات تعیین زمان پر شدن، محاسبه سطح مقطع گلویی و دبی مورد نیاز هر یک از بخش ها

٤- تعیین مشخصات ماشین دایکست که قابلیت تولید با قالب فوق را داشته باشدو اینکه آیا دستگاه میتواند دبی و فشار لازه را تامین نماید، همچنین تعیین پارامترهای فرایند تولید ازجمله سرعت فاز یک، سرعت فاز دو، محل تغییر از فاز یک به دو و...

۵- کنترل برقرای شرایط اتمیزه برای هر گلویی در نظر گرفته شده در قالب

٦- کنترل و بررسی شرایط طراحی با ابزار PQ2 و در صورت نیاز، بازنگری طراحی از مرحله ۲

۷- طراحی کانال ها از بیسکویت تا گلویی برای هدایت مذاب به گلویی

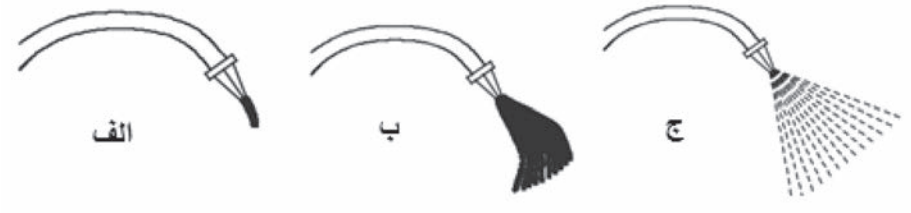
۸- طراحی نهایی ونت و اورفلوها

۹- کنترل طراحی با نرم افزار شبیه ساز برای پیدا نمودن مشکلات احتمالی و اصلاح طرح ۱

همانطور که در بند ۵ فرایند طراحی قالب به آن اشاره گردید، کنترل شرایط اتمیزه جریان ورودی در گلویی از مواردی است که طراح قالب دایکست باید آنرا مورد توجه قرار دهد.

جریان اتمیزه چیست؟

والاس J.F. Wallace، یکی از محققان پیشگام در زمینه تئوری شکل جریان مذاب در فرایند دایکست بوده است. طی مطالعاتی که ایشان داشت، ابتدا بر روی چگونگی الگوی حرکت جریان آب در گذر از یک روزنه آزمایشات مختلفی را ترتیب داد و آنرا بر روی حرکت سایر سیالات بسط داد. نتیجه این تحقیقات که در سال ۱۹۷۲ منتشر گردید آن بود که سیالات حین عبور از یک روزنه سه حالت مختلف می توانند داشته باشند. وی با عکاسی با دوربین های سرعت بالا توانست این سه حالت



▲ شکل ۱- الف) جریان لمینار، ب) جریان با ذرات درشت و ج) جریان اتمیزه.

را برای جریان مذاب زاماک و آلیاژ آلومینیوم ۳۸۰ به تصویر بکشد. او این سه حالت را به نام های Continuous Jet Flow برای جریان با سرعت کم یا لایه ای، Coarse Particle Jet Flow برای سرعت های متوسط و Atomized Particle Jet Flow برای سرعت های بالا معرفی نمود (شکل ۱).

بر این اساس، رابطه ایی را بسط و در آن نشان داد که شکل و حالت جریان، علاوه بر سرعت عبور جریان از روزنه به عوامل دیگری، از جمله شکل هندسی روزنه، ویسکوزیته سیال، کشش سطحی سیال و وزن مخصوص آن بستگی دارد (رابطه ۱).

رابطه ۱: $D\rho v^{1.71}\mu^{-0.29}\sigma^{-0.71} = 0.5 \times 10^{k/0.7}$

که:

ρ: (lb/in.3) جرم حجمی فلز مذاب

v: (in./sec) سرعت فلز مذاب

μ: (lb/in.-sec) ویسکوزیته فلز مذاب

σ: (lb/sec2) تنش سطحی فلز مذاب

D: (in.) پارمتر گیت

و پارامتر گیت (D) از رابطه ۲ به دست می آید:

$D = 2D = 2(ab/a+b)$

که:

d: (in.) قطر اوریفیس

a: (in.) طول گیت

b: (in.) ضخامت گیت

نکته دیگر اینکه والاس نشان داد اگر میزان عدد K در رابطه ۱ از عدد ۲٫۰٤ کمتر باشد، جریان با الگوی الف در شکل ۱ و اگر بیش از ۲٫۸ باشد با الگوی ج در شکل ۱ و اگر بین این دو عدد باشد با الگوی ب در شکل ۱ حرکت خواهد کرد. بنابراین، اگر نیاز به حالت اتمیزه شدن مذاب برای پر شدن قالب داشته باشیم باید به سرعت و شکل هندسی گلویی ورودی برای هر آلیاژ خاص که میزان کشش سطحی، دانسیته و ویسکوزیته آن ثابت است توجه کنیم. در قالب دایسکت با ساده سازی و قرار دادن مقادیر ثابت و میزان K برابر با ۲٫۸ به رابطه ۳ و معرفی فاکتوری بنام J می رسیم که اگر میزان سمت راست رابطه ۳ از مقدار این فاکتور بیشتر شود، الگوی عبور جریان بصورت اتمیزه خواهد بود. لازم به ذکر است اگر نسبت طول به ضخامت گلویی بیش از ۱۰ باشد از رابطه ساده تر شده ٤ با کمی اغماض برای تست شرایط اتمیزه در عمل استفاده می گردد (به این رابطه در مقاله انتشار یافته شماره قبل پرداخته شده است).

رابطه ۳: $J = D \times \rho \times V_g^{1.71}$

رابطه ٤: $V_g^{1.71} \times T_g \times \rho \geq J$

که:

ρ: (Kg/m^3) جرم حجمی آلیاژ

Tg: (mm)ضخامت گلویی

Vg: (m/s)سرعت در گلویی

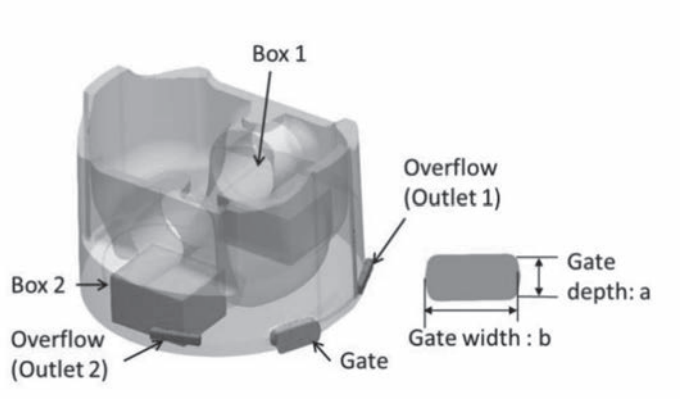
J: ثابت و برابر ۹۹۸۰۰۰ برای آلیاژهای آلومینیوم، روی و منیزیم در سیستم اندازه گذاری متریک

چرا جریان مذاب باید اتمیزه باشد؟

در فرایند دایکست، سرعت پر شدن قالب کاملا متفاوت با سایر روش های ریخته گری، از جمله ریخته گری در ماسه، ریژه و یا روش لوپرشر است. در روش های ریخته گری یادشده، به منظور جلوگیری از ایجاد جریان متلاطم و به دام افتادن فیلم های اکسید و کمترین حبس هوا به هنگام پر شدن قالب، از سرعت های پایین جریان مذاب استفاده می شود. بنابراین، زمان ریخته گری قطعات تولیدی با این روش ها و زمان انجماد آنها طولانی تراست که به ناچار باید دارای ضخامت زیاد و گلویی راهگاه ضخیم تری باشند. در غیراین صورت، جریان مذاب قبل از پر کردن کامل حفره در مناطق با ضخامت کم منجمد شده و باعث عدم پر شدن کامل حفره قالب می گردد.

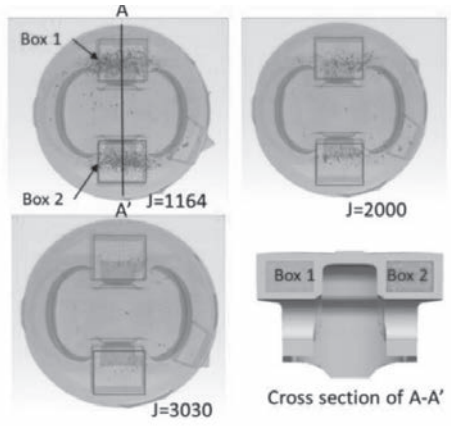
در قطعات دایکستی ضخامت قطعات معمولا کم است (که البته یکی از مزایای فرایند دایکست قابلیت تولید قطعات با دیواره های نازک است) و حرارت مذاب به سرعت به قالب منتقل شده و انجماد سریع صورت می گیرد. از این رو، سرعت پر شدن مذاب باید به حدی زیاد باشد که انجماد موضعی در مناطق نازک مانع از پر شدن قالب توسط مذاب نشده و قالب بطور کامل پر شود. از آنجاکه در فرایند دایکست به دلیل ضخامت کم قطعات ملزم به ریخته گری در زمان کوتاه هستیم (و زمان پر شدن حفره قالب در فرایند دایکست معمولا بین ۱۰ الی ۱۵۰ میلی ثانیه می باشد)، همانگونه که والاس در آزمایشاتش نشان داد، با افزایش سرعت، جریان از حالت Continuous Jet Flow یا لایه ای به حالت Coarse Particle Jet Flow یا جریان با ذرات درشت تبدیل می گردد (شکل ۱ حالت ب). این حالت پر شدن حفره قالب باعث حبس هوا و ایجاد عیب مک گازی به حالت نا خوشایندی می گردد و قطعه تولید شده با این شرایط دارای کیفیت مناسب نخواهد بود. با افزایش سرعت و عبور از مرز اتمیزه شدن جریان (J فاکتور)، مذاب کاملا پودر شده و به داخل قالب اسپری می گردد. اگرچه بنظر می رسد در این حالت که جریان به شدت متلاطم بوده و شرایط حبس هوا وجود دارد، ولی شکل جریان اتمیزه طوریست که در این حالت قطعات موفق دایکستی تولید می شود.

در تحقیقی که توسط ایتا Eitaro Koya و همکاران ژاپنیش صورت گرفته، اثر J فاکتور بر میزان مک گازی برای تولید پیستون به روش دایکست بررسی شده است (شکل ۲). هدف این گروه بررسی کاهش مک گازی در فرایند دایکست، بدون استفاده از روش های گران قیمتی



▲شکل ۲- نمایی از مدل قطعه پیستون مورد آزمایش Eitaro Koya

▲در این آزمایش دو منطقه ۱ و ۲ با مقادیر فاکتورJ متفاوت مورد تصویر برداری قرار گرفت و نتایج جالب توجهی بدست آمد (شکل ۳).

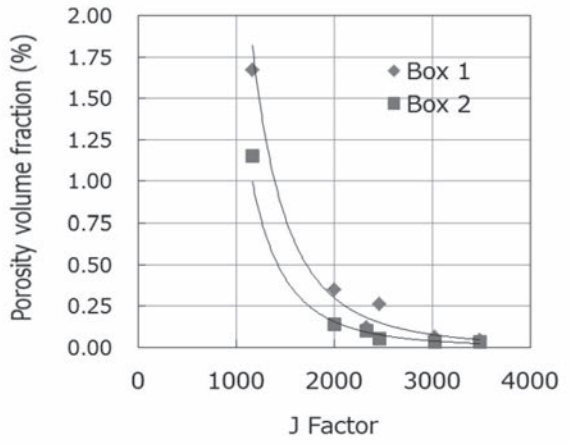


▲شکل ۳- دو منطقه ۱ و ۲ با مقادیر فاکتورJ متفاوت مورد تصویر برداری قرار گرفت.

مانند استفاده از خلا و یا روش تزریق نیمه جامد و تنها با استفاده ازبررسی اثر فاکتور J بوده اســت. در این تحقیق، آلیاژ پیســتون شــامل ۱۳ درصد سیلیسم، ۳٫۵ درصد مس و ۱٫۵ درصد منیزیم بکار برده شد و با محاسبه فاکتور J با واحد آمریکایی میزان ۱۰٦٤ برای آن بدســت آمد. بدین معنی کــه با گذر از این مقدار در رابطه ۳ شــرایط اتمیزه جریــان مواد در گلویی قالب برقرار است.

همانگونه که در شکل ۳ مشخص است، با افزایش میزان فاکتور J (که با افزایش سـرعت ورود جریان بدست آمده) میزان مک های گازی در دو منطقه مورد بررســی کاهش پیدا کرده است. شــکل ٤ نمودار میزان تغییر مک های گازی بر اساس فاکتور J را در این آزمایش نشان می دهد.

درصد مک گازی برای فاکتور J برابر با ۱۰٦٤ از حدود ۱٫۷ درصد در منطقه بررســی ۱ به ۰٫۳۵ درصد برای فاکتورJ برابر با ۲۰۰۰ کاهش پیدا کرده اســت و در ادامه، میزان مک ها بــه ۰٫۲٦ درصد برای فاکتورJ برابر با ۳۰۳۰ ســیر نزولی خود را ادامه داده است. همین روند در منطقه ۲ نیز مورد بررسی و مشاهده گردید.



▲شکل ۴- تغییر مک های گازی بر اساس فاکتور J

نتیجه گیری

- ســرعت بالا برای پر کردن قالب دایکست بدلیل ضخامت های کم قطعات دایکست اجباریست و بدلیل تلاطم جریان در این سرعت های بالا، شرایط حبس هوا در قطعات دایکست همواره وجود دارد؛
- حداقــل ســرعت جریان باید به حدی باشــد که شــرایط ایجاد جریــان اتمیزه برقــرار گــردد. درغیراینصــورت کیفیت قطعــات تولیدی نامناسب می شود؛
- هرچه ســرعت جریان بالاتر رود و بعبارتــی از فاکتور J بالاتری استفاده شود، میزان حبس هوا کمتر می شود.

ارائه هر گونه نظر و پیشنهاد اصلاحی از طریق واتساپ و یا انعکاس به دفتر انجمن باعث خرسندی نویسنده است.

شماره تلفن همراه برای ارائه نقطه نظرات ۰۹۱۲۱۰٦٦۷۳۱

مراجع

1- Gating manual NADCA

2- High Integrity Die Casting Processes E. Vinarcik Published 2 October 2002

3- CFD Analysis of Mechanisms Underlying the Porosity-reducing Effect of Atomized Flows in High-pressure Die Cast Products Eitaro Koya1 ,* Masahiko Nakagawa1 , Shinya Kitagawa1 , Jun Ishimoto2, Yoshikatsu Nakano2 and Naoya Ochia

تلفات ناشی از ذوب کردن فلز

ترجمه: سیامک فتحی

با توجه به اینکه مقاله ترجمه شده از انتشارات NADCA بوده است، کلیه اوزان و مقادیر بر حسب یکاهای انگلیسی بوده که در ترجمه به واحد متریک برگردانده شده و اعداد گرد شده اند، لذا ممکن است در برخی موارد در محاسبات صورت گرفته اختلاف و انحراف جزیی دیده شود، اما کلیت مفهوم ارایه شده و درصدها مطابق با مقاله اصلی بوده و تغییری نداشته اند.

چکیده

تلفات ناشی از فرایند ذوب کردن آلومینیوم عاملی است که در فرایند ریخته گری به خوبی درک نشده و معمولا با تلفات فلز اشتباه گرفته می شود. واحد ذوب در کارخانه های ریخته گری، مواد اولیه دریافتی از تامین کنندگان، راهگاه و راهبارها و قطعات برگشتی از فرایند ریخته گری، قطعات ریختگی برگشتی از عملیات ثانویه و قطعات ریختگی برگشتی از مشتری را ذوب می کنند. آنچه در نگاه نخست از ذوب مواد به نظر ریخته گر می رسد انباشت اکسید آلومینیوم (سرباره) در سطح مذاب آلومینیوم است. تعریف دیکشنری McGraw-Hill برای تلفات ناشی از ذوب کردن عبارت است از "کاهش وزن در اثر تبخیر و اکسیداسیون در خلال ذوب کردن فلز در واحد ذوب کارگاه ریخته گری". تلفات فلز واژه ای گسترده تر از تلفات ناشی از ذوب کردن است، چراکه این واژه در برگیرنده بر زمین ریختن (spill)، پاشش (splatter)، آلودگی فلز به آلاینده های روغنی، تلفات ناشی از ذوب کردن و فلزی که تعمدا یا سهوا در معرض سرقت قرار می گیرد.

شاید بتوان تلفات ناشی از ذوب کردن را به بیماری سرطان تشبیه کرد. وخامت اوضاع در حال تشدید است، بدون آنکه ریخته گری حتی از وجود آن آگاه باشد و یا ریخته گر از علایم بیماری، آنگاه مطلع می شود که دیر شده است. **یک راه خوب برای توجه دادن به تلفات ناشی از ذوب کردن آن است که به قاتل خاموش سود خالص واحدهای ریخته گری آلومینیوم تشبیه شود.**

مقدمه

تلفات ناشی از ذوب کردن آلومینیوم یکی از ناشناخته ترین بخش های فرایند ریخته گری است. نگرانی های اصلی یک ریخته گر به صورت معمول و روزانه برآورده سازی الزامات کیفی و تحویل به موقع قطعات به مشتری است. واحد ذوب، در حال ذوب کردن مواد اولیه خریداری شده از تامین کنندگان است، همچنان که راهگاه و راهبارها، قطعات برگشتی از فرایند ریخته گری و عملیات ثانویه و نیز قطعات ریختگی برگشتی از مشتریان را ذوب می کند. آنچه در نگاه نخست از ذوب مواد به نظر ریخته گر می رسد انباشت اکسید آلومینیوم (سرباره) در سطح مذاب آلومینیوم است. اما بخش عمده تلفاتی که در اثر ذوب کردن اتفاق می افتد قابل مشاهده نیستند.

چرا تلفات ناشی از ذوب کردن تا این حد ناشناخته مانده است؟

تلفات ناشی از ذوب کردن آلومینیوم بطور عادی با تلفات فلز اشتباه گرفته می شود:

۱. تعریف تلفات ناشی از ذوب کردن در دیکشنری فنی و علمی McGraw-Hill عبارت است از "کاهش وزن در اثر تبخیر و اکسیداسیون در خلال ذوب کردن فلز در واحد ذوب کارگاه ریخته گری".

۲. تلفات فلز، اما، مفهموم گسترده تری است، چراکه موارد دیگری را نیز در بر می گیرد: بر زمین ریختن، پاشش، آلودگی فلز به مواد روغنی، تلفات ناشی از ذوب کردن و فلزی که تعمدا یا سهوا در معرض سرقت قرار می گیرد.

از آنجاکه تلفات ناشی از ذوب کردن تا حد زیادی ناشناخته است، ریخته گر به ندرت آنرا در محاسبات قیمت تمام شده خود به درستی تحلیل می کند و هزینه های تلفات ناشی از ذوب کردن همواره سود او را کاهش می دهد. تلفات ناشی از ذوب کردن شبیه سرطان است؛ خسارت

در حال وارد شـدن اسـت بدون آنکه ریخته گر آنرا احساس و از عوارض آن پیشگیری و اجتناب کند تا زمانی که دیگر بسیار دیر شده است.

برای سـالیان متمادی، ریخته گران سنتی عدد ۳٪ را به عنوان تلفات نرمال ناشـی از ذوب کردن آلومینیوم در نظر می گرفتند؛ اما جسـتجو در مقالات منجر به کشـف اطلاعاتی نمی شـود که به کمک آنها بتوان تلفات ناشـی از ذوب کـردن را محاسـبه کـرد و در گفتگو با ریخته گران سـنتی هیچ کس نتوانسـت داده های مشـخصی را به دست دهد که از تلفات سه درصدی ناشی از ذوب پشتیبانی کند.

امروزه، ریخته گران نسـل نو تلفات ناشـی از ذوب کردن را از کمتر از ۱٪ تا ۸٪ و گاه حتـی بیش از ۱۵٪ هم گزارش داده اند. اعداد بزرگ برای تلفات ناشـی از ذوب کردن که امروزه گزارش می شـود می تواند ناشی از روش محاسبات تلفات ذوب کردن باشد.

اغلب واحدهای ریخته گری و ریخته گرها:

۱. تمیزی مذاب آلومینیوم را با آزمون چگالی (density test) می سنجند

۲. ترکیب شیمیایی مذاب آلومینیوم و یا قطعات ریختگی را چک می کنند

۳. خواص مکانیکی قطعات ریختگی را چک می کنند

اسـتانداردهایی وجود دارند که به ریخته گر این امکان را می دهند تا نتایج خود را با مشـتریان و یا سـایر ریخته گرها مقایسه کند و ببیند که چه عواملـی باعث بروز تفاوت در فرایندهای ریخته گـران مختلف و آلومینیوم مذاب و قطعات ریختگی آنها می شـود. اما، آنجاکـه پای یکی از بزرگتری عوامل تاثیر گذار در میان اسـت که می تواند بالقوه تاثیر منفی را بر سـود ریخته گران داشـته باشد، هیچ اسـتانداردی وجود ندارد که به واسطه آن ایشـان بتوانند درک درسـتی از تاثیر فرایند ذوب بـر هزینه های عملیاتی واحدشان پیدا کنند.

آلومینیوم ۱۰۱: اکسید آلومینیوم

اجازه دهید در مورد آلومینیوم ۱۰۱ بحث کوتاهی داشـته باشیم. یک چیـز که آلومینیوم را تا این حد عامه پسـند کرده قدرت حفاظت کنندگی فیلم اکسـید آن اسـت. این پوشش اکسـیدی زمانی شـکل می گیرد که آلومینیوم در معرض تماس با اتمسـفر قرار دارد. اگر این پوشـش آسـیب ببیند بلافاصله لایه اکسید، خود را ترمیم می کند.

این پوشـش اکسـیدی محافظ نه تنها می تواند تلفات ناشـی از ذوب ریخته گر را افزایش دهد، بلکه می تواند منجر به مشکلاتی در ماشینکاری شده و خواص مکانیکی قطعات ریختگی را نیز کاهش دهد.

تامین کنندگان آلومینیوم اولیه و ثانویه آنچه از دستشـان بر می آید را انجام می دهند تا مواد خـام خوب و تمیزی را تحویل ریخته گر بدهند. به محض اینکه آلومینیوم در کانال ها و پاتیل های انتقال و هر قالب شمشـی ریخته می شـود، اکسـید آلومینیوم تشـکیل می شـود که به تبع آن، این اکسید به کوره های ذوب و نگهدارنده ریخته گر هم راه می یابد.

آلومینیوم مذاب

مساحت سطح پاتیل مذاب آلومینیوم

پاتیل به قطر ۱۸۲ سانتیمتر

تقریبا ۲۶,۰۰۰ cm^2

ضخامت فیلم اکسید = ۰/۰۱۲۷mm

چگالی اکسید آلومینیوم ۳/۹۲gr/cm^3

با تحویل هر ۱۳۵۰۰ کیلوگرم آلومینیوم مذاب، تقریبا ۱۳۰ گرم اکسید آلومینیـوم محافظ نیز وارد کوره ذوب می شـود. زمانیکه مـذاب از تامین کننـده دریافت می شـود، ریخته گر تقریبا به ازای هـر کیلوگرم آلومینیوم مذاب، مقدار ۰/۰۰۰۰۲ کیلوگرم اکسید محافظ دریافت می کند.

شمش بزرگ (Sow)

مساحت سطح شمش بزرگ سایز متوسط

94 x 30.5 x 2 = 5730 cm^2

71 x 30.5 x 2 = 4335 cm^2

71 x 94 x 2 = 5263 cm^2

سطح کل = ۲۳,۴۳۲ cm^2

ضخامت فیلم اکسید = ۰/۰۱۲۷mm

چگالی اکسید آلومینیوم ۳/۹۲gr/cm^3

با تحویل هر ۶۷۵ کیلوگرم شـمش بزرگ آلومینیـوم، تقریبا ۱۱۷ گرم

▼جدول ۱- وزن از دست رفته ناشی از ۳٪ تلفات ذوب کردن فلز

وزن مواد ذوب شده (kg)	وزن ۳ درصد تلفات (kg)	وزن فلز قابل ریخته گری (kg)
۱۹,۸۰۰	۵۹۴	۱۹,۲۰۶

اکسید آلومینیوم محافظ نیز وارد کوره ذوب می شود. زمانیکه شمش بزرگ از تامین کننده خریداری می شـود، ریخته گر تقریبـا به ازای هر کیلوگرم آلومینیوم، مقدار ۰٫۰۰۰۰۸ کیلوگرم اکسید محافظ دریافت می کند.

شمش

مساحت سطح شمش سایز متوسط

$71 \times 10 \times 2 = 1445\ cm^2$

$71 \times 64 \times 2 = 875\ cm^2$

$10 \times 64 \times 2 = 130\ cm^2$

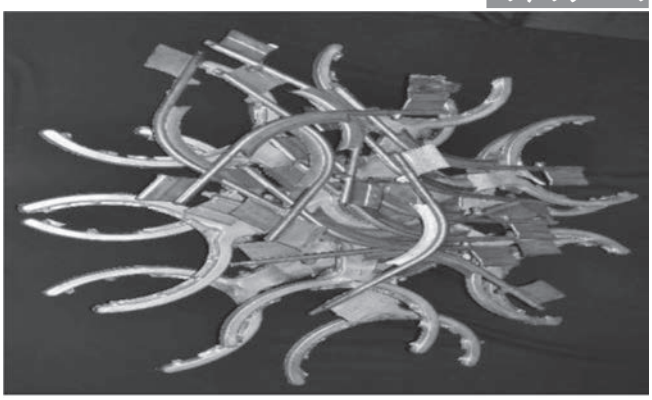
سطح کل = ۲۴۸۰۲,۴۸۰ cm^2

ضخامت فیلم اکسید = ۰٫۰۱۲۷mm

چگالی اکسید آلومینیوم ۳٫۹۲gr/cm^3

با تحویـل هر ۱۱ کیلوگرم شـمش آلومینیوم، تقریبا ۱۲ گرم اکسـید آلومینیـوم محافظ نیز وارد کوره ذوب می شـود. اکثر ریخته گران شـمش در کـوره هـای خود بار می گذارنـد. ریخته گر تقریبا بـه ازای هر کیلوگرم آلومینیوم، مقدار ۰٫۰۰۰۵۰ کیلوگرم اکسید محافظ دریافت می کند.

راهگاه و راهبارها



مساحت سطح راهگاه و راهبارها

با استفاده از نرم افزار Unigraphics

سطح کل = ۳۴۷۱ سانتیمتر مربع

ضخامت فیلم اکسید = ۰٫۰۱۲۷mm

چگالی اکسید آلومینیوم ۳٫۹۲gr/cm^3

بـا تحویل هر ۱٫۵ کیلوگرم راهگاه و راهباره آلومینیوم، تقریبا ۱۷ گرم اکسـید آلومینیوم محافظ نیز وارد کوره ذوب می شـود. زمانیکه ریخته گر راهـگاه و راهباره حاصـل از فرایند ریخته گری را در کـوره ذوب بارگذاری مـی کند، تقریبا به ازای هر کیلوگرم آلومینیوم، مقدار ۰٫۰۰۵۷۶ کیلوگرم اکسید محافظ دریافت می کند.

در خلال فرایند ذوب چه بر سـر اکسـیدهای آلومینیوم محافظ می آید و این اکسیدها در کوره ذوب به کجا می روند؟

در خـلال فراینـد ذوب، این اکسـیدهای آلومینیوم در سـه ناحیه از آلومینیوم مذاب پیدا می شوند:

۱. برخی از این اکسیدها که بر روی سطح مواد ذوب شده هستند در سطح آلومینیوم تجمع می یابند (سرباره)

۲. بعضی از این اکسـیدها درون حمام مذاب آلومینیوم به صورت فیلم های نازک به دام می افتند و می توانند برای مدتی غوطه ور بمانند

۳. برخی در کف رسوب می کنند و به دیواره های کوره نگهدارنده می چسبند

هزینه واقعی ۳ درصد تلفات ناشی از ذوب کردن چقدر است؟

برای سـالیان سـال، ریخته گران سـنتی عدد ۳٪ را بـه عنوان تلفات نرمال ناشـی از ذوب کـردن پذیرفته بودند. جـدول ۱ کیلوگرم هایی را که در خلال ذوب اول از دسـت می روند نشـان می دهد. در محاسـباتی که در ادامـه آمده قیمت مواد اولیه (شـمش یا مـذاب)، ۲٫۲۲ دلار برای هر کیلوگرم فرض شده است.

تلفـات ذوب در خلال تامین اولین مذاب مـورد نیاز ریخته گر، قیمت مـواد اولیه را به هر کیلوگرم ۲٫۲۹ دلار بـه ازای هر کیلوگرم برای ۱۹۲۰۶ کیلوگرم آلومینیوم قابل ریخته گری می رساند.

عدد ۳٪ تلفات ذوب ریخته گران سنتی برای ارایه یک پیشنهاد قیمت و عقد قرارداد جدید مناسب نیست. هنگامی که ریخته گران معادل بار یک تریلـر (حدود ۲۰۰۰۰ کیلوگرم) آلومینیـوم را ذوب می کنند، پیش از آنکه کل محمولـه مواد خریداری شـده بطور کامل به قطعـات ریختگی تبدیل شـود، ریخته گر بخشـی از این مواد را بیش از یک بار ذوب کرده است (و

▼جدول ۲- درک درست از تلفات فلز ناشی از ذوب کردن ۱۹۸۰۰ کیلوگرم آلومینیوم با فرض ۳% تلفات ذوب

وزن مواد ذوب شده (kg)	۳ درصد تلفات فلز (kg)	مواد در دسترس برای ریخته گری (kg)	۵۰ درصد وزن قطعات ریختگی (kg)	۵۰ درصد برگشتی ها (kg)
۱۹,۸۰۰	۵۹۴	۱۹,۲۰۶	۹,۶۰۳	۹,۶۰۳
۹,۶۰۳	۲۸۸	۹,۳۱۵	۴,۶۵۸	۴,۶۵۸
۴,۶۵۸	۱۴۰	۴,۵۱۸	۲,۲۵۹	۲,۲۵۹
۲,۲۵۹	۶۸	۲,۱۹۱	۱,۰۹۶	۱,۰۹۶
۱,۰۹۶	۳۳	۱,۰۶۳	۵۳۱	۵۳۱
۵۳۱	۱۶	۵۱۵	۲۵۸	۲۵۸
۲۵۸	۸	۲۵۰	۱۲۵	۱۲۵
۱۲۵	۴	۱۲۱	۶۱	۶۱
۶۱	۲	۵۹	۳۰	۳۰
۳۰	۱	۲۸	۱۴	۱۴
کل	۱,۱۵۲		۱۸,۶۳۳	
کل تلفات مذاب	۵,۸۲٪			

قسمتی از راهگاه ها و راهبارها و قطعات برگشتی ها مجددا وارد چرخه ذوب مجدد می شوند). جدول ۲ نشان می دهد که ریخته گر ممکن است بخشی از این مواد را تا ۱۰ بار هم ذوب مجدد کند، پیش از آنکه همه حدود ۲۰۰۰۰ کیلوگرم مواد خریداری شده بطور کامل مصرف شوند.

دقیق تر آن است که تلفات سنتی مذاب را ۵/۸٪ فرض کنیم و در این صورت قیمت آلومینیوم برای ریخته گر به ۲/۳۶ دلار به ازای هر کیلوگرم خواهد رسید. بدون درک درست تلفات مذاب، ریخته گر ممکن است بین ۰/۰۷ تا ۰/۰۱۴ دلار به ازای هر کیلوگرم از قطعه ریختگی فروخته شده زیان کند.

تلفات مذاب بعد از ذوب اول مواد خریداری شده حتی بیش تر هم خواهد بود، چراکه مواد برگشتی شامل راهگاه و راهباره ها نیز می شود که فیلم اکسید سطحی آنها تقریبا ۱۲ برابر فیلم اکسید سطحی شمش است، بنابراین هزینه های ذوب ریخته گر باز هم بیشتر است.

روابط مختلف بکار رفته برای محاسبه تلفات ناشی از ذوب کردن

در مقالات و منابع مختلف، سه رابطه اصلی برای محاسبه تلفات ناشی از ذوب کردن عبارتند از:

۱. کل وزن مواد جمع آوری شده از سطح آلومینیوم مذاب / کل وزن مواد بارگیری شده در کوره

۲. فلز وارد شده - فلز خارج شده + (کل مواد جمع آوری شده از سطح فلز مذاب) - کل فلز بازیافت شده / فلز وارد شده

۳. فلز وارد شده - فلز خارج شده + (کل مواد جمع آوری شده از سطح - کل مواد بازیافت شده) + (موجودی مذاب اولیه - ته مذاب باقی مانده در کوره ذوب) / فلز وارد شده

برای روشن شدن روابط سه گانه فوق، داده های ارایه شده از یک ریخته گر که از یک آلیاژ ثابت و یک کوره ذوب در فرایند ریخته گری استفاده می کند مورد تحلیل قرار می گیرد. این داده ها برای بازه زمانی یک ماهه هستند:

۱. ریخته گر کل وزن بارگیری شده در کوره را ۴۸۶۹۲۷ کیلوگرم (۲۳۹۱۸۵ کیلوگرم شمش و ۲۴۷۷۳۵ کیلوگرم راهگاه و راهباره) گزارش کرد

۲. ریخته گر کل وزن جمع آوری شده از سطح آلومینیوم مذاب (سرباره) را ۹۱۵۷ کیلوگرم گزارش کرد

۳. ریخته گر کل وزن فلز مصرف شده در فرایند ریخته گری را ۴۳۴۴۹۶ کیلوگرم گزارش کرد. این عدد حاصل ضرب تعداد ضرب های ریخته گری شده در وزن هر ضرب است.

سه داده بعدی فرضی هستند و برای نشان دادن نحوه کارکرد هر یک از سه رابطه یاد شده در نظر گرفته شده اند.

۴. در این محاسبات، نرخ بازیافت سرباره ۵۵٪ (۵۰۳۶ کیلوگرم) فرض شده است. عدد ۵۵٪ متوسط دامنه ۳۰٪ تا ۸۰٪ نرخ بازیافت سرباره آلومینیوم است.

۵. در این محاسبات، موجودی اولیه مذاب کوره ۹۰۰۰ کیلوگرم بکار خواهد رفت.

۶. در این محاسبات ته مذاب باقی مانده ۷۲۰۰ کیلوگرم بکار خواهد رفت.

بکارگیری رابطه اول برای محاسبه تلفات ناشی از ذوب:

کل وزن مواد جمع آوری شده از سطح آلومینیوم مذاب / کل وزن مواد

▼جدول ۳- وزن اکسید محافظ سطحی وارد شده به کوره و مذاب

	وزن بارگیری شده در کوره (kg)	وزن اکسید آلومینیوم وارد شده به ازای هر کیلوشارژ کوره (kg)	کل اکسید آلومینیوم سطحی وارد شده به کوره (kg)
شمش	۲۳۹,۱۸۵	۰,۰۰۰۵۰	۲۶۲,۳۵
راهگاه و راهباره ها	۲۴۷,۷۳۵	۰,۰۰۵۷۶	۳,۱۶۸
کل	۴۸۶,۹۲۰		۳,۴۳۰

بارگیری شده در کوره

کل وزن بارگیری شـــده در کـــوره ذوب - وزن همه مـواد اولیه خریداری شـده، راهگاه و راهبـاره ها، قطعات مرجوعـی از فرایند ریخته گری، قطعات مرجوعی از عملیات ثانویه و قطعات مرجوعی از مشتری که در کوره بارگیری شده است.

کل وزن مواد جمع آوری شده از سطح آلومینیوم مذاب - وزن سرباره (اکسید آلومینیوم) سرباره گیری شده از سطح آلومینیوم مذاب.

٪۱٫۸۸ = ۱,۰۸۲,۰۶۱/۲۰,۳۴۹

نتیجـه رابطه فوق با اسـتفاده از داده های ریخته گـر، عدد ۱٫۸۸٪ را برای اکسـید آلومینیوم تولید شـده در فرایند ریخته گری نشـان می دهد. کوره بان کوره ذوب نقشی اساسی در مقدار و درصد سرباره تولید شده دارد و نتیجه بسـتگی به آن دارد که با چه دقت و کیفیتی در فرایند سرباره گیری آلومینیوم مذاب از سـرباره جدا می شود. ریخته گر می تواند درصد سرباره را با بازیافت این مواد و استخراج آلومینیوم با کیفیت از سرباره کاهش دهد.

این محاسـبه درصد افت وزن ناشـی از اکسیداسـیون در خلال ذوب کـردن فلـز در یک ریخته گری را نشـان می دهد و وزن فلز بازیافت شـده یـا تبخیر احتمالی در خـلال فرایند ذوب را - مطابق با تعریف دیکشـنری McGraw-Hill - را نشان نمی دهد.

بکارگیری رابطه دوم برای محاسبه تلفات ناشی از ذوب:

فلز وارد شده - فلز خارج شده + (کل مواد جمع آوری شده از سطح فلز مذاب - کل فلز بازیافت شده) / فلز وارد شده

فلز وارد شده - عبارت است از کل وزن بارگیری شده در کوره ذوب در رابطه قبل - وزن تمام مواد (مواد اولیه خریداری شده، راهگاه و راهباره ها، قطعات ریختگی برگشـت شده از فرایند ریخته گری، قطعات برگشتی از عملیات ثانویه و قطعات برگشتی از مشتری)

فلز خارج شده - عبـارت است از کل آلومینیوم مذاب خارج شده از کوره ذوب. این داده به صورت روزانه و در بازه زمانی یک ماهه مورد مطالعه جمع آوری و گزارش شده است.

کل فلز بازیافت شده - عبارت است از کل آلومینیومی که از سرباره استخراج شده است. دامنه بازیافت بین ۳۰٪ تا ۸۰٪ است.

[486,927 – 434,496 + (9,157 – 5,036)] / 486,927 = 56,552 / 486,927 = 11.61%

عدد ۵۰۳۶ کیلوگرم در این محاسبه حاصل از بازیافت مواد جمع آوری شده از سطح آلومینیوم مذاب اسـت که مقدار اکسید آلومینیوم (سرباره) تولید شـده در فرایند ذوب را بـه ۰٫۸۵٪ کاهش می دهد، در حالیکه این عدد در نتیجه حاصل از محاسبه رابطه اول ۱٫۸۸٪ بود.

ریخته گر شمش ها، راهگاه ها و راهباره ها را جداگانه وزن کرد. جدول ۳ وزن اکسـید آلومینیوم سـطحی وارد شـده به کوره را به ازای هرکیلوگرم آلومینیوم نشـان می دهد ک پیشـتر در این مقاله در مورد ان بحث شـده است.

کل اکسید آلومینیوم سطحی محافظ بارگیری شده در کوره ذوب - که بیشتر آن از سـطح آلومینیوم مذاب جمع آوری می شود - می تواند ناشی از اکسید محافظ موجود بر روی مواد بارگیری شده در کوره ذوب باشد.

این رابطه درصد وزن تلف شـده در اثر اکسیداسیون و تبخیر در خلال فرایند ذوب فلز در ریخته گری را بر اسـاس تعریف McGraw-Hill نشـان می دهد. بیشـترین تلفات ذوب در اثر تبخیـر در خلال فرایند ذوب کردن (اختلاف بین وزن ورودی و وزن خروجی) اتفاق می افتد.

اما، این درصد از تلفات مذاب شاید کل آن چیزی نباشد که اتفاق می افتد. بخشـی از مذاب که از کوره خارج می شود ممکن است از موجودی اولیه مذاب درون کوره بوده باشـد. این رابطه تغییرات موجودی مذاب در کوره را در نظر نمی گیرد.

بکارگیری رابطه آخر برای محاسبه تلفات ناشی از ذوب:

فلز وارد شـده - فلز خارج شده + (کل مواد جمع آوری شده از سطح - کل مواد بازیافت شـده) + (مذاب اولیـه - مذاب باقی مانده در کوره ذوب) / فلز وارد شده

در رابطـه آخر همان داده هایی بکار می رود که در رابطه دوم بکار رفته انـد، با این تفاوت که موجودی اولیه و نهایی مذاب در کوره ذوب نیز لحاظ شده اند.

موجودی مذاب اولیه - ریختـه گر با اندازه گیـری عمق آلومینیوم مذاب در کوره قبل از شـروع فرایند بررسـی تلفات مذاب، می تواند حجم آلومینیوم مذاب را درون کوره محاسبه کند.

▼جدول ۴- درک درست از تلفات ذوب ناشی از ذوب کردن ۱۹۸۰۰ کیلوگرم آلومینیوم با فرض ۱۲% تلفات ذوب

وزن مواد ذوب شده (kg)	۱۲ درصد تلفات فلز (kg)	مواد در دسترس برای ریخته گری (kg)	۵۰ درصد وزن قطعات ریختگی (kg)	۵۰ درصد برگشتی ها (kg)
۱۹,۸۰۰	۲,۳۷۶	۱۷,۴۲۴	۸,۷۱۲	۸,۷۱۲
۸,۷۱۲	۱۰۴۵	۷,۶۸۳	۳,۸۳۳	۳,۸۳۳
۳,۸۳۳	۴۶۰	۳,۳۷۳	۱,۶۸۷	۱,۶۸۷
۱,۶۸۷	۲۰۳	۱۴۸۴	۷۴۲	۷۴۲
۷۴۲	۸۹	۶۵۳	۳۲۷	۳۲۷
۳۲۷	۳۹	۲۸۸	۱۴۴	۱۴۴
۱۴۴	۱۷	۱۲۶	۶۳	۶۳
۶۳	۸	۵۶	۲۸	۲۸
۲۸	۳	۲۴	۱۲	۱۲
۱۲	۱	۱۱	۵	۵
کل	۴,۲۴۲		۱۵,۵۵۳	
کل تلفات مذاب	۲۱,۴۲٪			

ته مذاب باقیمانده - ریخته گر با اندازه گیری عمق آلومینیوم مذاب در کوره پس از پایان فرایند بررسی تلفات مذاب، می تواند حجم آلومینیوم مذاب را درون کوره محاسبه کند.

[486,927 - 434,496 + (9,157 - 5036) + (9,000 – 7,200)] / 486,927 = 58,351 / 486,927 = 11.98%

این محاسبه نشـان می دهد که درصد تلفات وزنی در خلال ذوب فلز ناشی از اکسیداسیون و تبخیر است و بیشترین تلفات حین ذوب آلومینیوم در اثر تبخیر ایجاد می شود.

هزینه واقعی ۱۲ درصد تلفات ناشی از ذوب کردن چقدر است؟

مشـابه جدول ۲ بـا ۳٪ تلفات، جدول ٤ با ۱۲٪ تلفات ناشـی از ذوب کردن را نشـان می دهـد که یک ریخته گر همچنان مـی تواند این مواد را تـا ۱۰ بار ذوب کند، پیش از آنکه همه حـدود ۲۰۰۰۰ کیلوگرم مواد اولیه خریداری شده بطور کامل مصرف شوند.

جدول نشـان می دهد که بـا ۱۲ درصد تلفات ناشـی از ذوب کردن، ریخته گر در کل ٤۲٤۲ کیلوگرم از ۱۹۸۰۰ کیلوگرم مواد اولیه ذوب شـده را از دسـت می دهد که معادل ۲۱ درصد اسـت. هزینه شـمش آلومینیوم خریداری شـده از ۲٫۲۲ دلار به ازای هر کیلوگرم به ۲٫۸۲ دلار به ازای هر کیلوگرم می رسد. اگر ریخته گر قرارداد جدیدی را با فرض ۳ درصد تلفات ناشـی از ذوب کردن بپذیرد، در حالیکه تلفات ناشی از ذوب کردن در واقع ۱۲ درصد باشـد، آنگاه به ازای هر کیلوگرم قطعه تحویل داده شده ۰٫۵۳ دلار زیان خواهد کرد.

نتیجه

بـه طور معمول، مهمترین نگرانی ریخته گر برآورده سـاختن الزامات کیفی مورد نظر مشتری و تحویل به موقع است و اینکه در نهایت سود کند. اصلی ترین نگرانـی واحد ذوب، تامین مذاب آلومینیوم تمیز از مواد اولیه خریداری شـده از تامین کننده و نیز راهگاه و راهباره ها، قطعات ریختگی برگشتی از فرایند ریخته گری و عملیات ثانویه و قطعات ریختگی مرجوعی از مشتری می باشد. به همین علت، ریخته گرها به ندرت بر تحلیل این موضوع تمرکز می کنند.

لازم اسـت کـه انجمن های مربوطه و دانشـگاه ها قـدم پیش نهند و ریخته گران را در درک درسـت تلفات ناشـی از ذوب کـردن یاری دهند تا ایشان بتوانند بر تلفات ناشی از ذوبشان کنترل داشته باشند.

ریخته گر باید بداند زمانیکه هزینه های کارگاه خود را محاسبه می کند و بر این اساس پیشنهاد قیمت ارایه می دهد، کل تلفات ناشی از ذوب کردن برای یک ظرفیت محموله شمش (بار تریلر) را درنظر بگیرد.

اگر ریخته گر در محاسـبات مربوط بـه هزینه های کارگاه و قیمت تمام شـده قطعه ریختگی عدد مربوط به تلفات مذاب را به درستی لحاظ نکند، تلفات ناشی از ذوب کردن تبدیل به قاتل خاموش کسب و کار او می شود.

مرجع

M. Evans, Understanding Melting Loss during Metal Melting, NADCA Die Casting Congress and Exposition, 2015

نسوز در کوره های کارگاه ریخت آلومینیوم

قسمت دوم

ترجمه: سیامک فتحی

نکاتی در مورد مکانیزم خوردگی

آلومینیوم می تواند با اکسیدهای موجود در سطح نسوز و درون حفره ها واکنش دهد. اگر این واکنش در سطح باشد، حاصل واکنش (سیلیسیم) به صورت مایع در مذاب آلومینیوم حل و از ناحیه واکنش خارج می شود و در نتیجه افزایش حجمی در نسوز اتفاق نخواهد افتاد.

اثر حجمی واکنش بر سطح نسوز منفی است و این بدان معنی است که فیلم پیوسته ای تشکیل نخواهد شد. اگر آلومینیوم با اکسیدی درون حفره واکنش دهد، مذاب حاصل از واکنش (که سیلیسیم است) درون حفره متبلور می شود، چراکه نقطه ذوب آن ۱۴۱۰ درجه سانتیگراد است، در حالیکه دمای مذاب زیر ۸۰۰ درجه سانتیگراد است. در این حالت، محصول واکنش باید در محاسبات حجمی درنظر گرفته شود. بنابراین دو مقدار برای اثر حجمی حاصل از واکنش وجود دارد - در سطح نسوز و درون حفره ها (جدول ۱).

اثر حجمی واکنش در سطح منفی است؛ محصولات واکنش فضای کمتری را در مقایسه با عوامل درگیر در واکنش اشغال می کنند و معنی آن این است که فیلم پیوسته ای ایجاد نخواهد شد و آلومینیوم به نفوذ به درون نسوز ادامه خواهد داد. سیلیسیمی که درون حفره ها پدیدار می شود (به ویژه در انتهای بسته حفره ها) متبلور خواهد شد و اثر حجمی برخی واکنش ها مثبت خواهد بود که معنی آن این است که محصولات واکنش می توانند حفره ها را پر کرده و سبب بادکردگی و ترک شوند (جدول ۲).

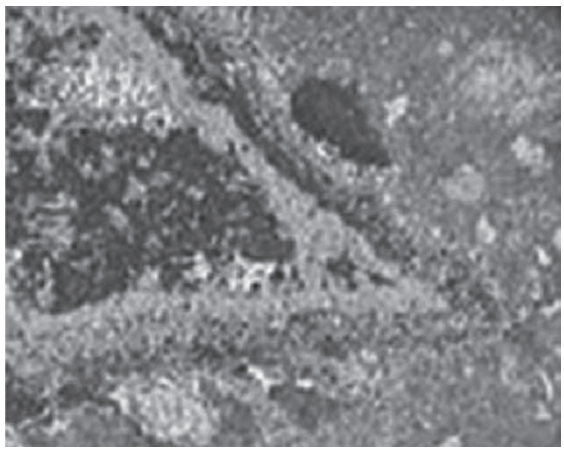
فیلم متخلخل اکسید آلومینیوم حاصل، مانعی بر سر راه ادامه واکنش آلومینیوم با اجزای سازنده نسوز نخواهد بود. آلومینیوم و منیزیم مذاب به نفوذ خود به درون نسوز ادامه می دهند و این نفوذ از طریق حفره هایی که توسط محصولات واکنش مسدود نشده و یا حفره هایی که در اثر واکنش با اثر حجمی منفی ایجاد شده اند صورت می گیرد. ترکیبات آلومینا سیلیکات به واکنش ادامه داده، حفره ها با آلومینیوم پر شده و فلزین شدن نسوز اتفاق می افتد. مهندسانی که با کوره های ذوب و نگهدارنده کای می کنند با این پدیده ای غریبه نیستند (شکل های ۱ تا ۳).

▼ جدول ۱- فشار موئینگی مذاب آلومینیوم ($Pa \times 10^3$) در حفره ها با ابعاد مختلف برای زوایای مختلف تر شدن.

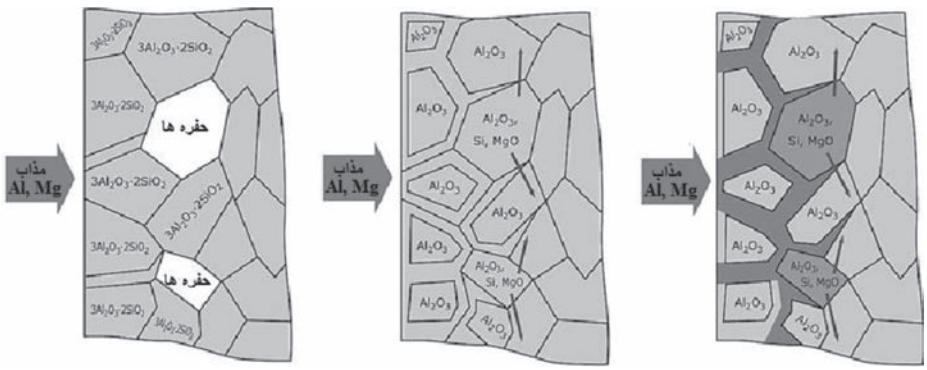
	شعاع حفره بر حسب میکرومتر						
زاویه تر شدن (°)	5	10	15	20	25	30	40
95	0.30	1.50	1.00	0.75	0.60	0.50	0.37
100	0.60	3.00	2.00	1.50	1.20	1.00	0.75
110	1.17	5.85	3.90	2.92	2.34	1.95	1.46
120	1.72	8.61	5.74	4.31	3.44	2.87	2.15
130	2.20	11.02	7.35	5.51	4.41	3.67	2.75
140	2.61	13.09	8.72	6.54	5.23	4.36	3.27

▼جدول ۲- تاثیر حجمی واکنش آلومینیوم با اکسیدها

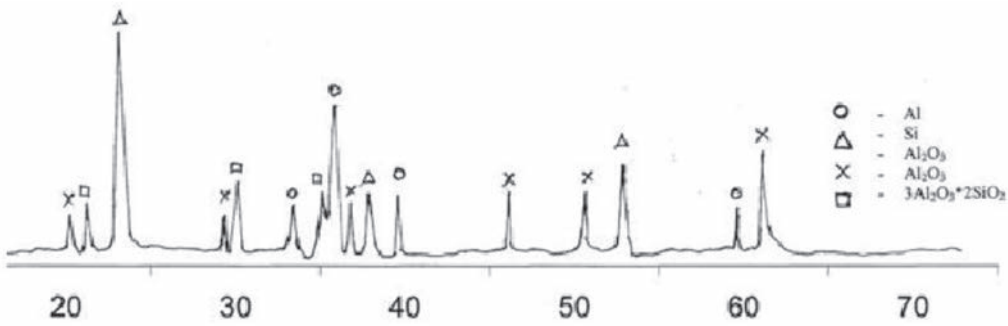
شماره	واکنش	ΔG (kJ/mol)	$\Delta V/V$ (%, اثر حجمی)	
			روی سطح	در حفره ها
4.1	$4Al + 3SiO_2 = 2Al_2O_3 + 3Si$	−528.25	−47.25	−81.10
4.2	$8Al + 3 \times Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 = 13Al_2O_3 + 6Si$	−110.80	−66.20	−80.4
4.3	$2Mg + SiO_2 = 2MgO + Si$	−97.20	−44.30	−68.05
4.4	$3Mg + Al_2O_3 = 3MgO + 2Al$	−39.00	−49.70	−49.70
4.5	$Mg + 2Al + 2SiO_2 = MgO \cdot Al_2O_3 + 2Si$	−72.50	−49.88	−80.20
4.6	$Mg + 0.5O_2 + Al_2O_3 = MgO \cdot Al_2O_3$	−33.50	−99.00	−99.00
4.7	$Mg + 2O_2 + 2Al = MgO \cdot Al_2O_3$	−65.80	116.40	116.40
4.8	$3Mg + 3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 = 3\ MgO + 2Si + 3Al_2O_3$	−72.50	−77.80	−94.70
4.9	$3Mg + 3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 = 3MgO \cdot Al_2O_3 + 2Si$	−82.50	−83.50	100.30



▲شکل ۱- نسوز فرسایش یافته در اثر نفوذ آلومینیوم



▲شکل ۲- سازوکار تخریب نسوز ناشی از اثر منفی حجمی واکنش آلومینیوم با نسوز



▲شکل ۳- نمودار تفرق اشعه X نفوذ تخریب نسوز آلومینا سیایکایی توسط آلومینیوم

▼جدول ۳- گروه های آلیاژهای آلومینیوم

آلیاژهای ریختگی	گروه بندی آلیاژهای کارپذیر	گروه آلیاژی
1XXXO	1XXX	غیرآلیاژی
2XXXO	2XXX	Al-Cu
	3XXX	Al-Mn
4XXXO	4XXX	Al-Si
5XXXO	5XXX	Al-Mg
6XXXO	6XXX	Al-Mg-Si
7XXXO	7XXX	Al-Zn
	8XXX	Al-Li, other

▼جدول ۴- برخی مواد نسوز برای کوره های ذوب و نگهدارنده

	ترکیب %			خواص				
نوع	Main component	Al_2O_3	BaO, %	Density, g/sm^3	Porosity, %	Shrinkage, %, 800°C	CCS, MPa (for castables – after 800°C)	توضیحات
لایه کاری در تماس با آلومینیوم								
Brick	Alumina	72	4.5	–	20	–	50	
Brick	Boxite	78.5	4.8	3	–	–	115	
Brick	Boxite	83	1.9	3	14.5	–	110	
Brick	Boxite	80	–	2.96	12.5	–	210	
Concrete	Boxite	80.9	–	2.88	19	−0.2	85	LCC
Concrete	Boxite	74	–	2.95	13–15	−0.2	140	LCC
Concrete	Alumina	80	6	2.93	13–15	−0.2	95	LCC
Concrete	High alumina	68	–	2.5	13–15	−0.3	80	LCC
لایه کاری پالاتر از مذاب								
Brick	Fireclay	42	–	2.31	16	–	60	
Concrete	Fireclay	48	–	2.3	18–22	−0.3	45	
Concrete	Fireclay	46	–	2.28	18–22	−0.4	90	
Concrete	Fireclay	45	–	2.1	18–22	−0.3	25	
لایه مانع								
Concrete	Fireclay	48	1.7	1.1	20–25	−0.5	3	0.29
Concrete	Fireclay	30	–	1.87	20–25	0.6	20	0.75
Voncrete	Fireclay	49	–	1.7	20–25	–	15	0.5
سقف								
Brick	Fireclay	30	–	1	55	–	3	طاق
Concrete	Fireclay	48	–	2.32	18–22	−0.2	45	سقف تخت
Concrete	–	30	–	0.8	18–22	−0.4	1.5	عایق
Concrete	Fireclay	46	–	2.28	18–22	−0.4	90	سقف تخت

سـدیم موجود در سـطح مذاب آلومینیوم هم مـی تواند در خوردگی نسوز نقش داشته باشد. واکنش های ۱ و ۲ با اثر حجمی منفی اتفاق می افتند که این دو هم تشکیل فیلم یکپارچه آلومینا را تشویق نمی کنند:

رابطه ۱ $3Na_2O.11Al_2O_3 + 2Al = 6Na + 34Al_2O_3$

رابطه ۲ $Na + SiO_2 = 2Na_2O + Si$

در رابطه با تشکیل آلومینات سدیم نیز می توان گفت: چگالی آلومینا ۳۳٫۹۶ g/cm اسـت، در حالیکه چگالی آلومینات سدیم۳۲٫۶۹ g/cm می باشد.

رابطه ۳ $Al_2O_3 + Na_2O = 2NaAlO_2$

در صنعـت اعتقادی وجود دارد که می گوید خوردگی نسـوز توسـط آلومینیوم مذاب رابطه معکوس با مقدار آلومینای موجود در نسوز دارد. این دیدگاه الزاما درسـت نمی باشد، چراکه آلومینا می تواند با منیزیم واکنش داده و اسپینل منیزیا آلومینا تولید کند. جدول ۱ این رابطه را با اثر افزایش حجم نشـان می دهد که می تواند منجر به بادگردگی و ترک خوردن منجر شود.

همانطورکه پیشـتر گفته شد، نسوزهای رسی، مولایتی و آلومینایی در لایـه ای که در تماس با مذاب آلومینیوم اسـت بکار می روند. نسـوزهایی از جنس کاربید سیلیسـیم، تیتانات آلومینیوم، زیرکونیم و منیزیا هم مورد آزمایـش قرار گرفته انـد. نتایج چنین آزمـون هایی را نمی تـوان ناموفق دانسـت. می توان چنین گفـت که مواد مذکور دامنـه کامل خواص مورد انتظار از نسـوز را پوشـش نمی دهند. در مقادیر محدود، این مواد امروزه بکار می رونـد (مثلا در بوته ها برای ذوب آلومینیوم برای دایکسـت تحت

▲ شکل ۴- خرابی کوره نگهدارنده آجری. آلومینیوم نفوذ کرده از درز بین آجرها به وضوح دیده می شود.

فشـار پایین، کانال های بین کوره ذوب و نگهدارنده برای آلیاژهای خاص، بلوک مشعل ها، بلوک سوراخ تخلیه کوره های ثابت).

هنوز هم نسوزهای آلومینا سیلیکاتی با ساختار کنترل شده و افزودنی های ضد تر شدن انتخاب ارجح برای کوره های آلومینیوم هستند.

همانطورکه قبلا هم گفته شـد، نسـوزهای آلومینا سـیلیکاتی از آنچه که نسـوز ایده آل بـرای تماس با آلومینیوم مذاب باید باشـد فاصله زیادی دارند. با این حال سـاختارهای اصلاح شـده نسوز آلومینا سیلیکاتی گاها بین ۱۰ تا ۱۵ سال کار می کنند که در واقع با عمر مفید فنی یک محصول مطلوب برابری می کند. سه رویکرد در دستیابی به این هدف لازم هستند: افزودنی های ضد تر شـدن، افزایش درصد آلومینا و اصلاح سـاختار. لازم است توجه شـود که نگرش های سطحی در تولید نسوزهایی که کمابیش در برابر آلومینیوم مذاب مقاوم هسـتند و دست کم گرفتن عوامل یاد شده موانعی در راه دستیابی به به نتیجه مطلوب هستند: افزودن عوامل ضد تر شدن به مواد رسـی با حفره های بزرگ و درصد پایین آلومینا نتیجه بخش نخواهد بود؛ جرم های ریختنی فشرده بدون عوامل ضد تر شدن به تدریج خورده خواهند شد و کوراندوم در فصل مشترک مذاب و نسوز و هوا پدیدار خواهد شـد. برای دستیابی به عمر مناسـب نسوز باید هر سه رویکرد را در نظر داشت.

آلیاژهای سـری چهـار، پنج و هفت (جدول ۳) که حاوی سیلیسـیم، منیزیم و روی هسـتند بیشـترین خورندگی را دارند. در کـوره های تولید هاردنرها، دمای کاری بالاتر اسـت و عوامل ضد تر شـدن به سرعت تجزیه می شـوند (که خود منجر به ایجاد حفرات اضافی در سـاختار نسـوز می شـود). اغلب، نسـوزهای بدون عوامل ضد تر شـدن در کـوره های تولید هاردنرها بکار می روند.

مواد نسوز

امـروزه، آجرهای رسـی مرسـوم برای نسـوزکاری حمام مـذاب کوره های ذوب آلومینیوم کاربردی ندارند. آلومینای موجود در نسـوزهای کوره آلومینیوم در محدوده ۵۷ تا ۸۵ درصد قرار دارد. نسـوزهایی با صد درصد آلومینا هم عمر مفید بالایی ندارند، در حالیکه هزینه آنها بالاست.

در حال حاضر جرم هـای ریختنی بیش از آجر به کار می روند. اصلی ترین اصل در نسـوزهای مقاوم به خوردگی (چه آجری و چه جرم ریختنی) کـه مقاوم به آلومینیم هسـتند تخلخل پایین آنهاسـت (کمتر از ۱۳ تا ۱۵ درصـد) و نفوذپذیـری پایین در برابـر گاز (کمتر از ۰٫۴ تـا ۰٫۵ میرومتر مربع)، و در عین حال ابعاد حفره ها موچکتر از ۳ تا ۴ میکرومتر است.

آجرهای پیشـرفته برای آلومینیوم مذاب از بوکسـیت سـفید با مقدار پایین آهن تهیه می شـوند، حفره های آنها ریز اسـت، باند فسفاتی دارند و حاوی سـولفات باریم هسـتند. فیلر برای جرم های ریختنی کم سیمان و فوق کم سـیمان بوکسـیت یا آلومینا اسـت (و رس به ندرت استفاده می شود).

اغلـب، عمر کوره هـای ذوب از کـوره های نگهدارنده کمتر اسـت، چراکه تنش های حرارتی و ضربه های مکانیکی در کوره ذوب بیشتر است. در نتیجه الزامات در مورد مقاومت به شـوک حرارتی و استحکام برای کوره های ذوب سخت گیرانه تر است.

درگیـری های مکانیکی عاملی جدی در کوره های ذوب اسـت که در آنها شـمش و بیلت ذوب می شود. وزن این شمش ها ممکن است به چند صد و حتی هزاران کیلوگرم برسـد و هنگامی که سقوط می کنند، حتی از ارتفاع کم، ضربه بسـیار شدید است. در صورت مجهز بودن کوره به همزن مغناطیسی، نسوز باید به سایش نیز مقاوم باشد.

می توان گفت که تقریبا شـوک حرارتی در کوره های نگهدارنده وجود ندارد (اگر درب شـارژ کوره و سـوراخ ورود مذاب به درون کوره را مستثنی کنیم). نسوزهای کوره ذوب باید در برابر شوک های حرارتی ناشی از شارژ شـمش و فلز سرد مقاوم باشند. همچنین، در آغاز فرایند ذوب، فلز بیش از حد داغ می شـود و این دما بیش از حد لازم برای کوره نگهدارنده اسـت. گرم شـدن بیش از حد فلز در بدو کار اجتناب ناپذیر است، هرچند ممکن است منجر به ترک خوردن شود.

تکنولـوژی جرم هـای ریختنی بـرای نسـوزکاری کوره هـای ذوب و نگهدارنده بیشـتر بـه کار می رود. ملات و فاصله بیـن آجرها نقطه ضعف نسوزکاری با آجر است. تخلخل ملات بین درز آجرها تا دوبرابر تخلخل آجر هم می رسـد و اندازه و توزیع حفره ها تحت کنترل نیست. همچنین، لازم است عامل انسـانی را هم در نظر گرفت، از جمله عدم یکنواختی درز بین آجرها، حفره های برجای مانده و امثالهم (شکل ۴).

نسوزکاری با آجر البته مزایایی هم دارد. در کوره های نگهدارنده کمتر در معرض تعامـلات مکانیکی قرار می گیرد. درز بیـن آجرها عاملی برای جلوگیری از پیشـرفت ترک است. اما، با نفوذ آلومینیوم به درز بین آجرها و نفوذ آلومینیوم به درون نسوز تعادل گرمایی نسوز و کوره را بر هم می زند.

جـرم های کم سـیمان (LCC) و فـوق کم سـیمان (ULCC) با فیلر

آلومینا کاربرد بیشتری در مقایسه با جرم های با سیمان متوسط (MCC) پیدا کرده اند. مزیت نسوزکاری با جرم در نبود درز است. از نظر استحکام، LCC و ULCC کاملا با آجر قابل مقایسه و حتی در مواردی برتر است. اما، قابلیت درز در جلوگیری از پیشرفت ترک امتیازی برای نسوزکاری با آجر است. از یک منظر، عامل تاثیرگذاری نیروی انسانی نکته ای منفی برای جرم های ریختنی است.

پیشتر تصور بر این بود که دمای مذاب درون کوره در دامنه ۷۵۰ تا ۸۰۰ درجه سانتیگراد و در زیر سقف زیر ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد است. امروزه اما عقیده بر این است که بر حسب شدت فرایند ذوب کردن آلومینیوم و گاه، در آغاز ذوب شدن، دمای آلومینیوم در تماس با نسوز می تواند تا ۹۰۰ درجه سانتیگراد هم برسد. عوامل ضد تر شدن در چنین دمایی تجزیه شده و تاثیر آنها از بین می رود. در این شرایط بهتر است از نسوزهایی بدون افزودنی های ضد تر شدن استفاده شود که به واسطه قابلیت نفوذ کمتر و اندازه حفره های ریزتر و توزیع مناسب تر آنها مقاومت به خوردگی بیشتری دارند.

لایه ای از نسوز که سطوح بالاتر از سطح مذاب را در کوره تشکیل داده و در معرض تماس با شعله و محصولات احتراق هستند از جرم ها و آجرهای الومینا سیلیکاتی تشکیل می شوند. دماها در دامنه ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد است و حتی گاه در زیر سقف به ۱۲۰۰ درجه سانتیگراد هم می رسد، بنابراین نسوز در شرایط دشواری کار نمی کند.

لایه مانع باید جلوی نفوذ آلومینیوم به لایه عایق حرارتی را بگیرد. وجود لایه مانع برای نسوزکاری با آجر قطعا لازم است، اما برای نسوزکاری با جرم ریختنی بهتر است که باشد (چراکه تضمینی برای آن که ترک قطعا از لایه جرم ریختنی عبور نکند وجود ندارد). لایه مانع هم از جرم ریختنی تشکیل شده، اما نیازی به آن نیست که حاوی افزودنی های ضد تر شدن باشد (هرچند که برخی گاها این کار را می کنند).

کوره های جدید طاق قوسی ندارند و سقف های آویز و صاف بیشتر رایج هستند. سقف می تواند از دو یا سه لایه تشکیل شود (تا حرارت کمتری از این طریق تلف شود). گاهی سقف را از بلوک های مونولیتیک می سازند، اما لازم است که روی آن با مواد عایق حرارتی پوشانده شود. الزامات نسوز سقف، شامل نسوز با مقاومت متوسط در برابر شوک حرارتی و بدون دفرمگی در دمای ۱۲۰۰ درجه سانتیگراد (یا نسوزندگی بیش از ۱۵۰۰ درجه سانتیگراد) است. اغلب مواد سقف را جرم های ریختنی مرسوم با فیلر رسی تشکیل می دهد. لایه دوم از جرم ریختنی عایق حرارت تشکیل شده و لایه سوم هم می تواند از تخته های فیبری تشکیل شود.

سوراخ ورود مذاب جایی است که در معرض بیشترین فرسایش قرار دارد. مواد نسوز سوراخ ورودی باید در برابر رفتگی، شوک های مکانیکی و شوک های حرارتی مقاوم باشد. اگر مواد سوراخ ورودی شسته شود مسیری برای جریان حرارت باز شده و کارکرد درست کوره را تحت تاثیر قرار می دهد. بخش تحتانی سوراخ ورودی مذاب از جرم های ریختنی یا آجرهای با استحکام بالا ساخته می شود، در حالیکه قسمت های فوقانی از از جرم هایی با مقاومت کافی در برابر شوک حرارتی درست می شوند. گاه فیبرهای فلزی به جرم های ریختنی اضافه می شوند تا مقاومت به سایش و شوک حرارتی را در آنها افزایش دهند.

می توان از مواد عایق مختلف در کوره های ذوب و نگهدارنده استفاده کرد. استفاده از مواد فیبری در کف کوره مرسوم نیست، اما می توان از آنها در دیواره ها و سقف استفاده کرد. موادی با مقاومت به دما و فشار بالا در کف کوره بکار می روند. عایق های فیبری و تخته های سیلیکات کلسیم موثرترین موانع در برابر حرارت هستند. گاه جرم های ریختنی با ورمیکولایت، فیبرها و گرانول های رسی سبک هم پیشنهاد شده اند. رویکرد اخیر در طراحی کوره ها کاستن از ضخامت نسوز با استفاده از عایق های حرارتی کارامد است.

عناصر طراحی لایه بندی

گرانروی (viscosity) آلومینیوم مذاب نزدیک به گرانروی آب است. یکی از اصول جلوگیری از نفوذ الومینیوم (و نشتی آن از میان ترک ها) طراحی نسوز کوره به شکلی است که آلومینیوم در لایه های کاری نسوز منجمد و متبلور شود و به عبارت دیگر، در لایه های کاری دمای آن به زیر دمای انجماد برسد). رسیدن به دمای انجماد در لایه مانع پذیرفته است، در حالی که رسیدن به این دما در لایه عایق کوره قابل قبول نیست.

محاسبه موقعیت دمای انجماد در لایه های نسوز بخشی از محاسبات تعادل گرمایی (که البته مسئله دشوار و پیچیده ای است) و محاسبه شار گرما از بین لایه های نسوز (دیوارهای جانبی یا کف کوره) است. شار گرمایی در نقاط مختلف کوره متفاوت است.

مقاومت کلی در برابر شار حرارت در نسوز چند لایه، Rk، برابر با مجموع مقاومت هر یک از لایه ها در نسوز است:

$$R_k = R\alpha i + R\lambda 1 + R\lambda 2 + R\lambda 2 + R\lambda 3 + R\alpha a$$ رابطه ۳

و هدایت گرمایی λ رابطه عکس با مقاومت در برابر جریان گرما دارد:

$$\lambda = 1/Ri.$$ رابطه ٤

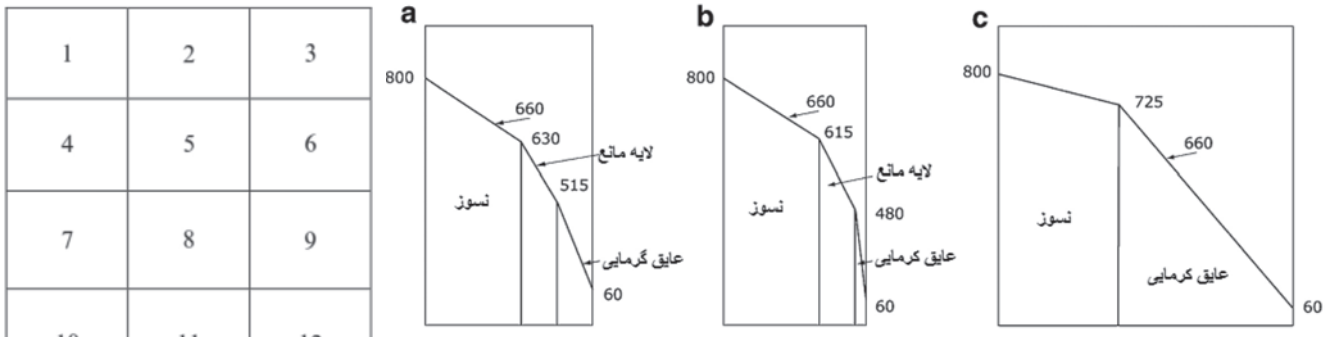
کل شار گرما از میان لایه های نسوز از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$Q = Sk(ti - ta)$$ رابطه ٥

و افت دما در هر لایه برابر است با:

$$t_i - t_{i-1} = (t_i - t_a)R\alpha i/R_k$$

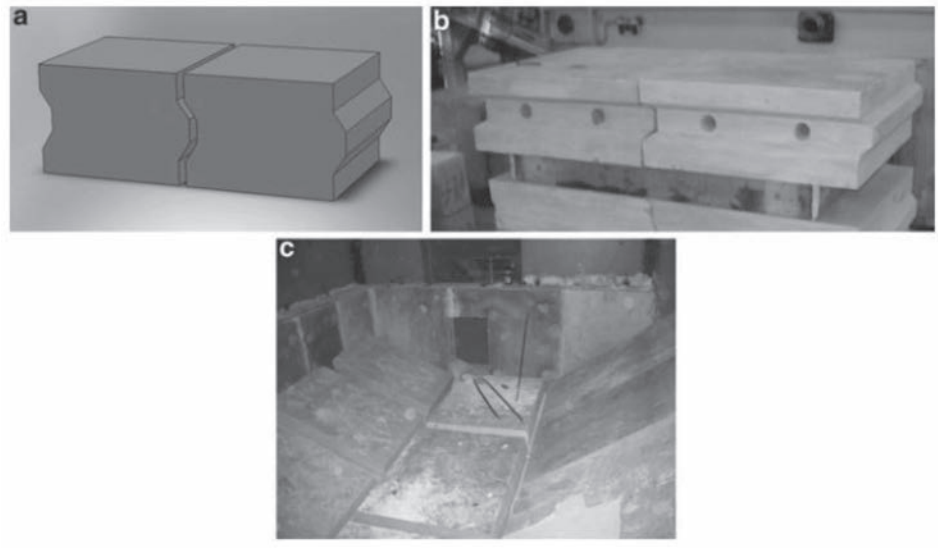
در اواسط دهه ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ میلادی، ضخامت مجموع لایه های نسوز و عایق در کف کوره به ۱۰۰۰ میلیمتر هم می رسید، همانطورکه در شکل ٥a نشان داده شده است. تناقض در آن است که داشتن لایه عایق اضافی - که هدف از آن کاستن از شار گرما از میان نسوز است - اجازه نمی دهد که لایه عایق خواص خود را بروز دهد، چراکه دمای انجماد



▲ شکل ۵- گرادیانن دما در نسوزها. (a) نسوز سه لایه با دمای انجماد آلومینیوم در لایه کاری؛ (b) نسوز سه لایه با دمای انجماد آلومینیوم در لایه کاری؛ (c) نسوز دو لایه با دمای انجماد آلومینیوم در لایه عایق.

1	2	3
4	5	6
7	8	9
10	11	12

▲ شکل ۶- مش بندی کف مورہ



▲ شکل ۷- شکل نسوزکاری (a) پیش ساخته (b) بلوک در نسوز کف و (c) کوره نگهدارنده.

آلومینیوم به درون لایه عایق منتقل می شود. هنگامی که آلومینیوم مذاب به لایه های عایق برسد هدایت حرارتی نسوز به شدت افزایش پیدا می کند. نتیجه چنین پدیده ای گرم شدن بیش از حد دیواره های کوره است.

مواد عایق مرسوم هدایت گرمایی پایینی دارند و در برابر گرادیان های بزرگ گرما مقاوم هستند. چنین خواصی این قابلیت را ایجاد می کند که نسوز را سه لایه یا حتی چهار لایه طراحی نمود (شکل 5b). نقطه انجماد آلومینیوم اغلب در لایه کاری نسوز قرار می گیرد، در حالیکه ضخامت دیواره ها در حدود ٤٠٠ تا ٥٠٠ میلیمتر شده اند (البته ضخامت در کف در حدود ٦٠٠ میلیمتر است).

از آنجایی که عایق گرما از موادی با تخلخل بسیار بالا ساخته می شوند، لازم است که از آنها در برابر نفوذ شیرابه جرم ریختنی محافظت شود و این کار با فیلم های پلیمری یا مواد مشابه صورت می گیرد.

اگر از تکنولوژی جرم ریختنی برای نسوزکاری کف کوره استفاده می شود باید کف کوره مش بندی شود. برای نسوزکاری دیوارها از ریختن جرم و یا پاشش می توان استفاده کرد.

بتن ریزی کف با قالب بندی انجام می شود (شکل ٦) که فضاهایی مربعی ایجاد می کند. بتن ریزی به صورت یکی در میان صورت می گیرد (مثلا قالب های ١، ٣، ٥، ٧، ٩ و ١١ در یک مرحله و قالب های ٢، ٤، ٦، ٨، ١٠ و ١٢ در مرحله بعد ریخته می شوند). در مواردی که نسوز کوره چند لایه دارد، در هر مرحله تنها یک لایه باید ریخته شود. درزها در امتداد هم نخواهند بود، بلکه شکل خاصی دارند (شکل ٧). دیواره های کناری هم به صورت یکی در میان ریخته می شوند.

مرجع

Andrey Yurkov, Refractories for Aluminum, Electrolysis and the Cast House

صنایع نگین آلومینیوم گلپایگان
Negin Aluminium Golpayegan

همچون نگینی در صنعت آلومینیوم کشور

www.negincompany.com

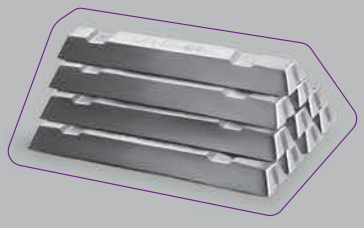
خدمات ما

سامانه پیامکی فروش
+۹۸ ۱۰۰۰۴۸۰۶۷

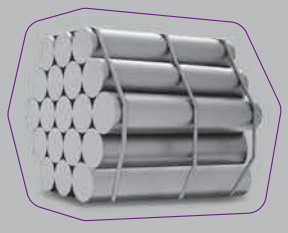
کد دستوری USSD
*۵۰۰*۶۰۰#

اَپ نگین همراه

- تولید آلیاژ آلومینیوم به صورت شمش، بیلت و پیگ هزار پوندی
- تولید نیمکره آلومینیومی (جهت اکسیژن‌زدایی در فولاد)
- تامین و توزیع مواد اولیه مرتبط با صنعت آلومینیوم
- تولید گرانول آلومینیومی



▪ شمش آلومینیومی



▪ بیلت آلومینیومی

▪ نیمکره آلومینیومی

دفتر تهران:
بلوار آیت الله کاشانی، بین وفا آذر شمالی و عقیل پلاک ۳۴۸، طبقه ۳، واحد ۱۰
تلفن: ۴۴۰۳۶۰۰۸ / ۴۴۰۳۶۰۰۷ / ۰۲۱ - ۴۹۱۵۴۰۰۰

کارخانه:
گلپایگان، شهرک صنعتی گلپایگان، خیابان تعاون ۲، پلاک ۲۰۲
تلفن: ۰۳۱-۵۷۰۳۰

neginaluminium | neginaluminium | info@negincompany.com

SHAHROOD, ALUMINUM INDUSTRIES

شرکت صنایع آلومینیوم

شاهرود قطعه

تولید قطعات آلومینیومی و زاماك به روش دایکست

• دارای واحد قالب سازی • مجهز به دستگاه‌های رباتیک • دارای متخصصین مجرب در صنعت ریخته گری

شاهرود شهرك صنعتی
خیابان کوشش
www.shahrud-daiecast.com

(023) 32511930- 2
09124736098

AXON

Axon Dej Alvand

شرکت اکسون دژ الوند نماینده انحصاری ماربو ایتالیا در ایران

سیستم های پاشش

روانکارهای گرانول و روغن پلانجر

انواع گریس و مواد کمکی قالب دایکست

جدا کننده های پایه آبی قالب

آنتی سولیدر

مبتکر ساخت صفحه های محافظ

دستگاه از جنس کامپوزیت

Designed By:M.R.Torabi

شماره های تماس : ۸۸۷۷۲۸۴۹ - ۸۸۷۷۲۸۶۲

فروش : ۰۹۳۰۶۸۱۱۰۸۶

www.axondej.com

Address : No. 41 - Khalilzadeh alley- Above Vanak Square-Valiasr Street- Tehran-Iran

ISO/TS 16949
Registered Firm
IMQ CSQ AUTO

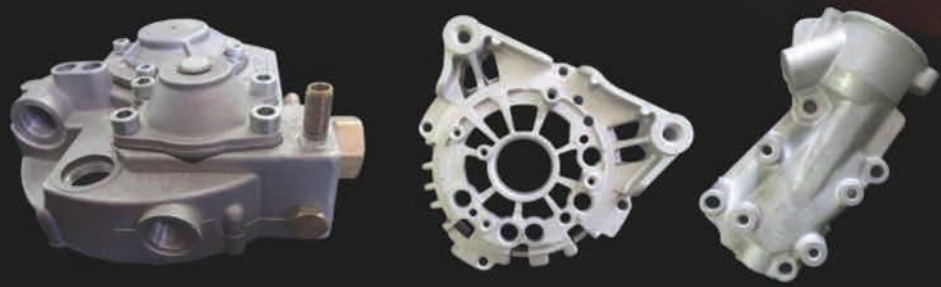
تکنوگراف
TECHNO - GRAPH

ریخته‌گری و قالب‌سازی تکنوگراف

در همکاری با ما آسوده خاطر باشید

تولید قطعات صنعتی و خودرو به روش ریخته‌گری دایکست از آلیاژ آلومینیوم و روی

طراحی و ساخت قالب‌های دایکست



شرح امکانات

- واحد کنترل کیفیت
- واحد ریخته‌گری و پرداخت‌کاری
- واحد طراحی و قالب‌سازی
- واحد ماشین‌کاری

زمینه فعالیت

- صنایع خودرو
- صنایع گاز و لوازم خانگی
- صنایع الکترونیک و مخابرات
- صنایع ساختمان و تاسیسات
- صنایع برق

آدرس: تهران، جاده آبعلی، منطقه صنعتی خرمدشت، بیست متری غربی، پلاک ۷۲
تلفن: ۹۰ ۲۰ ۲۱ ۷۶ و ۷۰-۶۷ ۶۵ ۲۱ ۷۶ ۰۲۱ **فکس:** ۸۹ ۲۰ ۲۱ ۷۶ ۰۲۱
www.technographco.com

Zobiranian.Co

شرکت آلیاژسازان ذوب ایرانیان

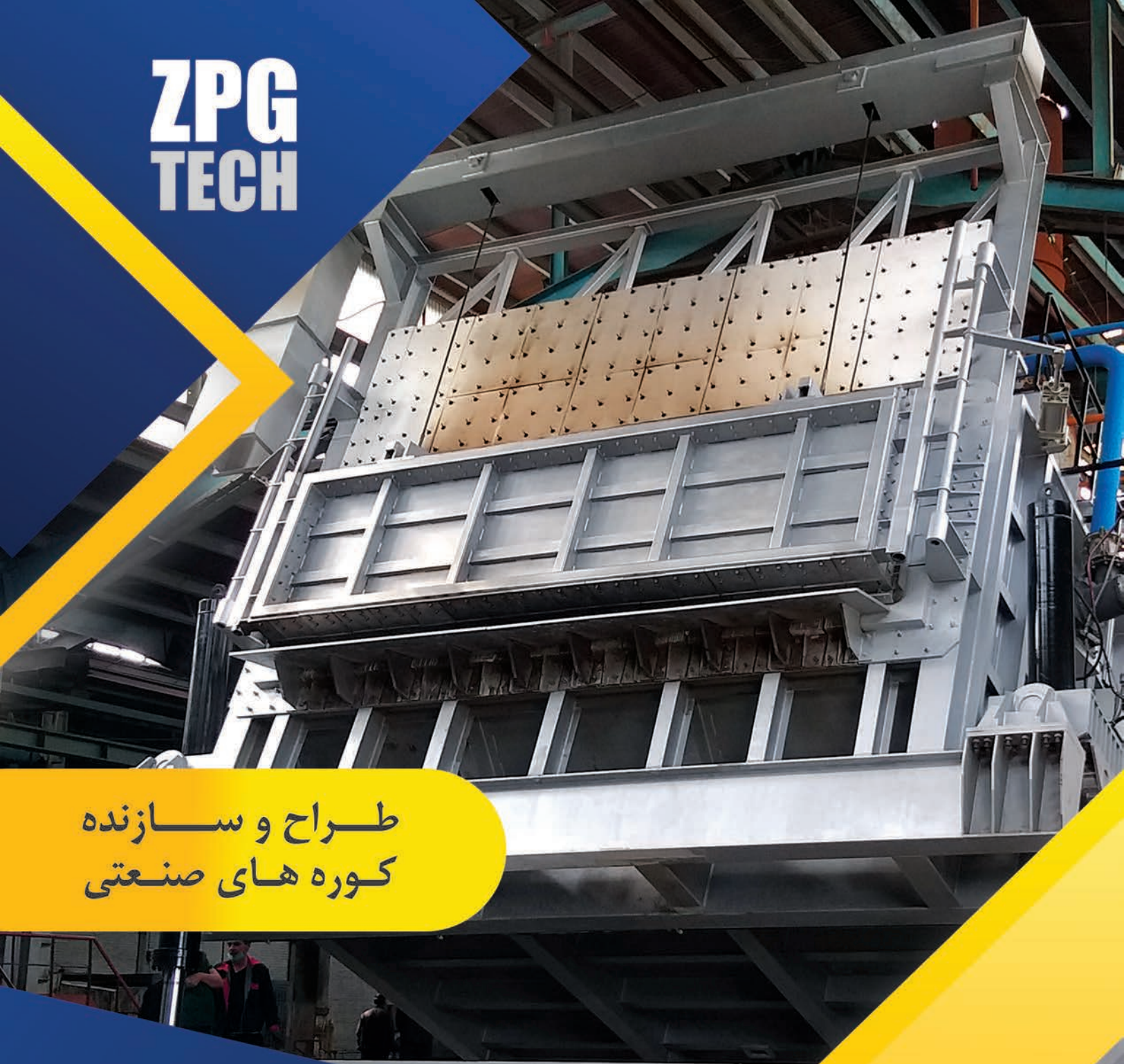
تولید کننده شمش آلومینیوم آلیاژی

طبق استانداردهای بین المللی

آدرس کارخانه: بزرگراه امام رضا، بعد از پلیس راه شریف آباد،
شهرک صنعتی پایتخت، بلوار کاج، نرگس ۱، پلاک ۱۵
www.zobiranalco.com

تلفن کارخانه: ۰۲۳-۳۴۵۷۲۷۶۲
فکس: ۰۲۳-۳۴۵۷۲۷۶۳
Whatsapp, Telegram:09192944008

ZPG
TECH



طـــراح و ســـــازنده
کـــوره هـــای صنـــعتی

شرکت طراحی و مهندسی

آذر آهنـــگام البـــرز

www.zpg-tech.com

۰۲۶-۳۷۷۷۹۳۶۳

۰۲۶-۳۷۷۷۹۳۶۰-۲