



انجمن دایکست ایران HIGH PRESSURE DIE CASTING

سال ششم - شماره ۲۳ - زمستان ۱۴۰۳

ریخته‌گری تحت فشار

ریخته‌گری تحت فشار

PETROFOND Int.

پتروفوند بین الملل

شرکت دانش بنیان فناوری

دارای گواهینامه: ISO 9001 - ISO 14001

تحت لیسانس و سرمایه گذاری مستقیم

شرکت متالفلو اسپانیا



دانش بنیان
فناور



info@petrofond.it



021 8851 0348

0900 155 4068



www.petrofond.it



سال ششم، شماره ۲۳، زمستان ۱۴۰۳

IATF 16949:2016

Certified for the production
and supply of
aluminium alloys

ISO 9001:2015

(Quality Management System)

Certified for the
production and supply
of aluminium alloys

We have robust systems in place to understand and exceed customer expectations. Alongside timely delivery, we strive to assure our customers of the best quality, in compliance with globally accepted technical standards and certifications, for all deliveries. These coveted certifications provide unmatched quality assurance to our valued customers. Almas Aluminium's products are certified by the following agencies:

الماس آلومینیوم گلپایگان

ALMAS ALUMINIUM
GOLPAYEGAN



اصفهان . گلپایگان . شهرک صنعتی فاز ۱
خیابان تولید ۵ . شرکت الماس آلومینیوم



۰۳۱ ۵۷ ۴۱ ۸۱ ۸۰

۰۳۱ ۵۷ ۲۴ ۸۴ ۳۲

۰۹۱۹ ۱۳۸۸ ۷۴۹

۰۹۱۲ ۹۱۰ ۷۸۴۲





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 : ۰۲۱-۲۲۶۵۴۴۱۵-۱۷

www.lk.world



شرکت دانش بنیان

مهندسی

رهاورد منیزیم پارسین

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



انواع آلیاژهای منیزیم به صورت شمش و بیلت

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

انواع قطعات آلومینیومی و منیزیمی به روش

Low Pressure Die Casting

جعبه های ضد انفجار

پره های دمنده

آندهای فداشونده حفاظت کاتدیک

آندهای منیزیمی

آندهای روی

آندهای آلومینیومی

آمیزان های آلومینیوم-منیزیم به صورت شمش و بریکت

Al-Mg 50

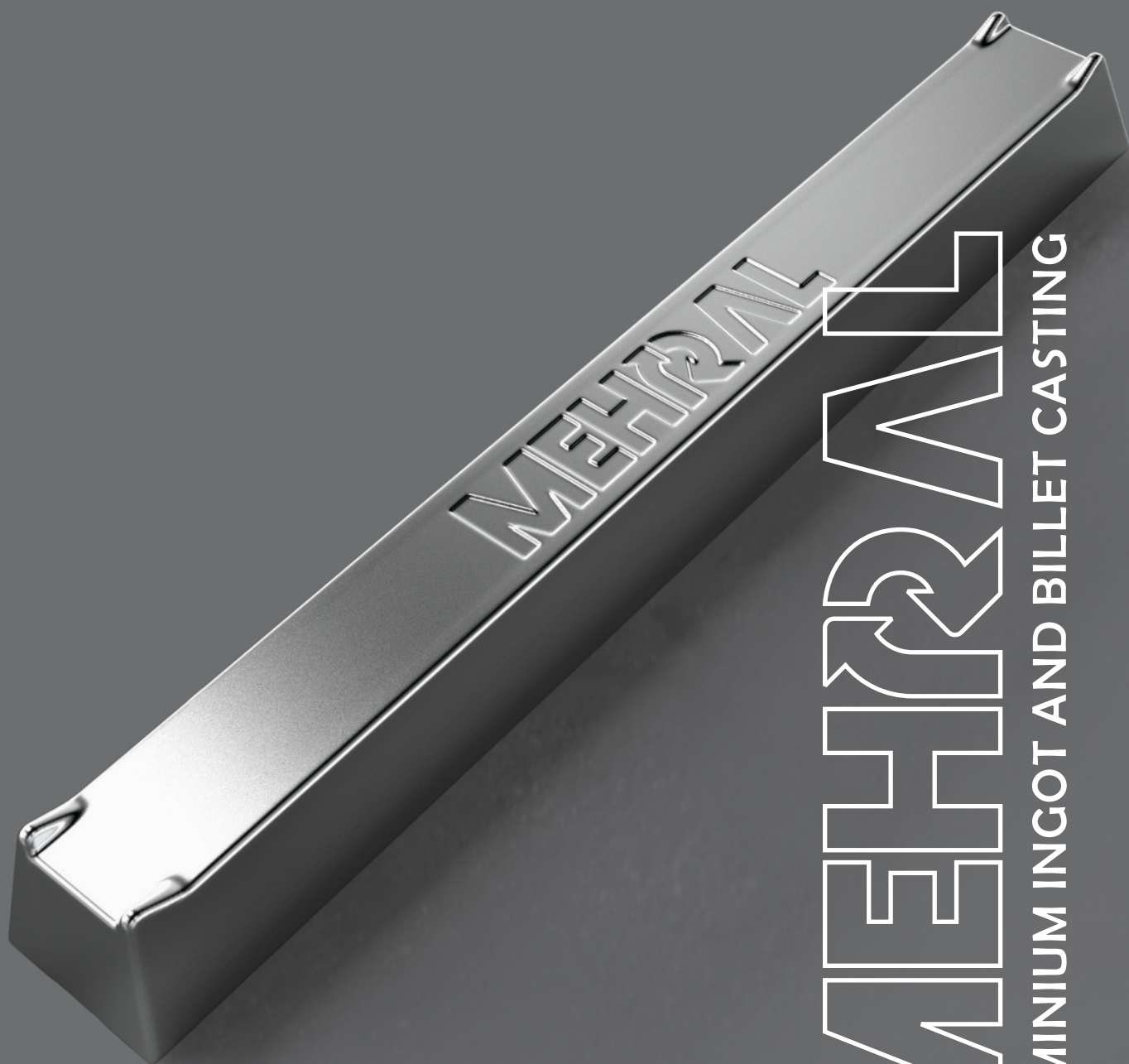
Al- Mg 30

پودر منیزیم و آلومینیوم-منیزیم در مش های مختلف

پودر منیزیم خالص

پودر منیزیم - آلومینیوم





MEHRAL
ALUMINIUM INGOT AND BILLET CASTING



MEHRAL
ALUMINIUM INGOT AND BILLET CASTING

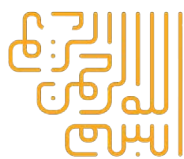
شرکت مهر آلومینیوم البرز

تولید کننده بیلت و شمش آلیاژی آلومینیوم

شهرک صنعتی اشتهراد - انتهای بلوار غزالی غربی
ریحان دوم - نبش ارغوان دوم - قطعه 3970 A

تلفن: ۰۲۶ - ۳۷۷۷۹۳۶۰ - ۲

فکس: ۰۲۶ - ۳۷۷۷۹۳۶۳



انجمن دایکست ایران



- ۲..... آرزویم دیدن چهره شاد و راضی همکارانم است
- ۴..... روی میز ویراستار
- ۶..... هنر تبدیل ایده‌ها به ثروت
- ۸..... چگونگی خنک کاری اینسرت های باریک و پین های ثابت درون قالب
- ۱۳..... مدیریت گرمایی قالب در دایکست
- ۱۸..... اسپری الکترواستاتیک بدون آب برای دایکست
- ۲۵..... تخریب قالب های دایکست آلیاژهای آلومینیوم
- ۳۰..... اهمیت تعادل گرمایی در دایکست
- ۳۵..... خنک کاری قالب؛ چرا و چقدر؟
- ۴۱..... تکنولوژی های میکرواسپری در خدمت بهره وری صنعت دایکست
- ۴۵..... اسپری کمتر قالب و دریافت نتایج مشابه
- ۴۸..... آب برای ماشین های دایکست

IRANIAN DIE CASTING ASSOCIATION



فصلنامه ریخته‌گری تحت فشار

نشانی: تهران، تهرانپارس، قنات کوثر، بلوار
مطهری، کوچه هفتم مرکزی، پلاک ۱، واحد ۱۰
تلفن: ۷۷۰۴۷۰۸۴ تلفکس: ۷۷۰۴۶۰۹۱

شماره ثبت مجوز انتشار

از وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی: ۷۷۸۵۶

صاحب امتیاز: انجمن صنفی کارفرمایی
ریخته گری تحت فشار

مدیر مسئول: سیامک فتحی

هیات تحریریه: شاهن مارکاریان
مجتبی ستوده فرد، سیامک فتحی

ویراستار: سیامک فتحی

صفحه آرایی و گرافیک: مهدی لطفی

چاپ: پیغام امروز

سخن نخست

آرزویم دیدن چهره شاد و راضی همکارانم است

مجتبی ستوده فرد



بصورت ایستاده کار کنند، کارگرانی که اغلب بدون دیدن آموزش های لازم با کوچکترین خطا روزانه مورد نكوهش و سرزنش مافوق قرار می گیرند و به عنوان پرسنل درجه دوم که با کمترین حقوق - که شاید فقط تامین کننده خورد و خوراکشان می شود کار می کنند - و چه بسا در خانه هم شرمند بابت تامین مخارج خانواده هستند و حسرت داشتن خیلی از چیزها را در زندگی داشته باشند با آینده ای مبهم که با کوچکترین آسیب خانه نشین شده و دچار مشکلات عدیده برای ادامه زندگی می شوند به فعالیت خود ادامه می دهند. وقتی متوجه حضورم در کنارشان می شوند گاهی با تکان دست با خوش رویی به من سلام می کنند و دوباره به روند کاری خود، بارریزی مذاب، خارج کردن قطعه از قالب و پاشش روانساز ادامه می دهند. تکرار و تکرار شاید تا هزار بار در روز. شاید یکی از دلایلی که در کلاس های آموزشی به کارآموزان طراحی قالبم توصیه می کنم اگر نمی توانید برای کسب تجربه سه

به واسطه کارم (آموزش و طراحی قالب) در کارگاه دایکستی قدم می زدم. دستگاه های دایکست با صدای مهیب و گوش خراش در حال تولید بودند و در حالی که به شدت از گرما در مشقت قرار گرفته بودم، به چهره کارگران که در حال کار پشت این دستگاه ها در حال فعالیت بودند نگاه می کردم، چهره هایی با عرق فراوان در پیشانی که ملاقه های پر از مذاب را به سختی از کوره ذوب برداشته و با تحمل فشار فراوانی به جان خود آنها به محل بارریزی حفره سیلندر رسانده و درون آن می ریختند. چهره هایی که در بین زمان فشار دگمه شروع تزریق تا باز شدن قالب اغلب درون اندیشه های خود غرق بودند و به نظر می رسید که از محیط اطراف خود غافل هستند. این کارگران که خطر احتمال سوختگی و له شدن بین صفحات دستگاه، استنشاق مواد سمی و آلوده و اغلب، کار در نور نا کافی در سالن تولید را پذیرفته اند و اکثریت آنها مجبورند تا ۱۲ ساعت طولانی بطور مداوم در یک شیفت بلند تولید

ماه به عنوان اپراتور دستگاه کارکنید، حداقل یک روز کامل کنار آنها به عنوان همراه بمانید و یکروز هم با در کنار داشتن یک اپراتور حرفه ای، پای دستگاه مستقیماً کار کنید تا علاوه بر شناخت عملی از این روش تولید (که کمک به طراحی بهتر قالب خواهد داشت) درک بهتری از شرایط سخت کاری آن بدست آورید.

مکرراً از کارفرمایانی که برای آنها قالب طراحی می کنم شنیده ام که کارگران خیلی ما را اذیت می کنند و خوشا به حال تو که در کارت دچار این مشکل نیستی و برای گفتن این مطلب مصادیقی فراوان که تجربه آنها داشته اند را نیز به درستی مطرح می کنند. مواردی از جمله عدم دلسوزی و مسئولیت پذیری لازمه برای کار، سهل انگاری در کار، عدم وقت شناسی و نظم، گاهی بروز رفتارهای ناهنجار کارگران، که نتیجه آن آسیب مالی و اعتباری به واحدی که در آن کار می کنند است.

شاید کارفرمایان و صاحبان کار هم درست می گویند و من درک درستی از موضوع و مشکل، بدلیل اینکه دچار آن نیستم ندارم، اما با شنیدن و دیدن این صحنه های پر درد در تولید به اهمیت مواردی همچون استقرار بیشتر تجهیزات اتوماسیون تولید، مثل بار ریزمذاب

و اسپری اتوماتیک، ایجاد شرایط ارگونومی مناسب برای تولید، بکارگیری تجهیزات ایمنی مناسب، ایجاد شرایط محیطی، از جمله فراهم نمودن نور مناسب، نصب هواکش های مناسب، استفاده از تجهیزات صدا گیر و بکارگیری و تقویت نظام بهروری تولید با سازماندهی و برنامه ریزی موثر و تضمین کیفیت، بخصوص با انجام آموزش کافی پرسنل و اپراتورها با هدف بهبود و افزایش شرایط معیشتی کارگران و اتقاء نظام سلامت کار و بیمه نمودن آنها بعنوان عنصر مهم در فرایند تولید پی می برم، ارزشی که با احترام متقابل عناصر انسانی در فرایند تولید، از مدیر گرفته تا کارگر بین هم باید وجود داشته باشد که با نبود هر یک از این عناصر، اساساً تولید قابل انجام نیست. صرف نظر از مسائل معنوی و انسانی، شنیده ام از نظریک کارشناس نظامی که ارزش یک سرباز در جنگ از نظر نظامی معادل ارزش یک تانک محسوب می شود. ارزش یک کارگران و خانواده او چقدر است؟

شرایط اقتصادی برای هموطنانم، بخصوص کارگران زحمت کش بسیار سخت شده است. باید غمخوار یکدیگر باشیم تا شاید روزی دولتمردان ما هم بالاخره بخود آیند.

آرزویم دیدن چهره شاد و راضی همکارانم است
شاید در آن هنگام
من هم بدین خاطر
غم نخورم.

روی میز ویراستار

سیامک فتحی



است. سالنی به مساحت حدود ۵۰۰۰ متر مربع و سطح زیر پوشش بیش از ۲۸۰۰ متر مربع به برگزاری این نمایشگاه اختصاص یافته است. استقبال مشارکت کنندگان در فاصله بیش از دو ماه مانده به نمایشگاه چشمگیر و امیدوار کننده بوده و انتظار می رود در نمایشگاه مذکور محیطی سرشار از انرژی و هم افزایی را تجربه کنیم.

حضور گسترده دایکست کاران مطرح کشور و نیز، صنایع پایین دستی و بالادستی صنعت دایکست در این رویداد مهم محیطی مناسب برای تعامل بین صاحبان صنایع، مصرف کنندگان و ارایه دهندگان خدمات فراهم آورده است و انتظار می رود این رویداد نقطه عطفی در رشد و توسعه این صنعت در کشور و راهگشای حضور فعال این صنعت در سطوح بین المللی باشد.

درد بر یاران و همراهان گرامی

سال ۱۴۰۳ با تمام فراز و نشیب های فراوان و پر دامن خود به پایان نزدیک شده است. متأسفانه همچنان فضای تولید و کسب و کار متاثر از فضای سیاسی است و بحران ها و چالش های متعدد گریبان دست اندرکاران صنعت و از جمله صنعت دایکست را رها نمی کنند. سخن گفتن در باب این مشکلات را به دیگران وامی گذاریم و از امید سخن می گوئیم.

پس از سال ها مشارکت انجمن دایکست ایران، دست اندرکاران این صنعت و صنایع وابسته در نمایشگاه های داخلی و بین المللی، اردیبهشت سال آینده نمایشگاه و همایش بزرگ صنعت دایکست در محل نمایشگاه شهر آفتاب، با مشارکت شرکت رستاک پادویژن و نمایشگاه FOUNDEX برگزار خواهد شد. این نمایشگاه بزرگترین همایشی است که صنعت دایکست ایران تا کنون تجربه کرده

را کم کرده است، اما از دیگر سو شرایط رقابت در چنین فضایی دشوارتر شده است و کسانی می توانند در چنین شرایطی کسب و کار خود را حفظ کنند که از غافله علم و تکنولوژی عقب نمانند. از محدود فضاهاى توسعه که هنوز جای زیادی برای کار در آن باقی مانده است مدیریت گرما و کنترل دمای قالب است که علیرغم دشواری هایی که دارد می تواند منجر به کاهش چشمگیر عیوب قطعات ریختگی و افزایش قابل توجه عمر قالب گردد. از این رو در این شماره به این مهم پرداخته شده است.

مجموعه ای از مقالات جدید و برخی از مقالاتی که پیشتر نیز در مجله مهندسی دایکست به چاپ رسیده بودند در این شماره گردآوری شده اند، شاید که بهره گیری از آنها بتواند به بهبود شرایط تولید در واحدهای دایکست علاقه مند کمک نماید.

در هر حال رسیدن به جایگاه های جهانی بدون تجهیز به علم و تکنولوژی روز و با اتکار به روش های قدیمی قطعاً ممکن نخواهد بود و امیدواریم با کمک یکدیگر ابتدا توسعه را در ذهن ها و سپس در فضای تولید ایجاد کنیم.

با مذاکرات و تعاملات صورت گرفته با طرف های خارجی انتظار می رود حضور ایشان به عنوان غرفه دار و بازدیدکننده منجر به ایجاد انگیزه و نگرشی جدید در روابط فی مابین شده و با امید به حل و فصل مشکلات کشور و رفع تحریم ها شاهد حضور گسترده صنعت دایکست ایران در چرخه تامین قطعات دایکست مورد نیاز مصرف کنندگان بزرگ جهان باشیم.

همچنین، با مشارکت برخی از اساتید دانشگاه ها، مدرسین انجمن دایکست و صنعت گران با تجربه، گارگاه های آموزشی متعددی در حاشیه این نمایشگاه برگزار می شود که بهره گیری از این فرصت مغتنم به همه عزیزان توصیه می شود.

منتظر حضور گسترده شما یاران گرامی در این رویداد بزرگ هستیم.

و اما در این شماره:

رشد و توسعه دانش و سیستم های کنترل و اتوماسیون از یک سو شرایط تولید و محیط کار را در صنعت دایکست بهبود داده و هزینه های

پیشاپیش سال نو را به همه همکاران گرامی شادباش گفته و سالی سرشار از موفقیت و شادکامی را برای همه ایرانیان آرزومندیم.

گزارش

هنر تبدیل ایده‌ها به ثروت
سمینار ریخته‌گری تخت فشار

برگرفته از سایت
دانشکده مهندسی
مکانیک دانشگاه
صنعتی شریف

ریخته‌گری
هنر تبدیل ایده‌ها به ثروت
- موزی بر ریخته‌گری تحت فشار -
(High pressure Die Casting)

۱۴ آذرماه
چهارشنبه
۱۰ ساعت

مهندس شاهن مارکاریان

- مدیرعامل شرکت سوان غرب
- سابقه فعالیت در شرکت Flexo Die
- کارشناس ارشد مکانیک از دانشگاه MIT
- فارغ التحصیل رشته مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی شریف در سال ۱۳۹۰
- نایب‌رئیس هیئت مدیره انجمن دایکست ایران (انجمن صنعتی ریخته‌گری تحت فشار)

سرفصل‌ها

- آشنایی با صنعت ریخته‌گری تحت فشار
- وضعیت صنعت ریخته‌گری در دنیا و کاربردهای آن
- معرفی مشاغل مرتبط با این صنعت
- آینده صنعت ریخته‌گری تحت فشار

طبقه سوم دانشکده مهندسی مکانیک آملی تئاتر شهید کریمیان

نقش اثرگذار مهندس مارکاریان در این صنعت صحبت نمودند.

سپس مهندس مارکاریان ابتدا درباره اهمیت تولید ثروت در هر لحظه سخن گفتند، که لزوماً ثروت مادی مد نظر نبود. در ادامه ایشان به نقش پررنگ صنعت خودروسازی به عنوان

در روز چهارشنبه مورخ ۱۴ آذر ماه ۱۴۰۳، ساعت ۱۰ الی ۱۲ در محل آمفی تئاتر دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی شریف با سخنرانی جناب آقای مهندس شاهن مارکاریان، دانش‌آموخته دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی شریف و دانشگاه MIT برگزار گردید. این برنامه از جمله برنامه‌های تدارک دیده شده برای ارتباط موثر دانش‌آموختگان دانشکده مهندسی مکانیک شریف با دانشکده خود بود، که با همکاری روابط عمومی و انجمن علمی دانشکده (محور) برگزار گردید.

جناب آقای مهندس مارکاریان، مدیرعامل شرکت سوان غرب و نایب رئیس هیئت مدیره انجمن دایکست ایران هستند و سابقه فعالیت در شرکت Flexo Die را دارند.

در این برنامه، ابتدا جناب آقای مهندس فتحی از انجمن دایکست ایران، مقدمه کوتاهی از تاریخچه تشکیل این انجمن و نحوه آشنایی خود با جناب مهندس مارکاریان مطرح کردند و از دستاوردهای اخیر حوزه ریخته‌گری و



محرك صنعت ريخته‌گري اشاره كردند و از اهميت بازار اين صنعت در كشورهاي مختلف سخن گفتند.

در قسمت بعد، چالشي درباره كاهش آلايندگي خودرو براي حاضرين جلسه مطرح شد كه جايزه‌اي ۱۰ ميليون توماني از طرف شركت سوان غرب براي آن در نظر گرفته شده بود و در نتيجه اين چالش، جناب مهندس با تعامل حاضرين درباره دلایل افزايش مصرف آلومينيوم و منيزيم در توليد خودرو، نقش اين عامل در رشد صنعت ريخته‌گري تحت فشار و آينده روشن اين صنعت صحبت نمودند.

در قسمت سوم سمينار، مهندس ماركاريان با پخش چند ويديو و توضيحات تكميلي كه ارائه فرمودند، مشاغل موجود در صنعت ريخته‌گري را معرفي كردند. در ادامه، مقدمه کوتاهی درباره مراحل و فرايندهای متداول ريخته‌گري تحت فشار فرمودند و به برخی از چالش‌های اين صنعت اشاره داشتند.

در قسمت پايانی سمينار، ويديوهايی از ماشين دايكست نمايش داده شد كه هدف از ساخت آن پاسخ به نياز صنعت خودروسازی براي توليد خودرو با كيفيت بيشتر و هزينه كمتر است و در حال توسعه هستند. جناب مهندس در ادامه جلسه درباره روش كار و بخش‌های مختلف اين دستگاه توضيحاتی ارائه نمودند و سيستم‌های كنترلي و هيدروليكي بكار رفته در اين ماشين و کاربردهايشان را معرفي كردند.

جلسه با پرسش و پاسخ بين دانشجويان حاضر و جناب مهندس و گرفتن عكس يادگاري دسته جمعي به پايان رسيد.

مقاله

چگونگی خنک کاری اینسرت های باریک و پین های ثابت درون قالب

مجتبی ستوده فرد



سیستم خنک کننده به یک مایع خنک کننده، مانند آب یا روغن اجازه می دهند تا در قالب گردش کرده و بتواند گرما را از قالب و فلز جذب و آن را از قالب دور کند و به واحد خنک کننده یا مبدل حرارتی ببرد. پس از خنک شدن، مجدداً مایع خنک کننده به داخل قالب بازگردانده می شود تا این سیکل خروج گرما دوباره تکرار شود.

سیستم خنک کننده نقش مهمی در فرآیند ریخته گری دایکست ایفا می کند، زیرا به حفظ دمای ثابت در سراسر قالب کمک کرده و خطر تاب برداشتن، ترک خوردن یا سایر عیوب را کاهش می دهد. همچنین می تواند با خنک سازی سریع تر فلز مذاب (که امکان خروج سریع تر قطعه نهایی را فراهم می کند) به کاهش زمان چرخه تولید کمک نماید. به طور کلی، سیستم خنک کننده در قالب ریخته گری یک جزء حیاتی در فرآیند ریخته گری دایکست می باشد که به اطمینان از کیفیت و بهره وری ثابت کمک می کند. شکل یک شمایی از قطعه

خنک سازی قالب ها در فرآیند دایکست امری ضروری است و می تواند به شدت بر اقتصاد تولید در این فرایند اثر داشته باشد.

• سیستم خنک کننده در قالب دایکست چیست؟

سیستم خنک کننده در قالب دایکست شبکه ای از کانال ها یا گذرگاه هایی است که برای حذف گرما از قالب در طول فرآیند ریخته گری قالب طراحی شده اند. سیستم خنک کننده به کنترل دمای قالب و فلز مذاب کمک می کند که برای تولید قطعات با کیفیت بالا و کاهش زمان چرخه تولید مهم است.

این کانال ها باید بگونه ای طراحی شوند که بصورت موثر بتوانند قابلیت خروج گرما از نقاطی از قالب که در آنها تجمع گرما ایجاد می گردد را داشته باشند.

در طی فرآیند دایکست، فلز مذاب تحت فشار بالا به داخل قالب تزریق می شود. با ورود فلز مذاب به درون قالب، انجماد آغاز شده و فلز شروع به سرد شدن می کند. کانال های

خنک سازی خیلی کند باشد، ممکن است قطعه دچار اعوجاج یا تاب برداشتن شود و در نتیجه عدم دقت ابعادی ایجاد شود.

• چه عواملی بر نرخ خنک کاری تأثیر می گذارد؟

سرعت سرد شدن در دایکست به عوامل مختلفی، از جمله اندازه و پیچیدگی قطعه ریختگی، نوع فلز مورد استفاده و طراحی قالب بستگی دارد.

اختلاف دما: هر چه اختلاف دما بین مذاب تزریق شده و قالب بیشتر باشد، سرعت خنک شدن سریعتر خواهد بود.

ظریب انتقال حرارت: هرچه ظریب انتقال حرارت قالب بیشتر باشد، گرما را سریعتر خارج کرده و بنابراین سرعت خنک شدن بیشتر می شود.

مساحت سطح: هر چه سطح تماس فلز مذاب با قالب بزرگتر باشد، سریعتر سرد می شود، زیرا سطح بیشتری برای انتقال گرما به قالب وجود دارد.

شکل و اندازه: شکل و اندازه قطعه دایکستی می تواند بر سرعت خنک شدن تأثیر بگذارد، زیرا قطعاتی با شکل های پیچیده تر یا اندازه های بزرگ تر و ضخیم تر ممکن است باعث ایجاد مناطق بیشتری که در آن گرما به دام می افتد شده و در نتیجه خنک شدن کندتر خواهد شد.

جنس و آلیاژ قالب: مواد مختلف دارای خواص حرارتی متفاوتی هستند که می تواند بر سرعت خنک شدن تأثیر بگذارند.

محیط اطراف: محیط اطراف می تواند بر سرعت خنک شدن تأثیر بگذارد، زیرا مواد در محیط های سردتر معمولاً سریعتر از محیط های گرمتر خنک می شوند.

نوع سیال خنک کننده: نوع سیال خنک کننده که برای حذف گرما از قالب استفاده می شود نیز می تواند بر سرعت خنک شدن اثر بگذارد. به عنوان مثال، خنک کاری با آب معمولاً سریعتر از خنک کاری با روغن یا هوا می باشد.

روش های خنک کاری اینسرت های باریک در قالب در بعضی قطعات که بدلیل شکل هندسی آنها امکان نزدیک نمودن کانال خنک کاری به قطعه نیست، همانند شکل ۱ و کانال های قرمز رنگ

دایکست و کانال های خنک کننده مربوط به قالب آنرا نشان می دهد.

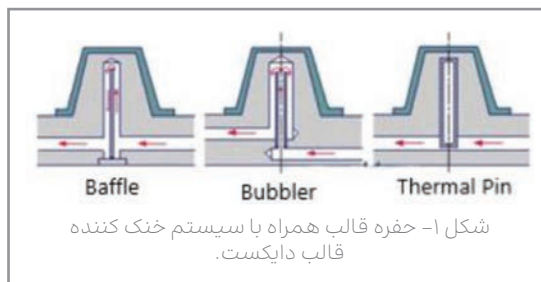


• نرخ خنک کننده و زمان خنک کننده در فرایند دایکست چیست؟

سرعت سرد شدن، مدت زمانی است که طول می کشد تا فلز منجمد و تا حدی خنک شود که بتوان آنرا با خیال راحت از قالب خارج کرد.

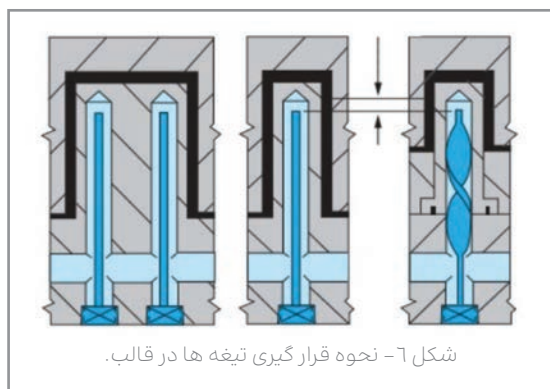
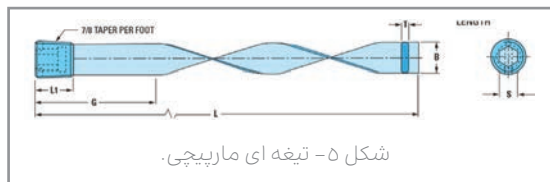
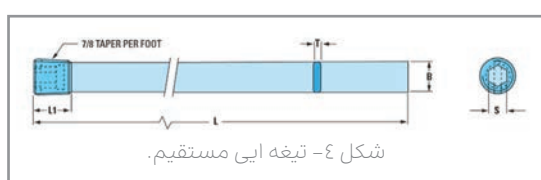
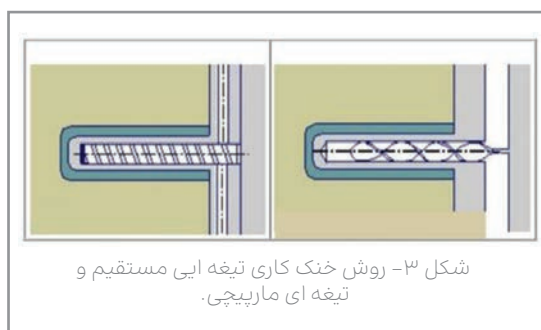
به طور کلی، سرعت سرد شدن در ریخته گری با روش دایکست بسیار سریع می باشد که معمولاً بر حسب ثانیه اندازه گیری می شود. در طی فرآیند دایکست، فلز مذاب تحت فشار بالا به داخل قالب تزریق شده و با ورود فلز به قالب، شروع به انجماد و سرد شدن می کند. سرعت سرد شدن تحت تأثیر عوامل مختلفی، از جمله دمای قالب، دمای مذاب، سرعت جریان، فشار تزریق، اسپری قالب، درجه حرارت محیط و هدایت حرارتی قالب و فلز قرار دارد. برای قطعات کوچک و ساده، سرعت خنک سازی در قالب گیری می تواند بسیار سریع باشد و اغلب تنها چند ثانیه طول می کشد تا تکمیل شود. با این حال، برای قطعات بزرگتر، ضخیم تر و پیچیده تر، سرعت خنک شدن ممکن است به دلیل مقدار بیشتری از موادی که باید خنک شود، کندتر باشد. کنترل سرعت خنک کاری در ریخته گری با دایکست مهم است، زیرا می تواند بر کیفیت قطعه تمام شده تأثیر بگذارد. اگر سرعت خنک کننده خیلی سریع باشد، ممکن است قطعه به طور کامل قالب را پر نکند و در نتیجه نقص هایی مانند نیامد و یا جوش سرد ایجاد گردد. از طرف دیگر، اگر سرعت

نشان داده شده در آن ویا مانند اینسرت های نسبتاً باریک و بلند (نظیر پین های ثابت)، طراحان قالب ناچار از روش های جایگزین استفاده می کنند. از جمله این روش ها استفاده از بافل یا روش تیغه های جدا ساز در یک سوراخ، بابلر یا روش فواره و ترمال پین یا روش لوله حرارتی است. شکل ۲ انواع روش های خنک کاری برای اینسرت ها را نشان می دهد.



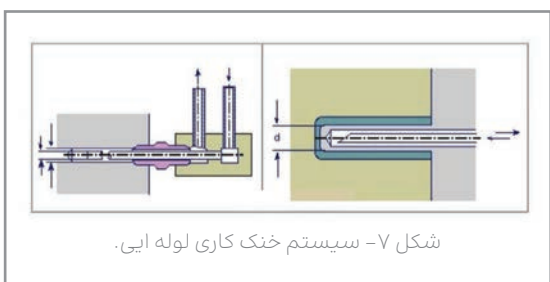
روش تیغه ای (Baffle): در واقع ایجاد یک کانال است که عمود بر یک خط کانال خنک کننده اصلی سوراخ شده است، با تیغه ای که یک مسیر خنک کننده را به دو کانال نیم دایره ای جدا می کند. مایع خنک کننده در یک طرف تیغه از خط خنک کننده اصلی جریان می یابد و در انتها، آن جریان آب به طرف دیگر بافل می چرخد، سپس به خط کانال خنک کننده اصلی برمی گردد.

روش خنک کاری تیغه ایی به دو صورت تیغه مستقیم و تیغه مارپیچی بکار می رود. شکل های ۳، ۴ و ۵ نحوه قرارگیری این تیغه ها در قالب شکل ۶ را نشان می دهند.



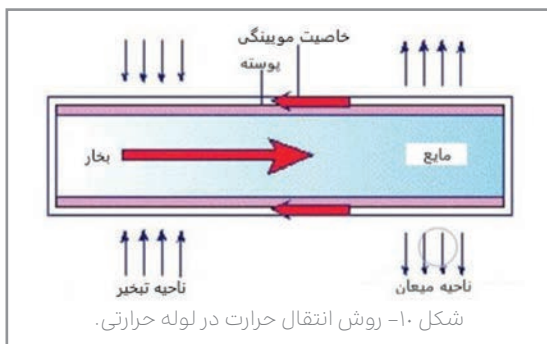
در روش تیغه مستقیم، توزیع دما در یک طرف اینسرت قالب ممکن است با طرف دیگر متفاوت باشد. اما، در تیغه مارپیچی مایع خنک کننده به شکل یک مارپیچ حرکت کرده و بطور یکنواخت خنک کاری صورت می گیرد. این روش برای قطرهای ۱۲ تا ۵۰ میلی متر مفید است و توزیع دما را بسیار همگن می کند.

روش خنک کاری فواره ای (Bubbler): در واقع مانند روش تیغه مستقیم است، با این تفاوت که تیغه با یک لوله کوچک جایگزین می شود. مایع خنک کننده از قسمت وسط لوله وارد شده، تا انتهای لوله حرکت کرده و سپس از جداره بیرونی لوله به کانال خروجی متصل می گردد (شکل ۷).



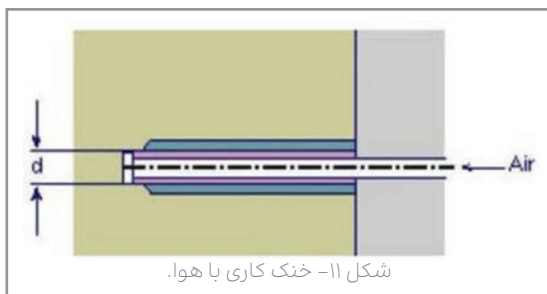
موثرترین روش خنک کاری اینسرت های باریک، استفاده از خنک کننده های فواره ای است. قطر بیرونی سوراخ و قطر لوله وسط باید به گونه ای انتخاب شوند که مقاومت جریان در هر دو مقطع عبور سیال برابر باشد. بعبارت دیگر سطح مقطع جریان رفت با برگشت مساوی باشد. برای تحقق این

شده و بخار آن از سوراخ وسط به طرف خنک لوله رفته و سپس در این طرف بخار با پس دادن گرما به مایع خنک کننده ای که لوله در آن قرار گرفته دوباره به مایع تبدیل می شود و این مایع از جداره بیرونی لوله به طرف منطقه گرم طرف دیگر لوله رانده می شود. بدین ترتیب حرارت با سیکل چرخشی مایع و بخار درون لوله حرارتی از قالب به بیرون منتقل می شود. راندمان انتقال حرارت یک لوله حرارتی تقریباً ده برابر یک لوله مسی است. برای هدایت خوب گرما به بیرون، باید از ایجاد لقی بین لوله حرارتی و قالب خودداری شود و یا این فاصله را با یک درزگیر بسیار رسانا پر نمود.



• خنک کننده برای اینسرت های باریک

اگر قطر یا مقطع اینسرت بسیار کوچک باشد (کمتر از ۳ میلیمتر)، فقط بکارگیری خنک کننده هوا امکان پذیر است. همانطور که در شکل ۱۱ نشان داده شده است، هوا در حین باز کردن قالب از بیرون در اینسرت دمیده می شود. این روش، البته، اجازه حفظ دمای دقیق قالب را نمی دهد.



خنک سازی بهتر اینسرت های باریک (آنهایی که اندازه آنها کمتر از ۵ میلی متر است) با استفاده از میله های ساخته شده از مواد با رسانایی حرارتی

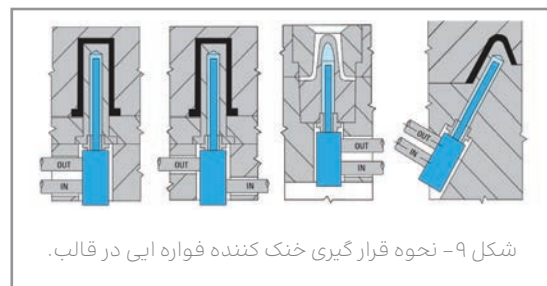
منظور باید با صرف نظر کردن از ضخامت لوله وسط رابطه یک برقرار گردد:

$$\text{رابطه ۱: } \text{قطر بیرونی} / \text{قطر داخلی} = ۰.۷۰۷$$

فواره ها به صورت تجاری از قطر ۴ میلیمتر به بالا در بازار وجود دارند (البته نه در بازار ایران). لوله وسط باید در انتها بصورت اریب بریده شود تا سطح مقطع خروجی مایع خنک کننده بزرگتر باشد. فواره ها را می توان نه تنها برای خنک سازی اینسرت ها، بلکه برای خنک کردن بخش هایی از قالب که نمی توان در آن قسمت ها از کانال های خطی در عرض یا طول قالب استفاده کرد نیز بکار برد. شکل ۸، خنک کننده فواره ای و شکل ۹ نحوه قرارگیری خنک کننده فواره ای را در قالب نشان می دهند.



شکل ۸ - خنک کننده فواره ای.

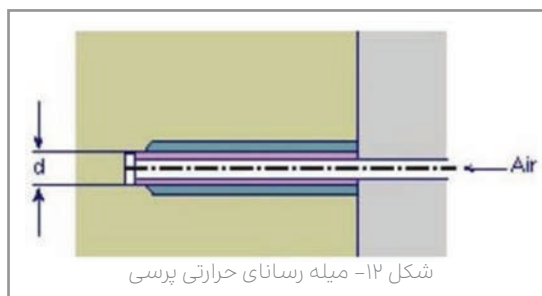


شکل ۹ - نحوه قرار گیری خنک کننده فواره ای در قالب.

از آنجایی که هم سیستم خنک کاری تیغه ای و هم سیستم فواره ای سطح مقطع جریان عبور سیال خنک کن را کم می کنند، (بخاطر سطح مقطع خود تیغه) مقاومت جریان مایع خنک کن افزایش می یابد. بنابراین در انتخاب اندازه آنها باید دقت لازم صورت بپذیرد. برای شناخت بهتر رفتار جریان و انتقال حرارت می توان با شبیه سازی فرایند، شرایط انتقال حرارت را تحلیل نمود.

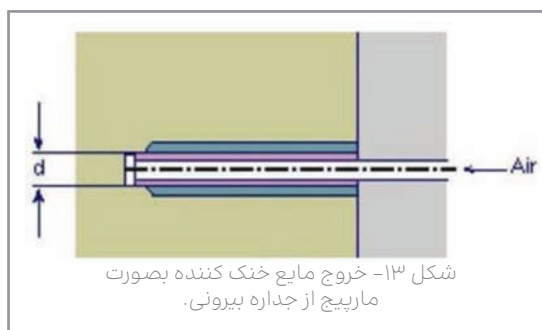
لوله حرارتی (Thermal Pin): سیستم خنک کاری لوله حرارتی می تواند جایگزینی برای خنک کاری تیغه ای و فواره ای باشد. در واقع، لوله حرارتی یک لوله دو جداره سربسته است که با یک مایع مخصوص پر شده است. این مایع همانطور که در شکل ده نشان داده شده است، گرما را از قالب گرفته، خود تبخیر

بالا، همچون مس یا آلایژ مس-بریلیوم انجام می شود. چنین میله هایی به صورت پرسی در اینسرت کار گذاشته می شود و پایه شان، که سطح مقطعی بزرگتری دارد، به داخل کانال خنک کننده جاساز می شوند (شکل ۱۲).

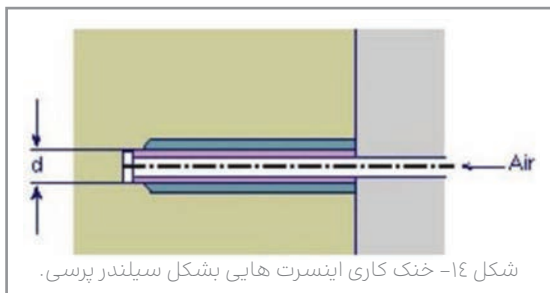


• خنک کننده برای اینسرتهای بزرگتر

برای قطره های اینسرت بزرگ (۴۰ میلیمتر و بزرگتر)، باید از انتقال حرارت کارآمد مایع خنک کننده اطمینان حاصل نمود. برای اینکار مطابق شکل سیزده، جریان سیال از وسط وارد شده و بصورت مارپیچ در دیواره از آن خارج می شود. باید توجه داشت این طراحی استحکام اینسرت را ضعیف می کند.



خنک کننده برای اینسرتهای بشکل سیلندر (در بین دو دیواره) مطابق شکل ۱۴ خنک سازی اینسرت ها در این حالت مطابق شکل ۱۴ طراحی می شوند. مایع خنک کننده در یک مارپیچ به سمت نوک هسته جریان می یابد و در مارپیچ دیگر برمی گردد. به دلایل طراحی، ضخامت دیواره هسته در این مورد باید حداقل ۳ میلی متر باشد. در شکل قسمت وسط با روش فواره ایی خنک شده است.



• سخن آخر

همانگونه که در ابتدای مطلب بیان گردید خنک کاری صحیح قالب از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است و طراحان قالب باید به نحوه محاسبه و بکارگیری آن بصورت اصولی برای طراحی بهتر قالب اشراف داشته باشند (در این زمینه قبلاً مطالبی در این نشریه نیز ارائه شده است). همچنین لازم است طراحان و سازندگان قالب از تجهیزات استاندارد که برای کمک به سهولت طراحی و ساخت قالب در بازار داخلی و خارجی وجود دارد مطلع بوده و از آن در فعالیتشان استفاده نمایند. چه بسیار دیده ام که سازندگان قالب مجبورند این محصولات را با اتلاف وقت و هزینه اضافی راساً، با کیفیت نازل برای کار خود بسازند. همچنین پیشنهاد می شود بازرگانان ما که در این صنعت فعال هستند نسبت به تامین داخلی و یا خارجی و تبلیغ این گونه محصولات استاندارد قالب تلاش داشته باشند. 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

۰۹۱۲۱۰۶۶۷۳۱

• مراجع:

۱- Mold up Company Articles

۲- DME Catalogue

۳- KENNY ۰۲۰۱۴, ۲۳ Mold Heating, MARCH

مقاله

مدیریت گرمایی قالب در دایکست

ترجمه: سیامک فتحی



● مقدمه

● فرایند دایکست

دایکست فرایندی اقتصادی و بهره‌ور برای تولید قطعات از آلیاژهای فلزات در کوتاه‌ترین زمان ممکن است، قطعاتی که در طیف گسترده‌ای از صنایع، از جمله خودروسازی، هوافضا، ریلی، کامپیوتر، موبایل و IT بکار می‌روند.

بسته به خواص فیزیکی و مکانیکی مورد انتظار از قطعات و کاربرد آنها، آلیاژهای مختلفی از فلزات آلومینیوم، روی و منیزیم را می‌توان بکار گرفت.

فرایند دایکست ما را قادر می‌سازد تا قطعات بسیار ریز را تولید کنیم، همچنانکه تولید قطعات بزرگ هم با این روش ممکن است و تولید این قطعات با سرعت بالا صورت می‌گیرد، سرعت تولیدی که در هیچ یک از دیگر فرایندهای ساخت و تولید دست یافتنی نمی‌باشد. فرایند دایکست نیازمند قالبی است که از فولاد ساخته شده باشد. قالب‌ها را می‌توان به شکلی طراحی کرد و ساخت که قطعاتی پیچیده و با دقت ابعادی بالا را بتوان در آنها ریخته‌گری نمود.

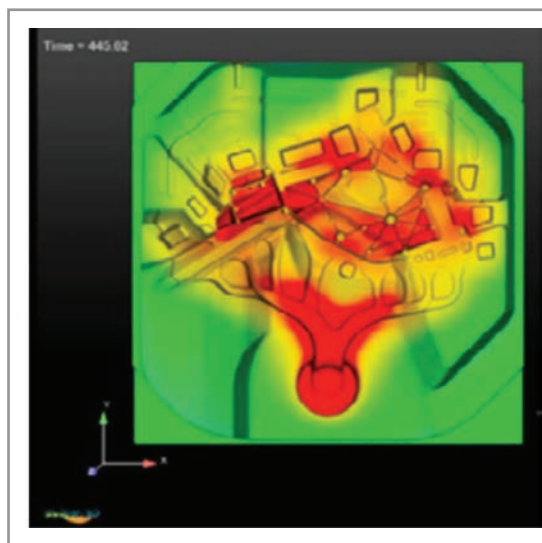
تولید قطعات دایکستی با کیفیت بالا، سطح تمام شده خوب، با دقت ابعادی بالا و بدون عیب و خرابی در فرایند تولید اهمیت بسیار بالایی دارد. در غیر اینصورت می‌تواند منجر به زیان مالی، تاخیر در تحویل به موقع و حتی از دست رفتن سفارش گردد. در تولید قطعات دایکستی، دمای ریخت فلز مذاب، تعادل گرمایی قالب و نیز، دمای ماشین‌نقشی اساسی را بازی می‌کنند. تجربه نشان داده است که دمای نامناسب قالب نقش اساسی در مردود شدن قطعات تولید شده دارد. دمای قالب کیفیت قطعات، راندمان و عمر قالب را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد.

بنابراین، در هر سیکل از تولید اعمال دقت و کنترل لازم برای تولید قطعه با کیفیت قابل قبول از اهمیتی اساسی برخوردار است.

● اهمیت دما در قالب‌ها

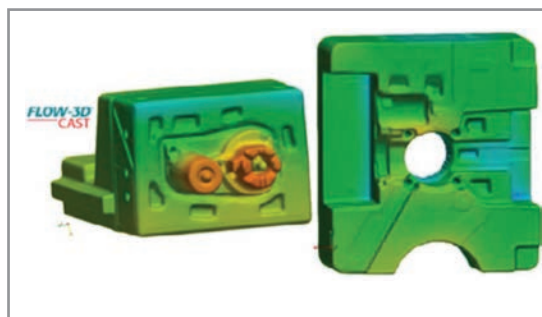
دمای قالب: در کنار ماشین‌دایکست و سیستم اتوماسیون، قالب قلب این سیستم و یکی از گرانتزین اجزای آن است. شرط لازم برای تولید

قطعات دایکستی با کیفیت آن است که در نگهداری و مراقبت از قالب جدیت به خرج داده شود. جریان گرما از فلز مذاب به قالب در فرایند دایکست نقشی اساسی در تولید قطعاتی با کیفیت ایفا می کند. از این رو، به منظور دستیابی به بهترین نتیجه و انتفاع از فرایند دایکست، نگهداشتن دمای قالب در حد بهینه و تثبیت آن اهمیت اساسی دارد.



• برخی مزایای تثبیت و نگهداری دمای بهینه قالب:

- عمر بیشتر قالب
- تنش و ترک های کمتر در قالب که منجر به بهتر شدن کیفیت قطعات نیز می گردد
- نیاز کمتر به نگهداری و تعمیرات قالب
- کاهش مصرف روانکار قالب
- نچسبیدن فلز به قالب و سهولت در پران کردن قطعات در انتهای سیکل

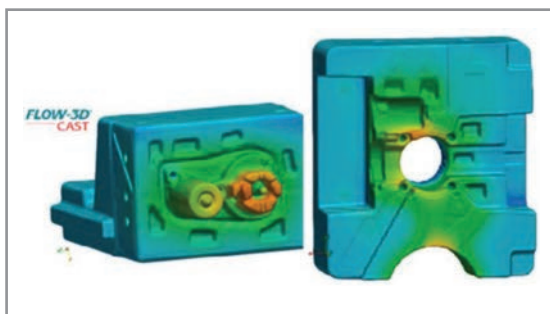


اگر دمای قالب برای تولید قطعه ای خاص بهینه نباشد منجر به تولید قطعاتی معیوب شده و نرخ

بالای ضایعات حاصل از آن منجر به زیان اقتصادی خواهد شد. دمای قالب تاثیری اساسی بر کیفیت قطعات تولید شده دارد. اندازه گیری دمای قالب یک باید است - هرچند آنطورکه شایسته است مورد توجه قرار نگرفته، اما اگر بخواهیم عیوب سطحی را به حداقل کاهش دهیم ناگزیر از انجام آن هستیم.

• آثار کم بودن دمای قالب:

- ۱- اگر دیواره های قالب بیش از حد سرد باشند، روانکار اسپری شده اثربخشی لازم را نخواهد داشت.
- ۲- دقت ابعادی از دست می رود و
- ۳- قالب بطور کامل پر نمی شود.
- ۴- عدم تعادل گرمایی و شوک در خلال تزریق عمر قالب را کم می کند،
- ۵- هزینه های نگهداری قالب افزایش می یابد.
- ۶- انجماد زودهنگام فلز و لایه ای شدن روی می دهد.



• آثار زیاد بودن دما:

- ۱- پران کردن قطعه ریختگی دشوار می شود، چراکه دچار اعواج شده و یا به قالب می چسبند.
- ۲- برای ممکن شدن خروج قطعه از قالب، اغلب روانکار بیشتری مصرف می شود.
- ۳- سوختن روانکار در سطح قالب علاوه بر از دست رفتن خاصیت آن منجر به ایجاد حفره در قطعه می شود.
- ۴- زمان سیکل طولانی می شود.
- ۵- فرسایش و رفتگی قالب.
- ۶- انقباض در حفره های قالب.
- ۷- دقت ابعادی پایین.
- ۸- ضایعات بیشتر.

بنابراین، کنترل دمای قالب برای تک تک سیکل های تولید اهمیت حیاتی دارد.

چگونه می توانیم در هر یک از سیکل ها کنترل دمای قالب را مدیریت کنیم؟

انتخاب درست و بکارگیری تجهیزات کنترل دما راه حل کلیدی اندازه گیری دما و نگهداشتن آن در حالت بهینه در طول فرایند دایکست می باشد.

اصول و مزایای کنترل دمای قالب

در خلال یک سیکل از ریخته گری، مقدار مشخصی از گرما توسط فلز مذاب آزاد شده و همزمان با انجماد و سرد شدن قطعه، این گرما به قالب منتقل می شود. بخش بزرگی از گرمای جذب شده توسط قالب از طریق واحد کنترل دمای قالب و روانکار استخراج می شود. مابقی گرما هم به شکل تابش، انتقال حرارت به هوا و هدایت گرما به میزهای دستگاه دایکست از قالب زدوده می شود.

• کنترلر دمای قالب

دمای قالب از آن جهت اهمیت دارد که بر جذب گرمای مذاب، پر شدن قالب و انجماد قطعه دایکستی تاثیر مستقیم دارد. سایر عوامل، از جمله دمای مذاب و زمان پر شدن حفره قالب هم بر کیفیت قطعه اثرگذار هستند. واحدهای کنترل دما قالب را تا دمای کاری گرم می کنند و آنرا در دمای کاری نگاه می دارند.

این کار به بهینه شدن زمان سیکل، افزایش عمر کاری قالب و تکرارپذیری کیفیت بالای قطعات دایکستی کمک می کند.

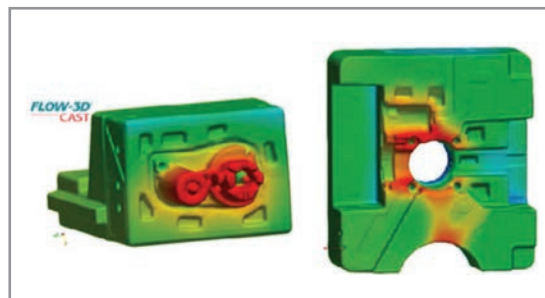
موضوع مهم دیگر، پیشگرم کردن قالب پیش از شروع به کار تولید قطعه دایکستی است.

تاثیرات پیشگرم کردن قالب با استفاده از کنترلر دمای قالب دایکست

۱- پیشگرم کردن قالب به پایداری دما کمک نموده، از تعداد نقاطی که در انباشت دما اتفاق می افتد کم کرده و ضایعات را کاهش و راندمان را افزایش می دهد.

۲- پیشگرم کردن قالب شوک حرارتی وارد از فلز مذاب به قالب را کاهش داده، زمان شروع ایجاد ترک های ناشی از خستگی حرارتی را طولانی تر نموده و عمر کاری قالب را افزایش می دهد؛

۹- تولید کمتر.



• عیوب قطعات ریختگی ناشی از عدم تعادل گرمایی در قالب:



انجمن دایکست آمریکای شمالی (NADCA) داده های زیر را در رابطه با تاثیر دمای قالب منتشر کرده است.

دمای قالب و عیوب سطحی

دامنه دمایی برای کیفیت سطحی خوب:
(اندازه گیری شده توسط ترموکوپل تماسی دستی بلافاصله پس از پران کردن قطعه)

فلز	کیفیت متوسط کیفیت سطح خوب	کیفیت سطح متوسط
Al	250 - 315°C	190 - 315°C
Zn	230 - 290°C	190 - 290°C
Mg	220 - 290°C	200 - 290°C

NADCA

دمای قالب و عیوب سطحی

دومین عامل کنترل دمای قالب تنظیمات اعمال شده در سیستم های آب یا روغن داغ بکار رفته برای خنک کاری داخلی قالب است - این کار می تواند توسط اپراتور یا تکنسین انجام شود.

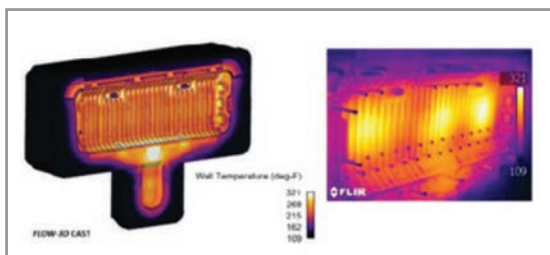
NADCA



۲- حسگرهای مادون قرمز: حسگرهای مادون قرمز حسگرهای غیرتماسی هستند. برای مثال، اگر شما یک حسگر مادون قرمز را به سمت سطح قالب نشانه بگیرید، حسگر با خواندن میزان تشعشع دمای سطح را اندازه گیری کرده و دما را نمایش خواهد داد.



۳- دوربین های گرمایی: دوربین گرمایی ابزاری است که با بهره گیری از تابش مادون قرمز عکس برداری می کند، دقیقاً مشابه کاری که یک دوربین عادی با بهره گیری از طیف نور قابل رویت انجام می دهد.



مقادیر اندازه گیری شده و تصاویر می توانند به PLC ماشین دایکست منتقل شده، در نمایشگر نمایش داده و ضبط شوند. اگر هم ماشین دایکست چنین انتخابی را در خود نداشت می توان از سیستم های جداگانه نمایش که برای ماشین های دایکست موجود هستند استفاده نمود و آنها را با ماشین

۳- پیشگرم کردن قالب می تواند با گرم کردن و انبساط اجزای متحرک قالب، لقی بین آنها و قالب را تنظیم کند و این کار مانع از نفوذ مذاب به فضای بین این اجزا و قالب و قفل شدن قالب می گردد.

۴- پیشگرم کردن قالب توسط کنترلر دمای قالب دایکست می تواند انباشت موضعی گرما و شوک های دمایی ناشی از فلز مذاب را به شکل موثر کاهش داده، ثبات دمای قالب را تضمین نموده و شوک های گرمایی ناشی از فلز مذاب را به حداقل برساند.

● کنترلر دمای دایکست

کنترلر دمای دایکست، عموماً از روغن به عنوان سیال واسطه (medium) استفاده می کند و دمای کاری قالب می تواند تا ۳۵۰ درجه سانتیگراد هم برسد.



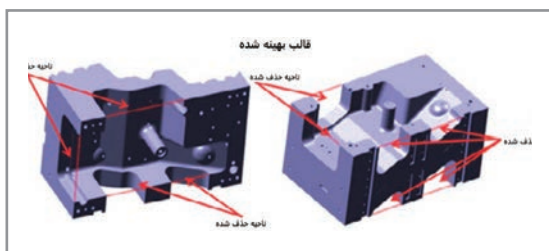
به منور احتراز از آتش سوزی، آب تحت فشار می تواند به عنوان سیال واسطه بکار رود که تا ۱۴۰ درجه سانتیگراد هم تبخیر نمی شود. آبی که تحت فشار نباشد تنها می تواند تا زیر ۹۵ درجه سانتیگراد گرم شود.

● اندازه گیری دما/ تجهیزات

همانطور که پیشتر توضیح داده شد، بسیار مهم است که در فرایند دایکست دما اندازه گیری شود. مرسوم ترین تجهیزات اندازه گیری دما در دایکست عبارتند از:

۱- ترموکوپل ها: ترموکوپل ها ابزاری هستند که با اندازه گیری تغییرات ولتاژ دما را نمایش می دهند. اغلب آنها در غلافی فلزی یا سرامیکی قرار می گیرند که ترموکوپل را در برابر شرایط مختلف محیطی محافظت می کنند.

یک قالب بهینه سازی شده با بهره گیری از تمامی داده های دمایی و تنش گرمایی استخراج شده از CFD ساخته شد. قالب جدید توانست انرژی گرمایی را به شکل کارآمدتری بزداپد و تولید بدون نشت فلز صورت گرفت، حتی بعد از ده ها سیکل تولید.



• نتیجه: مزایای حفظ تعادل دما در قالب

کیفیت قطعات دایکستی آلومینیومی به شدت تابعی از دقت کنترل دمای قالب است. اما، سردکردن هم تاثیر زیادی بر بهره وری و سرعت تولید دارد. سیستم های خودکار می توانند دقت کنترل دما را تضمین کنند.

هرچه قطعه ریختگی پیچیده تر باشد، کانال های خنک کننده بیشتری برای خنک کردن قالب لازم هستند. استراتژی خنک کاری تعیین کننده شکل هر یک از کانال های خنک کننده است. زمان استفاده و کیفیت سیال واسط خنک کننده را می توان برای هر کانال به طور مجزا انتخاب کرد. جهت انجماد آلومینیوم مذاب را می توان به دقت کنترل کرد.

• مرجع

Sendil Kumar K, "Thermal Management in Die Casting Dies", Alucast Journal, Issue 138, October 2022.

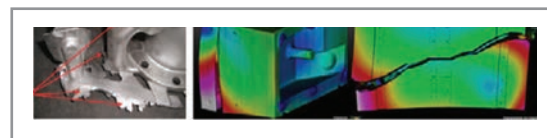
دایکست یکپارچه ساخت. داده های ضبط شده برای کنترل ثبات دما در طول روز و در کل ماه مفید هستند.

• بهینه کردن و به تصویرکشیدن دمای قالب به کمک شبیه سازی

دمای قالب برای هر ضرب و در هر مرحله از تولید باید با گرم و سرد کردن فلز و قالب بهینه و حفظ شود. تضمین ثبات دمای فلز/قالب اساس جلوگیری از تولید قطعات معیوب در فرایند ریخته گری است و نیز، عامل جلوگیری از تابیدگی اینسرت های قالب است. اعوجاج اینسرت ها می تواند دقت ابعادی قطعه نهایی را برهم زده و شیب دمایی بالا می تواند اجزای قالب را دچار اعوجاج کند که به نوبه خود دقت ابعادی محصول نهایی را متاثر خواهد ساخت. به لطف مدل سازی عددی، نرم افزارهای شبیه سازی نقشی اساسی را در ارزیابی، بهینه کردن و تعادل گرمایی قالب و فلز ایفا می کنند.

• یک نمونه برای درک بهتر فرایند

طراحی قالب کار بسیار پیچیده ای است و نه تنها از منظر دینامیک سیال و الگوی انجماد فلز باید مورد توجه قرار گیرد، بلکه مشکلاتی که می توانند از قالب ناشی شوند و نحوه رفتار آن در مواجهه با تنش ناشی از انتقال حرارت نیز نباید از نظر دور بماند. در نمونه مورد بحث، دلیل نشتی ها در قالب ناشناخته بود و تنها پس از چند سیکل از فرایند ظاهر شدند. روشن بود که مشکل بحرانی بود چراکه تولید در بازه زمانی تعهد شده ممکن نبود و هزینه های تولید به شکلی تصاعدی افزایش پیدا می کرد.



مقاله

اسپری الکترواستاتیک بدون آب برای دایکست

شاهن مارکاریان



این روان کننده قالب به دلیل ویژگی مقاومت در برابر آتش برای تولید انبوه مناسب است و تمام ماشین های دایکست برای استفاده از WBD طراحی شده اند. به دلیل این طراحی، معایب روان کننده WBD مورد بحث قرار نگرفت. در عوض، تمام بحث های فنی مربوط به نحوه استفاده از WBD بود.

در سال ۲۰۰۴، این معایب با معرفی نسل جدید روان کننده قالب از رها ساز بدون آب (WFR) که از اجزای روغنی بدون آب تشکیل شده بود، برطرف شد. معایب عمده (WBD) عبارتند از: (۱) محدوده باریک عملکردی دمای قالب، (۲) باقی ماندن آب روی سطح قالب و (۳) عمر کوتاه قالب بود. در سال ۲۰۰۷، آقای Izawa از Ryobi مزایای WFR را در انجمن فنی GIFA WFO توضیح داد. مزیت قابل توجه WFR مصرف فقط ۱/۸۰۰ مقدار اسپری در مقایسه با WBD بود.

در سال ۲۰۰۹، یک سیستم نوآورانه به این سری WFR اضافه شد: اسپری باردار شده الکترواستاتیک و یک عامل جدید WFR برای

• خلاصه

روان کننده های بر پایه آب (WBD) به طور گسترده در جهان مورد استفاده قرار می گیرند. نسل جدیدی از رها سازهای بدون آب (WFR) که حاوی آب نبود، در سال ۲۰۰۴ بر معایب WBD غلبه کرد. به دلیل مقدار بسیار کم اسپری (WBD 1/800)، LUBROLENE WFR مزایای فنی، اقتصادی و زیست محیطی را ارائه کرد.

در سال ۲۰۰۹، توسعه "ابزار اسپری باردار شده الکترواستاتیک" برای استفاده در دایکست و "یک عامل ابتکاری WFR برای اسپری الکترواستاتیک" به نام LUBROLENE WFR-EC معرفی شد که عملکرد را برای شیارهای عمیق و قطعات پیچیده بهبود بخشید. WFR-EC رها سازی نوآورانه که دارای ویژگی های منحصر به فرد برای بهره وری، اقتصادی، و محیط زیست است.

• مقدمه

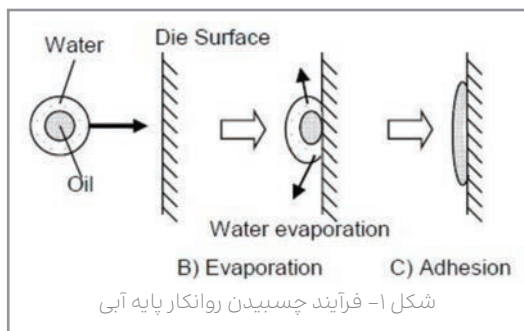
روان کننده قالب پایه آبی (WBD) حدود ۴۰ سال است که در فرآیند دایکست استفاده می شود.

1- Release Agent

2- Electrostatic Charged Gun

از سطح قالب باز می گردند. این پدیده به اصطلاح (Leidenfrost (LF نامیده می شود. ذرات برگشتی به یک لایه پایین می روند و باعث راندمان بسیار پایین در تشکیل روغن می شوند.

۳. دمای بین ۱۵۰ تا ۲۵۰ درجه سانتی گراد محدوده عملکردی کارآمد است. به طور کلی، دمای سطح قالب بیشتر از ۲۵۰ درجه سانتیگراد است، از WBD به عنوان خنک کننده در مراحل اولیه پاشش استفاده می شود. بنابراین محدوده عملکردی باریک است. برای تناسب با این محدوده، مقدار بیش از حد WBD برای خنک سازی اسپری می شود.



• باقی ماندن آب بر روی سطح قالب

حتی اگر لایه روغن با موفقیت روی سطح قالب تشکیل شود، مقداری از WBD در حفره های قالب باقی می ماند. این امر باعث (الف) مشکل تخلخل، (ب) لکه آب روی سطح قطعه ریختگی و (ج) انفجار در تماس با فلز مذاب داغ می شود. برای خشک کردن آب، فرآیند دمش هوا اعمال می شود. این فرآیند انرژی الکتریکی را که برای تولید CO2 استفاده می شود، هدر می دهد.

• عمر کوتاه قالب

در هر ضرب، قالب توسط آب خنک شده و توسط فلز مذاب داغ، گرم می شود. هنگامی که سطح قالب خنک می شود، تنش کششی همانطور که در شکل ۲ نشان داده شده است کاهش می یابد. وقتی گرم می شود، تنش حرارتی افزایش می یابد (منحنی سمت چپ بالا می رود). پس از هزاران ضرب، نوسانات مکرر در استرس حرارتی باعث

این اسپری به نام WFR-EC^۳. ویژگی این سیستم «تأثیر در اطراف» است. با مقدار بسیار کم اسپری، مه پاشیده شده می تواند به تمام سطوح حفره برسد. عملکرد رهاسازی WFR-EC عالی است. این مقاله در مورد ویژگی های فنی WFR-EC و واحد اسپری شارژ شده الکترواستاتیک (EC) نسبت به WBD توضیح می دهد.

• مشکلات رهاسازهای پایه آبی (WBD)

معرفی WFR برپایه اجزای روغنی بر مشکلات WBD غلبه کرد. همانطور که در سال ۲۰۰۷ در انجمن فنی WFO توضیح داده شد، ۳ مشکل عمده عبارت بودند از:

• محدوده باریکی از درجه حرارت قالب

رها سازهای آبی یک سیال از نوع امولسیون هستند که در آن مواد فعال روغنی اصلی (۲، ۰ درصد وزنی) با آب (۹۹،۸ درصد وزنی) مخلوط می شود.

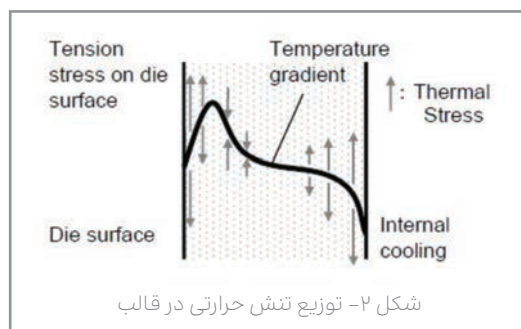
محتوای آب غنی شده بصورت مه پاشیده شده، دمای عملکردی قالب را فراهم کرده که بر فرآیند چسبندگی و تشکیل لایه روغن روی سطح قالب تأثیر می گذارد. تقریباً ۱/۳ مه پاشیده شده به سطح قالب نمی رسد. ۲/۳ آنها به سطح قالب می رسند. از این مقدار، ۱/۳ برای خنک کردن و بقیه آن ۱/۳، برای تشکیل فیلم روغن استفاده می شود. تشکیل فیلم روغن در شکل ۱ نشان داده شده است. اسپری مه مانند با قالب برخورد می کند، قسمت آب آن تبخیر می شود و قسمت روغن روی سطح قالب می چسبد و لایه روغنی تشکیل می دهد. بسته به دمای قالب، میزان چسبندگی تغییر می کند.

۱. در دمای ۱۵۰ درجه سانتیگراد یا کمتر، آب به این سرعت تبخیر نمی شود. با توجه به این شرایط، قسمت روغن به صورت امولسیون به یک طبقه پایین می رود و تشکیل روغن کارایی کمتری پیدا می کند.

۲. در دمای ۲۵۰ درجه سانتیگراد یا بالاتر، ذرات مه مانند WBD به سرعت به جوش آمده و در نتیجه

3- Water Free Release agent Electrostatic Charged

ایجاد ترک خوردگی در قالب می شود و در نتیجه عمر قالب کوتاه می شود.



• بهبود

توسعه ما شامل دنبال کردن ۲ مرحله است.

- ۱- اولین نسل WFR در سال ۲۰۰۴ برای غلبه بر مشکلات WBD توسعه داده شد.
- ۲- نسل دوم WFR-EC برای اسپری الکترواستاتیک در سال ۲۰۰۹ برای بهبود بیشتر WFR و برای قالب های دارای حفره پیچیده توسعه پیدا کرد. این توسعه شامل یک واحد اسپری ویژه است.

اولین نسل WFR

در سال ۲۰۰۴، WFR برای غلبه بر مشکلات WBD توسعه یافت. ویژگی های عالی WFR در انجمن فنی WFO در سال ۲۰۰۷ معرفی شد.

نسل دوم WFR-EC

• نیازها

WFR در حفره های پیچیده، مانند روانکاری پشت پین های قالب مشکلی جزئی داشت. در سال ۲۰۰۹، "WFR-EC" رها ساز باردار شده عاری از آب " برای غلبه بر این مشکل توسعه یافت.

اضافه شدن مشخصه الکترواستاتیک باردار شده از آنجایی که همه روان کننده های پایه روغن از جمله WFR عایق های الکتریکی هستند، اسپری الکترواستاتیک برای WFR قابل استفاده نبود. برای ایجاد رسانایی الکتریکی کافی ($20-800\text{ M}\Omega$)، مقدار کمی آب در WFR با کمک سورفکتانت (Surfactant) حل شد. این WFR-EC بود (شارژ الکترواستاتیک به دلیل "رسانایی الکتریکی بسیار بالا" برای WBD قابل اعمال نیست).

• فرمولاسیون

WFR-EC (شامل الف) فرمولاسیون WFR (حامل حلال معدنی و مواد روغنی برای تشکیل فیلم روغن) و ب) مخلوط آب/سورفکتانت برای بار الکترواستاتیکی می باشد. ویژگی الکترواستاتیک باردار شده (Electrostatic Charged) به تازگی به ویژگی WFR اضافه شده است. از آنجایی که WFR-EC دارای یک "اثر پیچیده" است (که در زیر ذکر شده)، خاصیت چسبندگی و قابلیت تشکیل لایه روغن WFR به طور چشمگیری افزایش یافته است.

واحد اسپری الکترواستاتیک باردار شده

برای WFR-EC، یک ابزار اسپری الکترواستاتیک ویژه نیز توسط Asahi Sunac Corporation ساخته شده است. در مقایسه با یک ابزار اسپری الکترواستاتیک معمولی برای رنگ آمیزی، مقدار اسپری حدود ۱/۵۰ و اندازه آن نیز کوچکتر است.

• مشخصه های کیفی مرتبط با WFR-EC

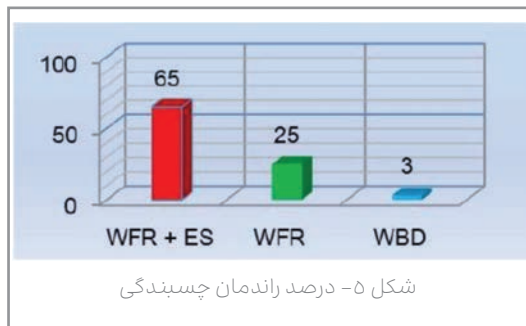
کیفیت عالی WFR مانند دمای بالا Leidenfrost، راندمان چسبندگی بالا، تشکیل لایه روغن ضخیم تر و خاصیت اصطکاک کم در زیر توضیح داده شده است. علاوه بر این، در زیر به اثر پوششی توسط اسپری الکترواستاتیک نیز اشاره شده است.

• دمای بالای Leidenfrost

WFR دمای (Leidenfrost (LF بالاتری نسبت به WBD دارد: $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ WBD در مقابل $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ WFR. این ویژگی برای WFR-EC نیز با انتخاب همان مواد روغنی مذکور در بالا حفظ شد. به دلیل نقطه LF بالا، جوش سریع در سطح قالب تا دمای 400 درجه سانتیگراد رخ نمی دهد. می توان گفت که WFR و WFR-EC دامنه کاربرد وسیع تری در دمای قالب دارند (150 تا 400 درجه سانتیگراد).

دمای LF بالا دو ویژگی مهم را فراهم می کند: ۱) عدم نیاز به خنک کننده قالب توسط روان کننده، در نتیجه مقدار کمتری از اسپری روان کننده مصرف می شود و ۲) چسبندگی بیشتر مواد روغنی یا تشکیل لایه روغن ضخیم تر. این اثرات به میزان درجه $4/3$ در چسبندگی ذکر شده است.

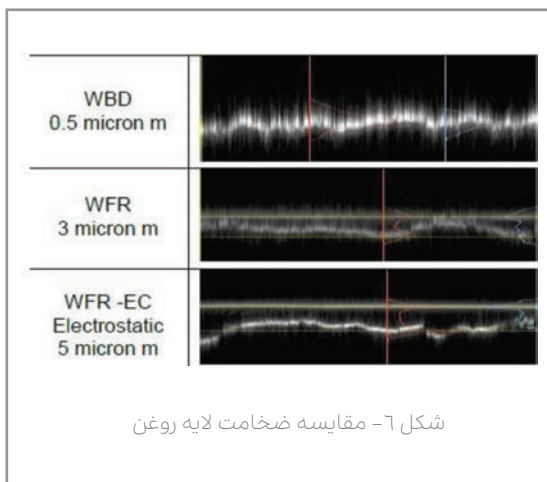
روغن" است. همانطور که در شکل ۵ نشان داده شده است، مقادیر راندمان چسبندگی به ترتیب ۳٪ توسط WBD، ۲۵٪ توسط WFR و ۶۵٪ توسط WFR-EC است.



راندمان بالای WFR (۲۵٪ در مقابل ۳٪ WBD) از (۱) دمای LF بالا، (۲) انتخاب عالی از ترکیبات روغن و (۳) تبخیر عالی حامل محلول معدنی که چکیدن مه چسبیده روی سطح صفحه آهن را به حداقل می رساند حاصل می شود. راندمان عالی WFR-EC (۶۵٪ در مقابل ۲۵٪ WFR) بدلیل استفاده از شارژ الکترواستاتیک می باشد.

• تشکیل لایه ضخیم تر روغن

راندمان چسبندگی عالی در تست های ضخامت نیز مشاهده می شود: ۰٫۵ میکرون توسط WBD، ۳ میکرون توسط WFR و ۵ میکرون توسط WFR-EC (شکل ۶). خط پایین نشان دهنده سطح صفحه فولادی و خط بالایی سطح روغن را نشان می دهد. هر چه فاصله این دو خط بزرگتر باشد ضخامت لایه روغن ضخیم تر است).

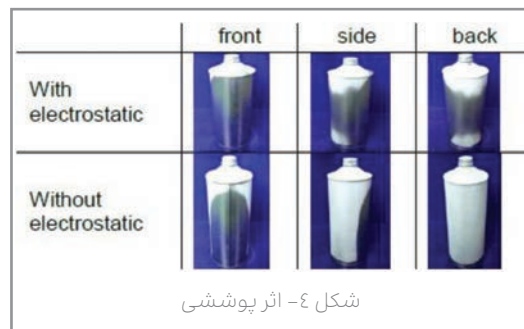


• اثر پوششی^۴

همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده است، با ترکیب WFR-EC و ابزار اسپری، مه پاشیده شده به راحتی پشت پین قالب را دور خواهد زد که به آن "اثر پوششی" می گویند.



این اثر به صورت بصری با قوطی که با پودر سفید پوشانده شده بود نشان داده شده است (شکل ۴ را ببینید). WFR-EC با و بدون شرایط بار الکترواستاتیک، اسپری شد. سطح قوطی در حالت "با الکترواستاتیک / پشت" به رنگ استیل (مرطوب توسط WFR-EC) بود، در حالی که در مورد "بدون الکترواستاتیک / پشت" قوطی کاملاً سفید (با WFR-EC خیس نشده بود) بود.



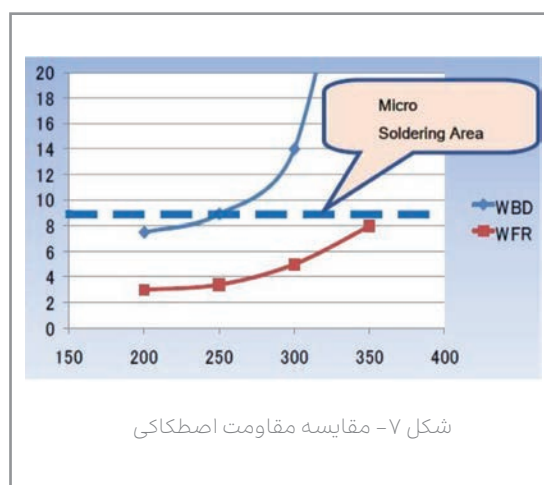
این ویژگی مشکل لحیم کاری در حفره پیچیده را بسیار کاهش می دهد، زیرا رها ساز و روانکار به پشت حفره و پین های هسته می روند.

• راندمان چسبندگی بالا

راندمان چسبندگی در یک آزمایش چسبندگی ارزیابی شد. راندمان چسبندگی نسبت "قسمت روغن چسبیده روی قطعه تست فولادی در دمای ۲۵۰ درجه سانتیگراد به مقدار کل مواد اسپری شده

● خاصیت اصطکاک پایین

همانطور که در شکل ۷ نشان داده شده است، WFR-EC دارای خاصیت اصطکاک کمتری نسبت به WBD است. میزان اصطکاک ۱۰ کیلوگرم در تست آزمایشگاهی به عنوان شروع میکرو لحیم کاری در تولید در نظر گرفته می شود. بیش از ۱۰ کیلوگرم، لحیم کاری میکرو اتفاق می افتد. از این رو، می توان گفت که WBD تا دمای ۲۶۰ درجه سانتیگراد قابل استفاده است، در حالیکه WFR-EC تا ۴۰۰ درجه سانتیگراد با دوام است. ۲) انتخاب مناسب ترکیبات روغن برای استفاده در دمای بالا. در عمل، WFR-EC می تواند از لحیم کاری تا ۴۰۰ درجه سانتیگراد جلوگیری کند.



شکل ۷- مقایسه مقاومت اصطکاکی

● کارایی مرتبط با WFR-EC

این ویژگی های با کیفیت عالی WFR-EC عملکرد عالی را در تولید، مانند مقدار کم اسپری، غلبه بر مشکلات WBD، اندازه کوچک تر تخلخل ها و سایر عملکردها ارائه می دهد. آن ویژگی ها در زیر توضیح داده شده است.

● میزان بسیار کم اسپری

به طور کلی ۲۰۰ سی سی WBD به دستگاه ۲۰۰ تن پاشیده می شود. در مورد WFR-EC ۲ سی سی اسپری می شود. ۱/۱۰۰۰ مقدار اسپری WBD! این از ۱) دمای LF بالاتر، ۲) راندمان چسبندگی بسیار بالای بار الکترواستاتیک، ۳) انتخاب مواد روغنی خوب برای چسبندگی و ۴) تبخیر عالی محلول معدنی برای

تشکیل فیلم روغنی نیمه جامد که مانند یک رنگ سریع خشک می شود ناشی می شود.

● محدوده مرزی درجه حرارت قالب

همانطور که در بخش ۲/۱ ذکر شد، WBD مشکل "محدوده باریک دمای قالب" را دارد. این را می توان به راحتی با WFR و WFR-EC حل کرد، زیرا WFR و WFR-EC دمای LF بالایی دارند. جوش سریع در سطح قالب تا دمای ۴۰۰ درجه سانتیگراد اتفاق نمی افتد. در مقایسه با WFR-EC، WBD دامنه کاربرد وسیع تری (۱۵۰ تا ۴۰۰ درجه سانتیگراد) را در دمای قالب نشان می دهد. این موضوع توسط بسیاری از ماشین های دایکست تایید شده است. با در نظر گرفتن دوام اصطکاکی، ۴۰۰ درجه سانتیگراد حداکثر دمای واقعی است.

● عدم وجود آب باقیمانده بر روی سطح قالب

همانطور که در بخش ۲/۲ ذکر شد، WBD مشکل "آب باقیمانده روی سطح قالب" را دارد. WFR-EC این مشکل را حل می کند، چراکه مقدار آب و مقدار اسپری آن بسیار کم است. می توان گفت که WFR-EC هیچ آبی روی سطح قالب باقی نمی گذارد. به همین دلیل، WFR-EC دارای مزایای زیر است:

الف) بدون تخلخل که مربوط به آب باقی مانده می باشد.

ب) عدم نیاز به "فرآیند دمش هوا" که در نتیجه زمان چرخه کوتاه تر می شود.

ج) عدم نیاز به دمش هوا برای خشک کردن آب، که منجر به صرفه جویی در انرژی الکتریکی یا کاهش CO2 منتشره می شود.

در موارد (b) و (c) عملکرد واقعی با استفاده از یک دستگاه ژاپنی معمولی ۳۵۰ تنی به مدت ۳ ماه ارزیابی شد.

ب) هر ضرب، ۳ ثانیه صرفه جویی در دمش هوا این باعث ۸٪ کاهش زمان سیکل تولید می شود.

ج) هر شات، ۰/۳۴ کیلووات ساعت صرفه جویی در برق. این باعث ۰/۱۲ کیلوگرم کاهش CO2 است. از آنجایی که این دستگاه حدود ۵۰۰۰۰۰ شات در سال کار می کند، کاهش CO2 به ۶۰ تن در سال به ازای این ماشین می رسد.

ب) فلز مذاب دمای بالاتری دارد.

ج) جریان فلز مذاب بهتر است.

د) جریان متلاطم قوی تر فلز مذاب.

ه) گاز به دام افتاده کوچکتر می شود.

اطلاعات محدثی تایید می کند که قطعه تولید شده با WFR-EC دارای استحکام (خواص مکانیکی) کمی بالاتر است. این احتمالاً به دلیل تخلخل همگن / کوچک است.

• دیگر مشخصات WFR-EC

دوستدار محیط زیست

۱. عدم دفع فاضلاب، WFR نیاز به کنترل مقدار کمی اسپری دارد و این نیز به کاهش تولید CO₂ از طریق کاهش توان الکتریکی برای دستگاه تصفیه آب کمک می کند.

۲. غیر قابل اشتعال به صورت مایع در محیط ریخته گری، از جمله در تماس مستقیم با آلومینیوم مذاب. غیر قابل اشتعال به عنوان بخار خارج از قالب داغ در حالی که جزء حامل تبخیر می شود.

هیچ خطری برای سلامت انسان یا محیط زیست مرتبط با WFR وجود ندارد.

۳. دیگر صرفه جویی در توان الکتریکی را می توان از طریق الف) کاهش ذوب مجدد محصول رد شده به دلیل عملکرد رها سازی عالی و ب) کاهش دمش هوا و ج) کاهش دمای فلز مذاب حاصل کرد. در مجموع، ۱۸۰ تن CO₂ را می توان با یک دستگاه ۵۰۰ تن در سال کاهش داد.

• نتیجه گیری

در سال ۲۰۰۴، عامل WFR معرفی شد. به دلیل نداشتن آب، با ۱/۸۰۰ مقادیر قبلی روانکاری می کند، همانطور که در انجمن فنی WFO در سال ۲۰۰۷ توضیح داده شد. به دلیل مقدار بسیار کم اسپری، در روانکاری یک حفره پیچیده، به خصوص پشت پین های هسته، مشکل جزئی دارد. این مشکل با پیشرفت WFR-EC و ابزار اسپری شارژ شده الکترواستاتیک در سال ۲۰۰۹ برطرف شد. WFR-EC مزایای زیر را نسبت به WBD ارائه می دهد.

• عمر بیشتر قالب

همانطور که در بخش ۲،۳ ذکر شد، WBD مشکل "عمر کوتاه" را دارد. WBD باعث نوسان دمای سطح قالب در هر ضرب می شود و در نتیجه در پس از حدود ۲۰۰۰ شات بر روی سطح قالب ایجاد ترک می کند. پس از چندین بار تعمیر سطح قالب، در نهایت قالب قدیم به قالب جدید تغییر می یابد. به طور کلی، عمر قالب ۱۵۰۰۰ ضرب در مورد دستگاه ۳۵۰ تن است.

WFR-EC به دلیل مقدار بسیار کم اسپری (که تقریباً منجر به خنک شدن نمی شود) عمر قالب را طولانی می کند. دو مشتری تشکیل ترک را بررسی کردند: هیچ ترکی به ترتیب در ۸۰۰۰۰ و ۶۰۰۰۰ ضرب توسط WFR مشاهده نشد. هر دوی آنها گفتند که الف) نمی توانند خود عمر قالب را تأیید کنند، زیرا عمر قالب از تعداد قطعاتی که قرار بود تولید شود بیشتر است و ب) احساس می کنند که قالب همیشگی خواهد بود.

با در نظر گرفتن حداکثر تعداد تولید قطعات در هر دستگاه، مقدار کمتری از «یک ششم» برای تخمین هزینه استهلاك قالب استفاده می شود. در مورد دستگاه ۳۵۰ تنی، صرفه جویی در هزینه هر دستگاه به ۱۲۵ هزار یورو در سال می رسد. این بزرگترین اثر اقتصادی WFR-EC است.

• ابعاد کوچکتر تخلخل ها

در کارخانه های دایکست واقعی، نرخ های مردودی بسیار پایین به صورت ظاهری با WFR-EC مشاهده شد: تقریباً صفر برای WFR-EC در مقابل چند درصد WBD. این موضوع توسط بررسی سی تی اسکن یک محصول دایکست پشتیبانی می شود. داده های مشاهده شده (۱) اندازه تخلخل: ۰،۱ میلی متر یا کمتر از WFR-EC در مقابل ۱-۲ میلی متر توسط WBD و (۲) تشکیل تخلخل همگن WFR-EC در مقابل تخلخل بزرگتر در سطح بیرونی قطعه توسط WBD.

موارد زیر دلایلی هستند که چرا WFR-EC بهتر از WBD است.

الف) WFR-EC در مقایسه با WBD حفره را خنک نمی کند.

ویژگی ها	موارد
۱۳۰ - ۴۰۰ °C	دمای کاربردی
عالی	قدرت رهاسازی
ضایعات کمتر ۱٪ - ۰	محیط زیست
بدون فاضلاب	اقتصادی
کاهش نشر CO ₂ : ۱۸۰ تن به ازای هر ماشین ۵۰۰ تن	
افزایش عمر قالب: ۱۲۵ هزار یورو در سال	

• منابع

1. Izawa, Togawa, Kobayashi, & Ohira, "Developments of next generation Water Free, oil release agent and its small amount technique". Transaction in 2004 Japan Die Casting Congress. JDO4-15
2. Kito & Ohira, "Consideration on environmental Improvement by next generation Water Free mold release agent" Altopia Vol 36, No-3.
3. Yamazaki & Ohira, "Performance & economical merits of next generation, Water Free mold release agent". Altopia 2005-11.
4. R.Izawa, K.Togawa et al. "Development of next generation Water Free Die Lubricant", Presentation at WFO Technical Forum in 2007

• گسترش بهبود

برخی از ماشین‌های دایکست دمای قالب بسیار بالایی - مانند ۴۳۰ درجه سانتی‌گراد - را نشان می‌دهند. برای این ماشین‌ها، پودر حاوی WFR-EC (با مواد روغنی کمتر) به عنوان نسل سوم WFR ساخته شده است که NPL نامیده می‌شود. ویژگی‌های خاص آن عبارتند از: ۱) عدم لحیم کاری حتی در دمای قالب بسیار بالا، ۲) تشکیل گاز کمتر یا تخلخل کمتر و ۳) سطح ریخته‌گری صاف و زیبا حتی در دمای قالب پایین‌تر مانند ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد. داده‌های عملکرد در حال حاضر جمع‌آوری می‌شوند.

K. Togawa, Aoki Science; B. Springer, Ultraseal International.

مقاله

تخریب قالب های دایکست آلیاژهای آلومینیوم

ترجمه: مهندس حمید اسحاقی



گسترده ای از قطعات خودرو و کالاهای مصرفی دیگر را شامل می شود. جدول ۱ مقایسه ای از نه پارامتر روش دایکست در برابر روش های دیگر، از جمله قالب های برشی، فورج، ریخته گری ماسه ای، ریژه و تزریق پلاستیک را نشان داده است.

قالب های دایکستی آلیاژهای آلومینیوم به دلیل انواع تنش های اعمال شده به صورت هم زمان خیلی سریع آسیب می بینند. تنش ها به دو گونه اصلی می باشند: تنش های ایجاد شده در زمان ساخت قالب و تنش های شکل گرفته در فرایند تولید.

طول عمر قالب یکی از فاکتورهای مهم برای تولید اقتصادی قطعات دایکست از آلیاژهای آلومینیوم می باشد و جایگزینی قالب، هم از جهت زمان و هم از لحاظ هزینه گران تمام می شود.

شکست قالب عموماً به چهار گروه اصلی تقسیم می شود: ترک گوشه، ترک لبه های تیز، شکست های ناشی از تغییرات دمای قالب در سیکل تولید و ترک های ناشی از سایش و خوردگی قالب.

به طور کلی از تغییرات دمای قالب در سیکل تولید به عنوان یکی از دلایل اصلی شکست قالب یاد شده

قالب های دایکست آلیاژ آلومینیوم به دلیل عوامل متعدد و مختلفی که به صورت همزمان به آن اعمال می شود در معرض شکست قرار می گیرند. مواد انتخابی، طراحی قالب و خستگی ناشی از تنش حرارتی سیکل تولید (HeatChecking) به علاوه توزیع دمایی غیر یکنواخت و همچنین دمای کم پیشگرم قالب از جمله عواملی است که منجر به تشکیل و رشد ترک در قالب های دایکست می گردد. در این تحقیق شدت و یکنواختی حوزه دمایی سطح قالب توسط نمودارهای دمایی مورد بررسی قرار گرفته و نیز شکست و ترک های روی سطح قالب به وسیله تست های متالوگرافی غیرمخرب آنالیز می گردد.

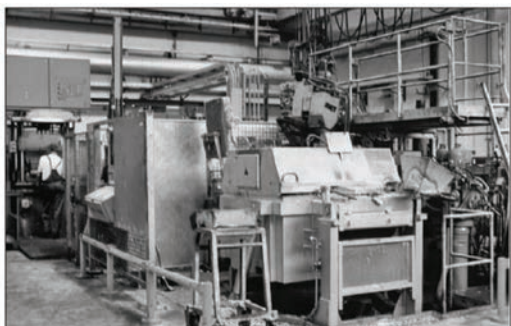
● مقدمه

دایکست روشی مقرون به صرفه و ساده برای تولید قطعات پیچیده و دقیق از جنس آلیاژ آلومینیوم با تیراژ بالا می باشد. قطعات دایکستی آلومینیوم به حداقل فرآیند ماشین کاری (قبل از نصب در محل مورد نظر) احتیاج دارند.

تقریباً نیمی از همه قطعات آلومینیومی ریختگی در سرتاسر جهان به این روش تولید شده و طیف

پارامترهای مقایسه شده	در مقایسه با				
	قالب برش	فورج	ریخته گری در ماسه	ریخته گری در ریزه	تزریق پلاستیک
هزینه	هزینه ماشینکاری کمتر	هزینه نهایی کمتر	هزینه ماشینکاری و تولید کمتر	هزینه کارگر، تولید و ماشینکاری کمتر	معمولاً هزینه دایکست بالاتر است
انعطاف پذیری در طراحی	اشکال پیچیده تر	اشکال پیچیده تر	دیواره های نازک تر امکان پذیر است	دیواره های نازک تر امکان پذیر است، شیب قالب کمتر لازم است	بسیار بیشتر
انطباق پذیری کاربردی	طراحی بهتر امکان پذیر است	مناسب تر جهت ماشینکاری کمتر	مناسب تر جهت ماشینکاری کمتر	مناسب تر جهت ماشینکاری کمتر	کاربردهای بسیار بیشتر
تولاس ها	بسته تر	بسته تر	بسته تر	بسته تر	بسته تر
ضخامت دیواره	تغییرات بیشتر	نازک تر	نازک تر	نازک تر	نازک تر با استحکام یکسان
کیفیت سطح	تغییرات بیشتر	صاف تر	صاف تر	صاف تر	تغییرات بیشتر
تلفات مواد	کمتر	کمتر	کمتر	کمتر	کمتر
استحکام	بسته به طراحی	استحکام کمتر	بیشتر با آلیاژ یکسان	بیشتر با آلیاژ یکسان	بسیار بیشتر
وزن	بسته به طراحی	سبک تر	سبک تر	کمتر	کمتر

جدول ۱- مقایسه نه پارامتر دایکست با سایر فرایندها



شکل ۲- نیمه ثابت قالب دایکست مورد آزمایش

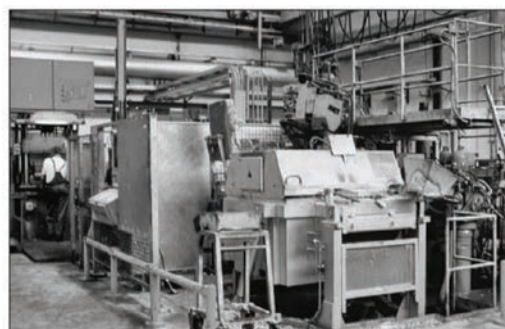
فولاد گرم کار قالب باید خواص خوبی را جهت تولید داشته باشد. در جدول ۲ خواص مطلوب و مورد انتظار در فولاد های گرم کار و همچنین مکانیزهای پیدایش آسیب درمواد قالب نشان داده شده است. قالب های مورد آزمایش در این تحقیق از فولاد گرم کار بهلر با شماره استاندارد W۳۰۰ ساخته شده اند که به طور وسیعی در اکثر قالب های دایکست استفاده می شوند.

خواص مکانیکی و حرارتی فولاد W۳۰۰ توسط تولید کننده داده می شود. دمای ذوب آلیاژ AISI9CU3 تقریباً 593°C و دمای ریخته گری آن حدود 50°C بالاتر می باشد. بنابراین خیلی مهم است که خواص فولاد در فاصله ی دمایی حدود 700°C بالاتر از دمای محیط مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

است که در این حالت ابتدا ترک های ریز اولیه در سطح قالب پدیدار شده و سپس خستگی ناشی از تنش های حرارتی باعث رشد آنها می گردد. بعضی از فاکتورهای تاثیرگذار بر روی شکست قالب که می تواند توسط طراحان، سازندگان و اپراتورهای ساخت قالب کنترل شود عبارتند از: طراحی، انتخاب مواد، عملیات حرارتی، عملیات نهایی و حمل و نقل قالب.

● تست قالب دایکست

در چهارچوب این کار تحقیقاتی مجموعه ای از آنالیزها بر روی یک قالب دایکست آلومینیوم انجام شده است. تمامی اجزا یک ماشین دایکست در شکل ۱ و نیمه ثابت قالب مورد آزمایش در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۱- ماشین دایکست

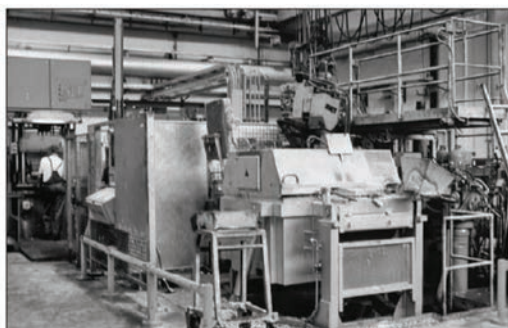
از آلیاژ آلومینیوم که به قالب تزریق می شود باعث انبساط و انقباض بیشتر سطح قالب شده و همین امر سبب زودتر پدیدار شدن اثرات شوک حرارتی در سطح قالب می شود.

چون میزان تنشهای تولیدی در سطح قالب نسبت معکوسی با دمای قالب دارد بهتر است که تا حد امکان دمای قالب بالاتر باشد. جهت تولید آلیاژهای آلومینیوم بهتر است دمای پیشگرم قالب تقریباً بین 300°C - 240°C باشد. تجربه نشان داده است که افزایش دمای کاری قالب از 205°C به 315°C تقریباً عمر قالب را دو برابر می کند.

شدت و همگنی دمای اولیه سطح قالب در سمت ثابت توسط روش دمانگاری مورد آزمایش واقع شده است.

آزمایش دمانگاری بر روی یک قالب با هندسه نسبتاً ساده انجام شده و تصاویر حرارتی بسیار ساده ای نیز بدست آمده است.

در مقایسه با پیرومترهای نوری که کاربردشان به سطوح خیلی کوچک محدود می شود، موضوع مورد بررسی تحقیق ما توانایی ثبت شدن با دوربین دمانگار را دارد (شکل ۳).



شکل ۳- موقعیت دوربین دمانگار

حوزه دید این دوربین در حدود 30° افقی و 20° عمودی می باشد. داخل این محدوده دید تصویر دمای، در حدود ۳۰۰۰ نقطه اطلاعاتی از دما بوسیله دوربین بدست می آید. قدرت تجزیه و تحلیل و تفکیک داده ها به فاصله دوربین از سوژه بستگی دارد.

جرم حجمی فولاد W_{300} در دمای محیط (20°C) تقریباً 7800 kg/m^3 بوده که با افزایش دما کاهش می یابد و این میزان کاهش تا دمای 700°C حدود 7200 kg/m^3 می باشد.

تغییرات هدایت حرارتی با افزایش دما برای این فولاد نسبتاً کم و تقریباً خطی بوده (از 19.2 W/mK تا 26.3 W/mK) و نفوذ حرارتی نسبتاً ثابت می باشد (تقریباً $5 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$). گرمای ویژه با بالا رفتن دما افزایش یافته و از 456 J/kgK به 587 J/kgK برای محدوده دمایی انتخاب شده می رسد. ضریب خطی چقرمگی به آرامی از $10.7 \times 10^{-6} \text{ /K}$ (در دمای 20°C) به $13.2 \times 10^{-6} \text{ /K}$ (در دمای 700°C) افزایش می یابد، در حالیکه مدول الاستیسیته با افزایش دما در رنج معین شده از 211 GPa به 168 GPa کاهش می یابد.

خواص مورد انتظار		مکانیزم خرابی
سختی بالا	چقرمگی شکست مناسب	فشار مکانیکی زیاد
سختی بالا در دمای بالا	ثبات ریزساختار در دمای بالا	فشار مکانیکی زیاد در دماهای بالا
سختی بالا	مقاومت به خستگی بالا	تنش های مکانیکی متناوب (خستگی)
ریزساختار ظریف	مقدار اندک عیوب داخلی و ریز بودن عیوب	
سختی بالا	حضور ذرات سخت و مقاوم به سایش با نسبت حجمی بالا، اندازه و توزیع مناسب	سایش
سختی بالا	لایه اکسید بر روی سطح	چسبندگی
واکنش شیمیایی کم بین قالب و مواد		
سختی بالا	مقاومت به خستگی بالا	خستگی در سطح
ثبات ریزساختار در دمای بالا	مقاومت بالا در برابر اکسیداسیون	دمای بالا
ثبات ریزساختار در دمای بالا	سختی بالا در دماهای بالا	سیکل حرارتی
مقاومت به خزش	مقاومت بالا در برابر تغییر فرم پلاستیک	
انبساط حرارتی کم	مقاومت در برابر اکسیداسیون	

جدول ۲- مکانیزم خرابی و خواص مورد انتظار از مواد قالب

● آنالیزها و اندازه گیری های دمایی

وقتی مذاب با سطح قالب برخورد می کند فعالیت سطح آغاز می شود. در ابتدا سطح قالب منبسط و سپس با کاهش دمای سطح بدلیل نفوذ حرارتی به لایه های زیرین سطح فولاد، سطح قالب منقبض می شود. اختلاف بیشتر بین دمای قالب و دمای مذابی

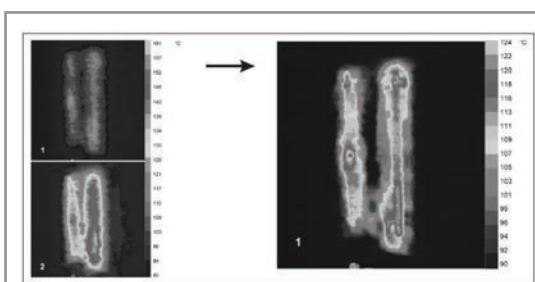
اطلاعات ثبت شده دمانگاری بر روی سطح قسمت ثابت قالب در یک پیشگیری حدود 240°C و بصورت همگن انجام شده است.

کنترل داده های دمایی روی سطح قالب و کالیبراسیون دوربین دمانگار با استفاده از ترموکوپل های نیکل-کروم انجام شده است. چهل و دو دقیقه بعد از شروع پیشگرم دمای $71,2^{\circ}\text{C}$ در یک نقطه مشخص از سطح ثابت قالب اندازه گیری شده بود (جدول ۳). چند ثانیه بعد با دوربین دمانگار کالیبره نشده (با ضریب اصلاح فرضی یک) که روی همان نقطه متمرکز شده بود، دمای فرضی $77,1^{\circ}\text{C}$ اندازه گیری شد. از نسبت بین این دو دما ضریب اصلاح $\varepsilon=0,91$ حاصل می شود. این ضریب قبل از هر اندازه گیری بصورت آزمایشی باید محاسبه گردد.

عملیات	زمان / دقیقه	حداکثر دمای سطح / $^{\circ}\text{C}$
آغاز پیشگرم	۰	-
آغاز اندازه گیری	۲۰	۹۱
کالیبره کردن دوربین دمانگار	۲۲	-
بازشدن قالب (۱)	۶۰	۱۲۵
افزایش دبی روغن گرم کن	۹۰	-
بازکردن قالب	۱۹۰	۱۵۰
بازکردن قالب (۲)	۲۵۰	۱۶۱
پایان اندازه گیری		

جدول ۳- شرایط تست - مراحل پیش گرم کردن قالب

نمودار دمایی نشان داده شده در شکل ۴ فقط قسمتی از تصاویر گرفته شده می باشد و توزیع دمایی روی سطح قالب با رنگ های مختلف در گراف دمایی نشان داده شده است.



شکل ۴- سطح کار لنگه ثابت قالب مورد آزمایش (شکل ۱ و جدول ۳). فرایند پیشگرم. تصاویر گرمانگاری. در آغاز (۱)، و در انتهای (۲) فرایند پیشگرم.

نمودارهای دمایی بین دو رنگ سفید و مشکی با شانزده رنگ مجزا تفکیک شده اند. حرکت از یک رنگ به رنگ دیگر تفاوت دما را نشان می دهد، در حالیکه

جزئیات هندسی و مکانی روی قالب کمتر مشخص است.

برای هر نمودار دمایی زمان چاپ تصویر خیلی مهم می باشد. (جدول ۳) اولین نمودار دمایی در سمت چپ با طیف گسترده رنگ ارائه شده (تصویر ۴) و قابل مقایسه با تصویر دوم می باشد که در زمان بعد از آن گرفته شده است، هنگامی که سطح قالب پیشگرم می باشد و دما بصورت قابل توجهی بالا رفته است. در این دو نمودار دمایی فقط می توان رنج های دمایی یکسان و یکرنگ را با یکدیگر مقایسه نمود.

نمودار دمایی سمت چپ در تصویر ۴ برای دامنه دمایی 90°C تا 111°C ارائه شده است و رنگ مشکی نشان دهنده منطقه دمایی زیر 90°C است. نمودار دمایی سمت راست دقیقاً شبیه نمودار دمایی یک در سمت چپ می باشد، با این تفاوت که این نمودار دماهای پایین تر بین 90°C تا 124°C را نشان می دهد.

در ریخته گری واقعی زمان پیشگرم برای قالبهای مشابه خیلی کمتر از آن چیزی است که در تست های ما واقع شده است (ماکزیم ۲ ساعت). علاوه بر آن دبی روغن گرم کننده (با دمای تقریبی 250°C) افزایش یافت و در خلال اندازه گیری های ما، بعد از تقریباً یک ساعت از ۳۰ لیتر در دقیقه (که معمولاً در عمل بکار می رود) به ۶۰ لیتر در دقیقه (با ۱۰۰٪ ظرفیت) رسید. آنالیز شکست

ترک ها بر روی سمت ثابت قالب پس از کمتر از هزار تریق آشکار شده و با نفوذ مواد خاص راحت تر قابل رویت می باشد. بعضی از آنها به راحتی با ذره بین یا با چشم غیر مسلح دیده می شوند. در چارچوب کار آزمایشی ما اغلب آزمایشات متالوگرافی غیر مخرب بوسیله میکروسکوپ نوری و میکروسکوپ الکترونی انجام می شود.

به سادگی قسمت های برجسته سمت ثابت قالب مورد آزمایش با سمباده ریز (بالاتر از ۵۰۰) یا خمیر پولیش براق شده و با میکروسکوپ نوری مورد مطالعه قرار می گیرد. فویل های پلیمری جهت برداشتن یک کپی تصویر از نقاط آماده شده سطح استفاده می شود. کپی بدست آمده بقدری واضح

• نتیجه

ترک ها در قالب های دایکست آلومینیوم بوسیله عوامل کاری مختلف و همزمان بوجود می آید. تعدادی از آنها که به شکست قالب منجر می شود ممکن است بوسیله متخصصین دایکست کنترل شود.

شکست ها: ترک ها و حفره های مشاهده شده بر روی سطح قالب مورد آزمایش بستگی به شدت تنش های حرارتی ناشی از سیکل تولید دارد که بر روی علائم شناسایی شده و ریز ترک ها در گوشه ها و لبه های تیز قالب اعمال می شود.

گراف های دمایی موجود به راحتی نشان می دهد که برای رسیدن به یک دمای مورد نظر و همچنین یکنواختی آن در قالب حتماً باید تغییراتی را در مدت حرارتی و طراحی قالب اعمال کرد. در فرآیند دایکست منابع اولیه نیروی اعمال شده به قالب متأثر از تغییرات دما بوده و تأثیر نیروهای دیگر تقریباً ناچیز است. بنابراین اولین مرحله برای حل مسئله باید تغییرات تمرکز حرارتی و یا کانال های خنک کننده باشد، بطوریکه یک یکنواختی حرارتی عالی بدست آید.

• منبع

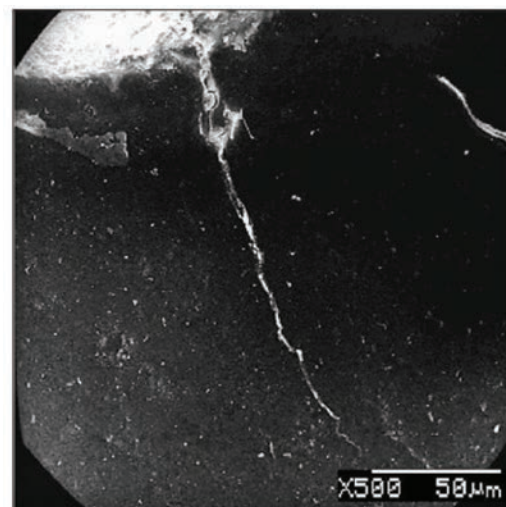
B. Kosec, Failures of Dies for Die-Casting of ۵۵-۵۱,۱ (۲۰۰۸) ۴۷ Aluminum Alloys, Metalurgija

است که حتی جزئیات کوچک سطح از قبیل اجزائی اصلی میکرو ساختار را به راحتی بایک میکروسکوپ نوری و یا الکترونی می توان مشاهده کرد. عمق دید بالا که یکی از مشخصه های میکروسکوپ الکترونی می باشد باعث بدست آمدن یک تصویر سه بعدی واضح از موضوع مورد مشاهده می شود. عموماً در قسمتهای مقعر سطح قالب اولین ترک پدیدار شده و این مکان ها معمولاً برای پولیش کاری و مشاهدات میکروسکوپی مناسب نیستند.

در تصاویر ۵ و ۶ برخی علائم و خطوط حدفاصل نشان داده شده است که خیلی از ترک ها از این علائم با طولی حدود ۲۰ الی ۲۰۰ میکرون شروع می شود. بر اساس شکل و نوع انتشار ترک می توان آنها را به تنش های حرارتی ناشی از سیکل تولید نسبت داد.



شکل ۵- سطح کار قالب مورد آزمایش. حفره ها و ترکها. میکروسکوپ نوری



شکل ۶- سطح کار قالب مورد آزمایش. ترکهای سطحی و حفره ها. تصویر SEM

مقاله

اهمیت تعادل گرمایی در دایکست

ترجمه: سیامک فتحی



● مقدمه

فرایند دایکست شامل دو بخش اصلی است؛ پر شدن و انجماد که در خلال آنها فلز مذاب به جامد استحاله یافته و شکل هندسی حفره قالب را به خود می گیرد.

هروند از عیوب داخلی در قطعه ریختگی در طی یکی از این دو مرحله از فرایند ریخته گری ایجاد می شود. از منظر علمی این دو مرحله از فرایند ریخته گری ارتباط تنگاتنگی با هم دارند:

۱- سیالیت مذاب با کاهش دمای آن کم می شود که کاهش دما خود تابعی از شیب دمایی بین دو سطح است؛

۲- گرما از جایی که دما بالاتر است به جایی که دما پایین تر است حرکت می کند و نرخ انتقال حرارت تابعی از شیب دمایی بین دو سطح است.

دمای قالب: به غیر از ماشین دایکست و سیستم های اتوماسیون، قالب قلب سیستم است و نیز گرانتترین بخش هم می باشد. این بخش نیاز به توجه و نگهداری دارد تا بتواند قطعات ریختگی با کیفیت خوبی را تولید کند.

● چکیده

دایکست، فرایندی پیچیده و متاثر از کنش و واکنش دما، فشار، خواص شیمیایی و رفتار حرکتی فلز است. انجماد پیوسته آلیاژ آلومینیوم در خلال پر شدن حفره قالب، پیش بینی رفتار فلز را در طی فرایند پر کردن قالب و انجماد و نیز عیوب قطعات را پیچیده و دشوار می کند. با مطالعات موردی، می توان دید که طراحی گرمایی درست یا غلط قالب و فرایند مستقیماً بر موارد زیر اثر خواهد گذاشت:

۱- کیفیت قطعه ریختگی؛

۲- پارامترهای بکار رفته در تولید قطعه ریختگی؛

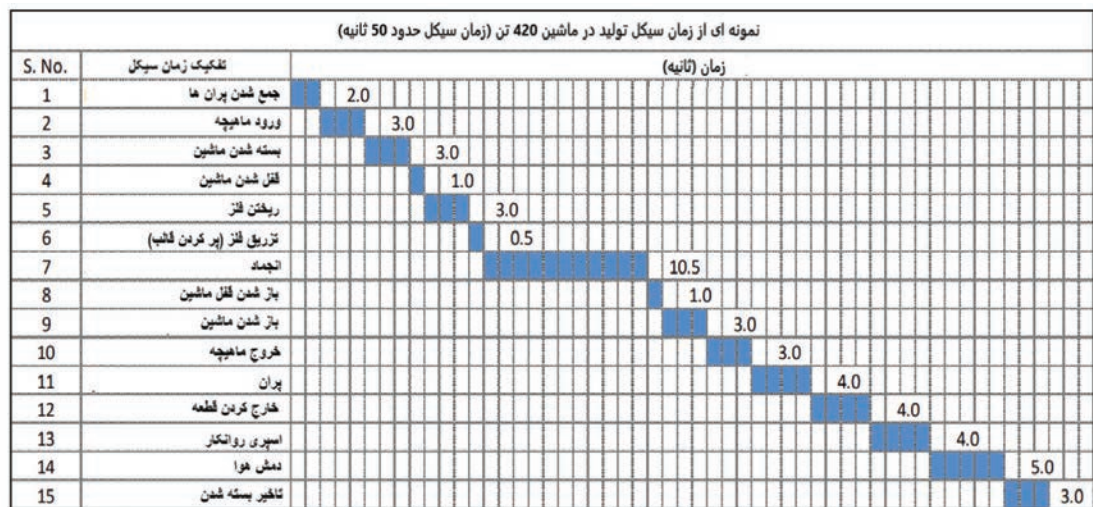
۳- عمر قالب دایکست و عملکرد آن؛

۴- عمر ماشین دایکست و عملکرد آن.

هدف از این مطالعه آن است که طراحان دایکست و اپراتورها از موارد زیر آگاه شوند:

۱- تاثیر رفتار گرمایی قالب و آلیاژ در خلال فرایند پر شدن قالب و انجماد؛

۲- خطوط راهنمایی برای دستیابی به تعادل گرمایی بهتر قالب ها ارایه و فرایندهای طراحی و تولید بهینه شوند.



شکل ۱- نمونه ای از تفکیک زمان سیکل تولید قطعه در فرایند دایکست

T_e = دمای پران ($^{\circ}\text{C}$)

کل گرمایی که باید از قالب استخراج شود برابر است

$$Q_{\text{metal}} = Q_{\text{cooling}} + Q_{\text{spray}} + Q_{\text{air}} \quad \text{با:}$$

• تحلیل گرمایی قالب

در یک سیکل معمول دایکست، زمان ورود گرما تنها کسر بسیار کوچکی از کل زمان سیکل را به خود اختصاص می دهد. سیکل دایکست مرسوم در شکل ۱ دیده می شود.

تفکیک زمان سیکل نشان می دهد که زمان ورود گرما در خلال فرایندهای زیر است:

۱- تزریق فلز که حدود ۱ درصد از زمان سیکل است و شامل فاز ۱ یا حرکت آهسته و فاز ۲ یا حرکت سریع پر کردن قالب می شود. با فرض زمان ۰٫۰۴ ثانیه برای پر کردن قالب، این زمان حدود ۰٫۰۸ درصد (۵۰۰۰/۴۰) کل زمان سیکل است.

۲- انجماد حدود ۲۰ درصد از کل زمان سیکل است. در تمام مدت سیکل، یعنی ۱۰۰٪ از این ۵۰ ثانیه، استخراج گرما توسط سیستم خنک کننده داخلی و تلفات گرما توسط اسپری و تماس هوا در جریان است. هدف اصلی از ایجاد تعادل گرمایی در قالب استخراج بیشترین گرما از قالب در خلال فرایند انجماد فلز و با حداکثر سرعت ممکن است. با این فرض، حذف گرما در خلال اسپری و تماس با هوا می تواند به حداقل برسد.

جریان گرما از فلز مذاب به قالب در فرایند دایکست نقشی اساسی در تولید قطعات با کیفیت بازی می کند. بنابراین، بسیار حیاتی است که دمای بهینه قالب را به صورت پایدار بتوانیم حفظ کنیم تا بهترین نتایج و انتفاع را از فرایند ریخته گری کسب نماییم.

قالب دایکست، مبدل حرارتی

قالب دایکست به عنوان مبدل حرارتی عمل می کند که گرما را از فلز مذاب گرفته و ضمن انجماد آن، شکل حفره قالب را به فلز می بخشد. در هر سیکل از تولید، کل گرمای وارد شده به قالب باید با گرمای استخراج شده از آن برابر باشد. هرانحرافی از این قاعده در طی تولید پیوسته منجر به افزایش یا کاهش دمای قالب می گردد.

گرمای وارد شده به قالب از رابطه زیر محاسبه

$$Q_{\text{metal}} = Q_{\text{Latent}} + Q_{\text{Sensible}} \quad \text{می شود:}$$

$$QL = m * L_f \quad \text{که در آن}$$

$$m = \text{جرم ماده (kg)}$$

$$L_f = \text{گرمای نهان گداخت ماده که برای آلومینیوم ۳۸۹ است (KJ/Kg)}$$

در حالیکه گرمای ملموس از رابطه زیر به دست

$$Q_s = m * C_p * (T_i - T_e) \quad \text{می آید:}$$

که در آن:

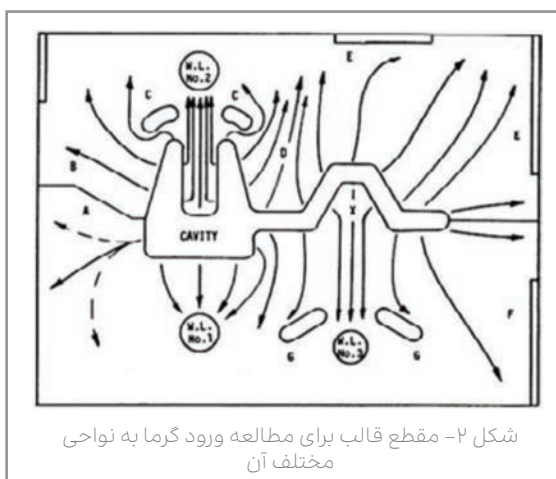
$$m = \text{جرم ماده (kg)}$$

$$C_p = \text{ظرفیت گرمایی ویژه که برای آلومینیوم ۰٫۸۹۷}$$

$$\text{است (kJ/kg}^{\circ}\text{C)}$$

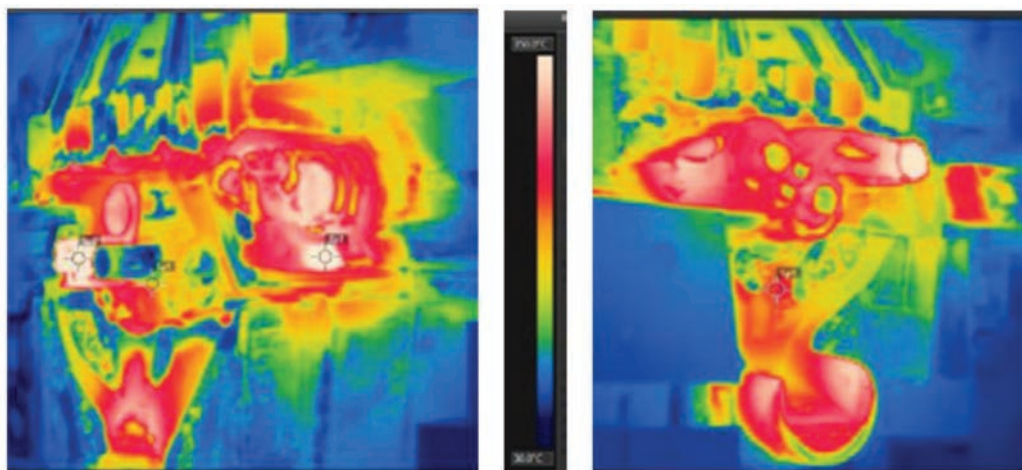
$$T_i = \text{دمای تزریق (}^{\circ}\text{C)}$$

همانطور که از روابط بالا می توان دید، ورود گرما تابعی از جرم ماده ریخته شده به درون قالب است. در عین حال، حجم مواد وارد شده به نواحی مختلف حفره قالب (که بستگی به هندسه قطعه دارد) منجر به تفاوت مقدار گرمای وارد شده به نواحی یاد شده در قالب می شود (شکل ۲).



بررسی و تحلیل ضخامت دیواره ها در هندسه قطعه نشان از آن دارد که مقدار گرمای وارد شده به نواحی مختلف قالب یکسان نیست. تصویربرداری توسط دوربین های گرمایی هم این گفته را تایید می کنند (شکل ۳).

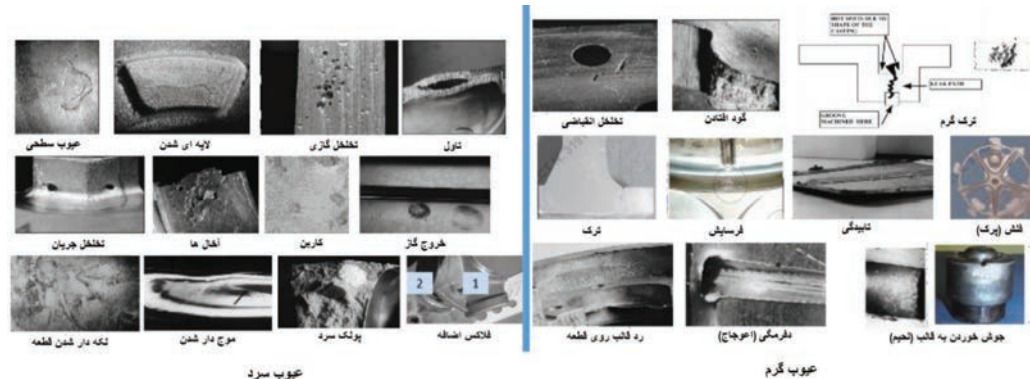
گرمای وارد شده به هر یک از نواحی قالب در خلال هر سیکل باید در طی زمان همان سیکل از قالب زدوده شود. اگر گرمای وارد شده در یک ناحیه بیشتر و در ناحیه دیگر کمتر باشد، اما استخراج گرما از طریق کانال های داخلی قالب و اسپری به صورت یکسان در همه نواحی صورت گیرد، نتیجه آن می شود که ناحیه ای که ورود گرمای بیشتر دارد به صورت پیوسته گرم تر و ناحیه ای که ورود گرمای کمتر دارد به صورت پیوسته سردتر می شود. به عبارت دیگر قالب هرگز از نظر دمایی به تعادل نخواهد رسید. وجود نواحی داغ و نواحی سرد در قالب ممکن است منجر به بروز عیوب مختلفی در قطعه دایکستی شود.



شکل ۳- تصویر گرمایی قبل از اصلاح (قبل از اسپری).



شکل ۴- دیاگرامی از جریان گرما در نواحی مختلف قالب.



شکل ۵- انواع عیوب ناشی از گرم یا سرد بودن.



شکل ۶- نمونه هایی از سر اسپری های سفارشی

آب موجود در مخلوط روانکار، بسته به زمان اسپری و دمیدن هوا، مقدار زیادی گرمای از قالب را جذب و خارج می کند. می توان از نازل های سفارشی استفاده نمود که

الف- با اسپری بیشتر در نواحی داغ، این نواحی را بیشتر خنک کند؛

ب- با کاستن از تعداد نازل ها، نواحی سردتر را کمتر خنک کند.

امروزه سرهای اسپری جزئی از ماشین دایکست نیستند بلکه قطعه ای هستند که با تعویض قالب باید آنها را نیز عوض کرد. دایکست کاران با تمرکز بر این مسئله توانسته اند به اهداف خود از نظر کیفیت و کمیت دست پیدا کنند.

● بهینه سازی پارامترهای فرایند

در فرایند تولید، دایکست کاران از روش های مرسوم برای غلبه بر عیوبی که به ویژه ناشی از وجود نواحی سرد در قالب است استفاده می کنند، از جمله:

۱- افزایش سرعت فاز دوم. سرعت بالاتر فاز دوم منجر به کوتاه شدن زمان پر کردن قالب شده و بنابراین افت دما در خلال پرشدن قالب کاهش می

برای بهینه کردن و ایجاد تعادل گرمایی در قالب اقدامات زیر لازم هستند:

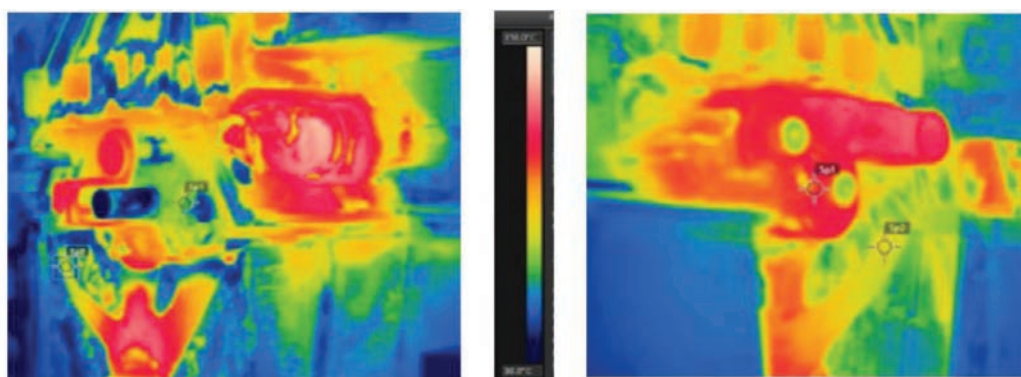
۱- خنک کاری کارآمد و موثر درون قالب برای نواحی داغ؛

۲- گرم کردن کارآمد و موثر برای نواحی سرد. این شرایط با تکرار عادات و رفتار مرسوم و قدیمی و یا با استفاده از قالب های قدیمی و که مجهز به سیستم های خنک کاری سنتی هستند به دست نمی آید. لازمه چنین سیستمی:

۱- استفاده از واحدهای تنظیم دما (thermoregulation unit) که هر جا لازم باشد قالب را گرم و هر جا لازم باشد آنرا سرد کند و دمای قالب را در نواحی مختلف در حد لازم کنترل نماید.

۲- خنک کاری داخلی قالب با فشار بالای آب (معمولا بیش از ۵ bar)، برای اینکه در خلال انجماد، بیشینه گرما در سریع ترین زمان از نواحی داغ قالب زدوده و استخراج شود.

۳- هدف از اسپری روانکار بر روی سطح قالب ایجاد لایه ای است که سطح قالب را در برابر تماس مستقیم با آلومینیوم مذاب محافظت نماید. در این فرایند،



شکل ۷- تصاویر گرمایی بعد از بهینه سازی توسط سیستم های خنک کاری داخلی و خارجی

• نتیجه

استفاده از راه حل های مختلف که در بالا توضیح داده شدند منجر به تعادل گرمایی بهتر قالب شده، عیوب قطعات دایکستی کاهش یافته، زمان سیکل کاهش و تیراز تولید افزایش پیدا می کند، تنش حرارتی در قالب کمتر شده و عمر قالب افزایش می یابد. زدگی حرارتی (heat checking) دیرتر شروع شده و توقفات و خرابی ماشین و قالب نیز کمتر می شود.

• مرجع

Rajesh R. Aggarwal, "importance of Thermal Balancing in Die casting", Alucast Journal, Issue 138, October 2022.

یابد و به شکلی جزئی نتیجه مورد نظر حاصل می شود، بدون آنکه مشکل به صورت درست ریشه یابی شود.

۲- افزایش فشار تشدید. فشار مطلوب به نواحی ضخیم منتقل نمی شود، چراکه نواحی نازک تر در این مسیر زودتر منجمد شده و راه انتقال فشار را می بندند. فشار تشدید بالا برای فشردن فلز سرد به کار می رود و ممکن است بخشی از مشکل را حل کند، بدون آنکه مشکل اصلی ریشه یابی شود.

هر دو این اقدامات منجر به اعمال تنش بیشتر بر قالب و ماشین شده و نتیجه آن توقفات و خرابی ها در طی فرایند تولید است که کیفیت قطعات تولید شده و عمر مفید قالب و ماشین را تحت تاثیر قرار می دهند.

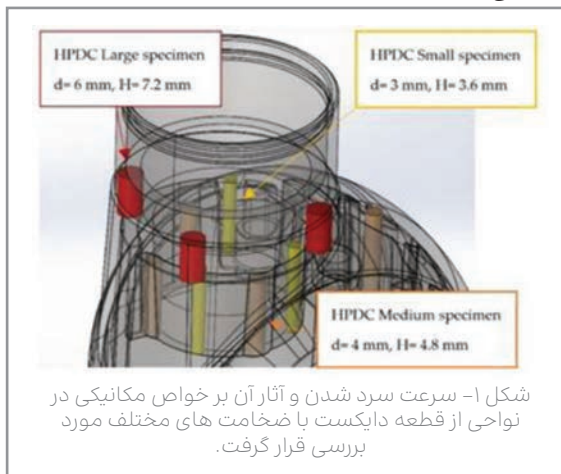
مقاله

خنک کاری قالب؛ چرا و چقدر؟

مجتبی ستوده فرد



مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق، نشان داده شد که ضخامت قطعه و درجه حرارت اولیه قالب بر روی سرعت سرد شدن و به تبع آن، خواص مکانیکی قطعه تاثیر دارد. اندازه گیری ها نشان دادند که سرعت سرد شدن در سه ناحیه قطعه مورد بررسی با ضخامت های ۳، ۴ و ۶ میلیمتر و همچنین میزان پیش گرم های مختلف اولیه قالب، منجر به دست یابی به ریزساختارهای متفاوتی شده اند. شکل ۱، قطعه دایکستی و نواحی مورد بررسی آن را نشان می دهد و مقادیر عددی بدست آمده در جدول ۱ نمایش داده شده اند [۱].



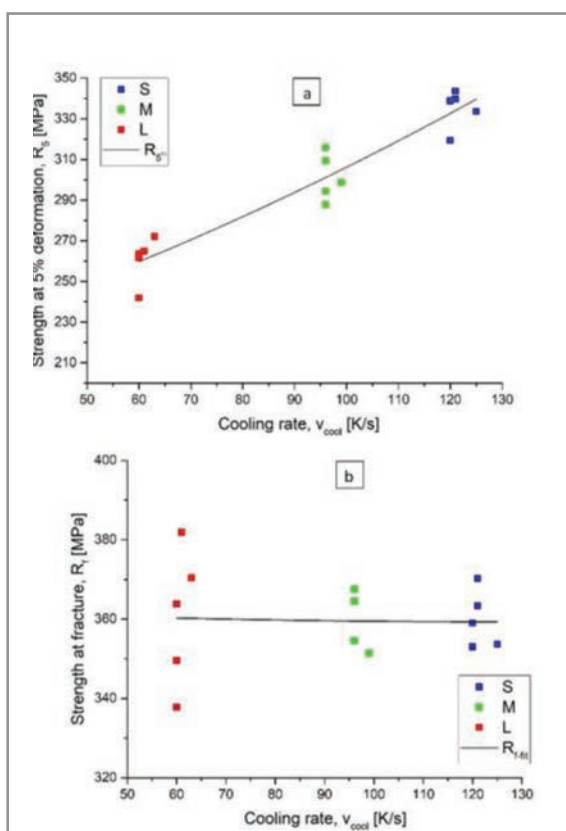
● مقدمه

طراحی صحیح سیستم خنک کاری قالب دایکست یکی از مقوله های مهم در طراحی قالب به شمار می رود، چراکه این امر باعث جلوگیری از بعضی عیوب مهم قطعات دایکست، از جمله عیب لحیم شدگی و دسته عیوب انقباضی و تغییر مشخصات مکانیکی در قطعه و افزایش طول عمر قالب می شود. از دیگر دستاوردهای طراحی درست قالب، بهینه نمودن زمان یک سیکل تزریق است که ارتباط تنگاتنگی با اقتصاد و سودآوری واحد صنعتی دارد. تاثیر طرح سیستم خنک کاری قالب بر روی مبحث عیوب بحث بسیار مفصلی دارد که خوشبختانه در دوره های آموزشی انجمن دایکست ایران به آن بصورت مفصل پرداخته می شود و موضوع این مقاله نمی باشد. خواص مکانیکی قطعات دایکست یکی دیگر از مواردیست که ارتباط مستقیم با طراحی سیستم خنک کننده قالب دارد.

درمقاله پژوهشی که در سال ۲۰۲۱ توسط Matic Zbontar و همکارانش در دانشگاه اسلواکی منتشر شد، اثر سرعت سرد شدن بر ریز ساختار و خواص مکانیکی قطعه دایکاست از آلیاژ $AlSi9Cu3$

درجه حرارت اولیه قالب	سرعت سرد شدن در ناحیه ۶ میلیمتر	سرعت سرد شدن در ناحیه ۴ میلیمتر	سرعت سرد شدن در ناحیه ۳ میلیمتر
160 °C	64.7 K/s	100 K/s	127.9 K/s
180 °C	62.1 K/s	98.3 K/s	123.6 K/s
200 °C	59.9 K/s	95.2 K/s	119.7 K/s
220 °C	52.3 K/s	86.3 K/s	113.4 K/s

جدول ۱- نتایج عددی حاصل از بررسی تاثیر سرعت سرد شدن بر قطعه نشان داده شده در شکل ۱

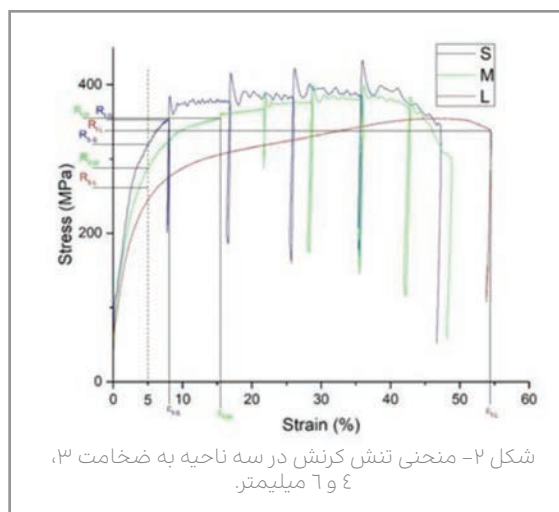


شکل ۳- نمودار تغییر استحکام تحت تاثیر سرعت سرد شدن. S ناحیه با ضخامت ۳ میلیمتر، M ناحیه با ضخامت ۶ میلیمتر، L ناحیه با ضخامت ۱۲ میلیمتر. a استحکام در اغییر فرم ۱٪ و b استحکام در گسیختگی.

محاسبات تعیین طول و محل کانال خنک کننده

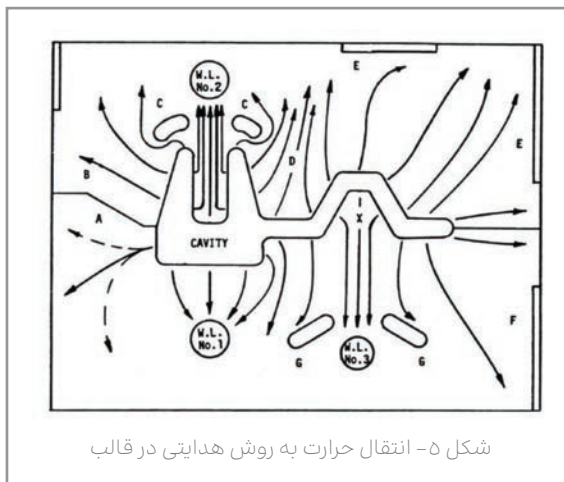
در واقع، قالب علاوه بر اینکه شکل قطعه را می سازد، همانند یک مبدل حرارتی عمل می کند. بعبارت دیگر، گرمای ورودی از طریق مذاب تزریق شده به قالب، عمدتاً از طریق کانال های خنک کننده قالب، اسپری قالب و هوا خارج می گردد.

همانطور که در جدول ۱ دیده می شود، سرعت سرد شدن در ناحیه با ضخامت ۳ میلیمتر تقریباً دو برابر سرعت سرد شدن در ناحیه با ضخامت ۶ میلیمتری در قطعه است. همین اختلاف سرعت باعث تغییر ریزساختار و مشخصات مکانیکی شده است. نتایج حاکی از آن است که با افزایش سرعت سرد شدن فاصله بین شاخه دوم دندریت ها (secondary dendrite arm spacing یا باختصار، SDAS) نیز کاهش یافته است. در شکل ۲، منحنی تنش کرنش حاصل از اندازه گیری های صورت گرفته در سه ناحیه از قطعه مذکور نشان داده شده است.



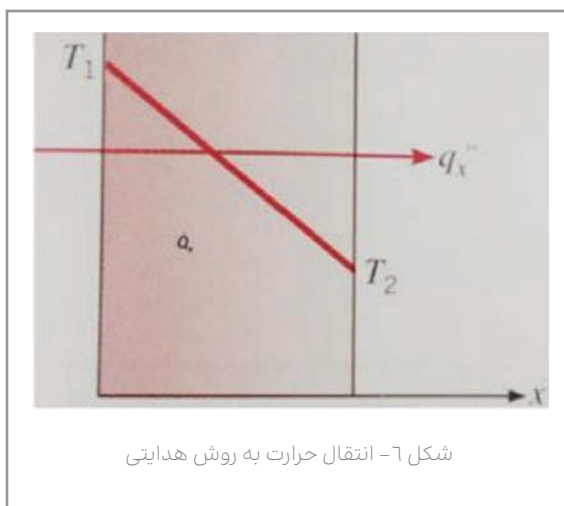
شکل ۲- منحنی تنش کرنش در سه ناحیه به ضخامت ۳، ۶ و ۱۲ میلیمتر.

همانگونه که از بررسی شکل ۲ و همچنین، شکل ۳a بر می آید، اثر سرعت های مختلف سرد شدن در این تحقیق بیشتر متوجه میزان تنش تسلیم آلیاژ بوده و تغییر قابل ملاحظه در میزان استحکام گسیختگی (شکل ۳b) دیده نمی شود.



شکل ۵- انتقال حرارت به روش هدایتی در قالب

در این نوع از انتقال حرارت، مقدار حرارت منتقل شده از قانون فوریه تبعیت می کند (شکل ۶).



شکل ۶- انتقال حرارت به روش هدایتی

$$Q_x = \frac{KA(T_1 - T_2)}{D}$$

رابطه ۱

D

 Q_x = گرمای انتقالی هدایتی

K = ضریب انتقال حرارت هدایتی فولاد قالب

A = سطح تماس

D = فاصله از سطح

 T_1 = درجه حرارت سطح T_2 = درجه حرارت در فاصله از سطح

در روش انتقال حرارت به روش همرفتی، گرما به همراه انتقال جرم جابجا می شود، مانند حرکت هوای گرم بالای بخاری و چرخش آن در اتاق. در قالب

در روش ریخته گری دایکست، گرمای خارج شده از قالب به سه صورت، از طریق اسپری قالب، از طریق کانالهای خنک کننده و از طریق هوا انجام می شود:

$$Q_{\text{metal}} = Q_{\text{spray}} + Q_{\text{air}} + Q_{\text{cooling}}$$

برای رسیدن به تعادل حرارتی قالب در فرایند تولید، باید گرمای ورودی به قالب برابر با گرمای خروجی از قالب باشد. در غیر این صورت اگر گرمای ورودی بیشتر از گرمای خروجی گردد، درجه حرارت قالب رو به فزونی می رود و اگر گرمای ورودی به قالب کمتر از گرمای خروجی از قالب باشد قالب شروع به سرد شدن می کند. هر دو این حالت ها مشکلاتی را برای تولید قطعه سالم ایجاد می کنند. از همین رو طول کانال خنک کننده مورد نیاز قالب و عمق قرارگیری کانال خنک کننده توسط طراح قالب محاسبه می گردد.

اصولا سه روش برای انتقال حرارت مطرح می باشد:
۱- هدایتی (conduction) ۲- همرفتی (convection)
۳- تشعشعی (radiation) (شکل ۴).



شکل ۴- روش های مختلف انتقال حرارت

در انتقال حرارت به روش هدایتی، حرارت از یک مولکول به مولکول کناری منتقل شده و خود مولکول حرکتی ندارد. در قالب، حرارت سطح قالب بصورت هدایتی از طریق مولکول های فولاد قالب منتقل می گردد. شکل ۵ نشان می دهد حرارت چگونه از سطح قالب به درون قالب با این روش منتقل می شود.

در رابطه انتقال حرارت به روش همرفتی، ضریب انتقال حرارت با دانستن عدد رینولدز و عدد پرنلد از رابطه ۳ بدست می آید.

$$h = \frac{0.023 * Re^{0.8} * Pr^{0.3}}{D} \quad \text{رابطه 3}$$

Reynolds Number:

$$Re = \frac{v * D * \rho}{\mu}$$

Prandtl Number:

$$Pr = \frac{C_p * \mu}{k}$$

v = سرعت سیال

D = قطر کانال خنک کننده

ρ = چگالی سیال

μ = ویسکوزیته دینامیکی سیال

C_p = گرمای ویژه سیال

k = ضریب انتقال حرارت هدایتی

در روش انتقال حرارت تشعشعی، گرما از طریق تشعشع به محیط منتقل می شود. در ریخته گری به روش دایکست میزان انتقال حرارت به روش تشعشعی کمتر از ۲٪ می باشد که معمولا در محاسبات از آن صرف نظر می گردد.

در ریخته گری دایکست گرمای وارد شده به قالب از طریق گرمای مذاب ورودی به قالب می باشد که شامل دوبخش است:

$$Q_{tot} = Q_L + Q_S$$

Q_S گرمای انتقالی از درجه حرارت ورود مذاب تا درجه حرارت انجماد و حرارت انتقالی به قالب از درجه حرارت انجماد تا درجه حرارت قطعه بهنگام خارج شدن از قالب می باشد.

$$Q_S = m * C_p * (T_i - T_e) \quad \text{رابطه 4}$$

Q_S = گرمای انتقالی ناشی از تغییر درجه حرارت

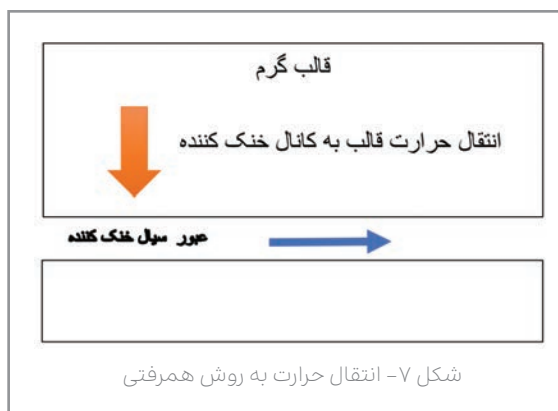
m = جرم مذاب وارد شده به قالب

C_p = گرمای ویژه آلیاژ مذاب

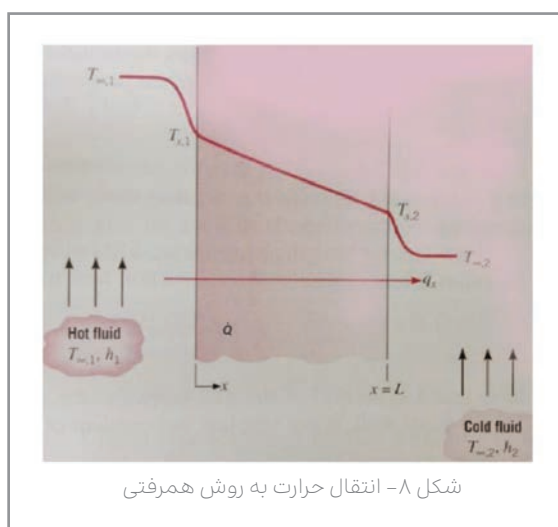
T_i = درجه حرارت تزریق مذاب

T_e = درجه حرارت قطعه بهنگام خروج از قالب

دایکست و طی فرایند تولید، انتقال حرارت از طریق حرکت آب گرم شده درون کانال به بیرون از قالب منتقل می گردد و معمولا عمده حرارت وارد شد به قالب از این طریق خارج می گردد (شکل ۷).



در شکل ۸ رابطه انتقال حرارت به روش همرفتی آورده شده است.



شکل ۸ - انتقال حرارت به روش همرفتی

$$Q = hA(T_s - T_f) \quad \text{رابطه 2}$$

Q = گرمای انتقالی همرفتی

h = ضریب انتقال حرارت همرفتی

A = سطح تماس

T_s = درجه حرارت سطح تماس

T_f = درجه حرارت سیال

برای محاسبه گرمای ورودی به قالب ابتدا وزن آلیاژ قطعه تزریق شده در هر طرف قالب با استفاده از مدل سه بعدی قطعه به دست آورده می شود و سپس با توجه به زمان سیکل هر تزریق، مقدار حرارت وارده به قالب از مجموع مقادیر بدست آمده از رابطه ۴ و ۵ در واحد زمان محاسبه می گردد. این حرارت وارد شده با صرف نظرکردن از خروج گرما از طریق تشعشع و اسپری قالب، مطابق با رابطه ۲ باید از طریق همرفتی کانال های خنک کننده خارج گردد. از آنجا که سطح کانال خنک کننده، A ، بصورت استوانه می باشد، بنابراین مقدار این سطح برابر است با:

$$A = \pi D L$$

D = قطر کانال خنک کننده

L = طول کانال خنک کننده

با جایگزینی در رابطه ۲، رابطه ۶ به دست آمده و با استفاده از این رابطه، طول کانال مورد نیاز برای هر سمت قالب محاسبه می شود.

$$L = Q / (h \pi D (T_s - T_f))$$

برای تعیین فاصله کانال از سطح قالب، با توجه به اینکه انتقال حرارت از سطح به عمق بصورت هدایتی می باشد، از رابطه ۱ استفاده کرده و مقدار فاصله، D را به دست می آوریم.

طراح قالب با انجام این محاسبات به طول مورد نیاز کانال خنک کننده و فاصله قرار گیری آن از سطح قالب با تقریب نسبتاً خوب دست پیدا می کند. شکل ۹ ظاهر بهبود یافته قطعه تزریقی، قبل از انجام محاسبات خنک کاری و بعد از اصلاح محاسباتی شرایط خنک کاری و اعمال آن را در قالب نشان می دهد [۴].



شکل ۹- سطح قطعه دایکستی قبل و بعد از اصلاح سیستم خنک کاری

Q_L گرمای نهان ذوب آلیاژ هنگام تبدیل مذاب به جامد است.

$$Q_L = m * L_f \quad \text{رابطه 5}$$

Q_L = گرمای نهان ذوب

m = جرم مذاب وارد شده به قالب

L_f = گرمای ویژه نهان ذوب آلیاژ

با دانستن مباحث فوق و اطلاعات اولیه زیر در قالب طول مورد نیاز کانال خنک کننده محاسبه می گردد.

اطلاعات اولیه مورد نیاز:

- مجموع وزن قطعه تزریق شده به همراه سیستم راهگاہی

- آلیاژ قطعه تزریق شده

- جنس قالب

- حجم قطعه در نیمه ثابت قالب

- سطح قطعه در تماس با قالب در نیمه ثابت قالب

- حجم قطعه در نیمه متحرک قالب

- سطح قطعه در تماس با قالب در نیمه متحرک قالب

- زمان یک سیکل تزریق

- درجه حرارت تزریق مذاب T_i

- درجه حرارت قطعه به هنگام خروج از قالب T_e

- درجه حرارت سطح قالب T_1

- درجه حرارت سیال خنک کننده T_f

- جنس سیال خنک کننده

- قطر کانال خنک کننده D

- سرعت حرکت سیال خنک کننده V

- ضریب انتقال حرارت فولاد قالب K

- چگالی سیال خنک کننده ρ

- ویسکوزیته دینامیکی سیال μ

- گرمای ویژه سیال C_{pf}

- درجه حرارت سالیدوس آلیاژ T_{sol}

- درجه حرارت لیکویدوس آلیاژ T_{liq} .

- درجه حرارت قالب در محل تماس با کانال T_s ، T_2

- گرمای نهان آلیاژ L_{fm}

- گرمای ویژه آلیاژ C_{pm}

با جمع آوری اطلاعات فوق مربوط به قالب در دست

طراحی، ابتدا عدد رینولد و عدد پراندل مربوطه

محاسبه شده و با کمک آن ضریب انتقال حرارت h از

رابطه ۳ حساب می گردد.

با پیشرفت های روزافزون علوم نرم افزار و سخت افزار کامپیوتری، امروزه نرم افزارهای شبیه سازی کمک شایانی به کنترل صحت طراحی قالب و همچنین صحت طراحی سیستم خنک کاری می کنند. همچنین ظهور پدیده پرینت سه بعدی باعث شده تا محدودیت های ساختی ایجاد کانال های خنک کاری تا حد زیادی برطرف شود. شکل ۱۰، یک نمونه کانال خنک کاری ایجاد شده در قالب از طریق پرینت سه بعدی را نشان می دهد که ساخت آن با روش های سنتی امکان پذیر نمی باشد [۳].



شکل ۱۰- کانال خنک کاری که به روش پرینت سه بعدی ساخته شده است

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 ۰۹۱۲۱۰۶۶۷۳۱

• مراجع

- 1- The Influence of Cooling Rate on Microstructure and Mechanical Properties of AlSi9Cu3 Matic Zbon-tar *, Mitja Petric and Primož Mrvar
- 2- Cooling channel free surface optimisation for additively manufactured casting tools Tongyan Zeng
- 3- Die-Casting Mold Insert with Conformal Cooling FRECH
- 4- High Pressure Die Casting Cooling calculation with application of Thermodynamics Mahesh Sunil Jadhav¹, Thompson Roland², Aneesh P³, Pravin Kumar

تکنولوژی های میکرواسپری در خدمت بهره وری صنعت دایکست

ترجمه: سیامک فتحی



41

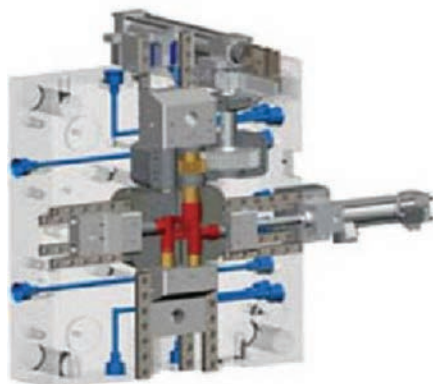
شماره 23
زمستان
1403

باصطلاح میکرودوز (micro-dosed) شوند. دقت و تکرارپذیری میکرو اسپری کردن اهمیت بسیار زیادی دارد و تنها با اتکا به تکنولوژی های مناسب می توان به آن دست یافت. تکنولوژی ECO spraying از شرکت WOLLIN راهکارهایی چندگانه برای دستیابی به این مهم را ارائه می دهد که هم برای تولید قطعاتی با تیراژ بالا می تواند بکار رود و هم برای واحدهایی که مکررا تعویض قالب دارند می تواند مناسب باشد. تجربه های به دست آمده در سال های اخیر و توسعه فرایندها امکان مدیریت طیف وسیعی از پروژه ها را فراهم ساخته است. هم زمان بر روی چند هدف تمرکز شده است: کاهش زمان سیکل؛ کاهش مصرف عامل روانساز و آب و هوای فشرده؛ طول عمر بیشتر و زمان خواب کمتر قالب؛ کیفیت بهتر قطعات ریختگی و ضایعات کمتر.

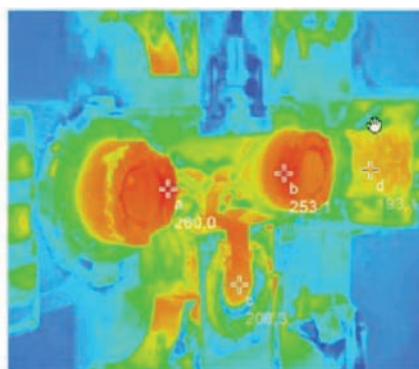
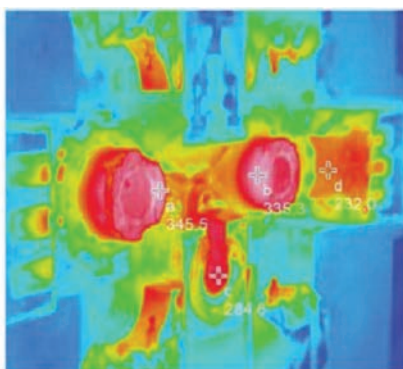
● مقدمه: بهره وری در دایکست

از معرفی و بکارگیری فریند دایکست سال ها زمان می گذرد و فرصت های بالقوه اندکی برای صرفه جویی در آن باقی مانده است. در واقع فرایندهای جانبی هستند که هنوز هم جای بهینه سازی دارند. در این

فرصت های صرفه جویی در صنعت دایکست هر روز کمتر و کوچک تر می وند. از جمله حوزه هایی که هنوز هم امکان بهبودهای بزرگ در آنها وجود دارد، اسپری قالب و ترمورگولاسیون است (که به شدت به یکدیگر مرتبط و وابسته هستند). امروزه، بهره گیری از اسپری های کارآمد برای تمام ریخته گری ها ممکن شده است، اما آیا این اسپری ها بهره ور هم هستند؟ کارآمد بودن به معنی توانایی در دستیابی به هدف تعیین شده است، درحالیکه بهره ور بودن در توانایی دستیابی به هدف تعریف شده با استفاده از حداقل منابع تعریف می شود. آنجاکه صحبت از اسپری کردن قالب می شود، عوامل روانساز (از جمله روغن ها یا کنسانتره های) جدیدی در بازار در دسترس هستند که فلسفه اسپری کردن را تغییر داده اند: در حالیکه در گذشته اسپری کردن برای خنک کردن سطح قالب هم بکار می رفته، امروزه هدف از اسپری کردن تنها ایجاد فیلم نازکی بین قالب و قطعه ریختگی می باشد. آنچه این تفاوت و قابلیت را ایجاد کرده تکنولوژی اعمال این محصولات است: برای حصول به بهترین نتیجه، عوامل روانساز باید در مقیاس بسیار ریز و دقیق توزین، ترکیب و مصرف شوند و یا



شکل ۱- گرم کردن قالب



شکل ۲- دمای قالب قبل و بعد از اسپری کردن.

و تابعی از قابلیت های تکنولوژی بکار گرفته شده است. آنهاکه این واقعیت را می پذیرند پاداش صبر خود را با دستیابی به فرایندهایی پایدارتر، کاهش نرخ ضایعات و کیفیت سطح بهتر قطعات ریختگی دریافت می کنند.

• کنترل دمای قالب

بهره گیری از سیستم های کارآمد کنترل دمای قالب چند کاناله که در آنها آب یا روغن گردش دارد فرایند ریخته گری را قادر ساخته تا در مقایسه با گذشته در شرایط دمایی پایدارتری کار کند. این بدان معناست که تغییرات دمای قالب بین فاز پر شدن و فاز انجماد به شکل قابل ملاحظه ای کاهش می یابد. به لطف کانال های کنترل دما در نزدیکی سطح قالب و بکارگیری سیستم های خنک کننده جت (jet cooling) برای پین های فشاری (squeezer) و نقاط داغ، امروزه

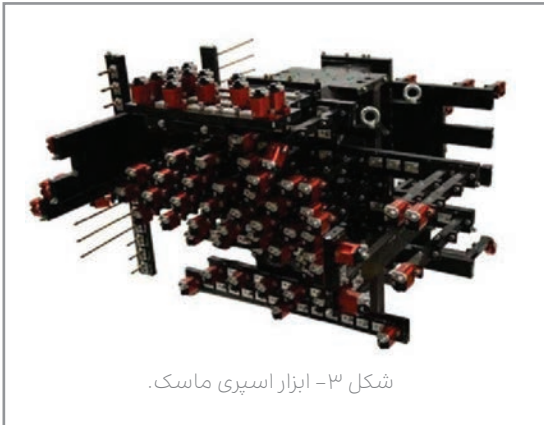
راستا، علاوه بر کوره های با راندمان بالاتر، می توان به گرم کردن قالب و فرایند اسپری کردن اشاره نمود. توسعه یونیت های چند کاناله کنترل دما که در آن هر یک از کانال ها به شکل مستقل کنترل می شوند، بهره گیری از سیستم های خنک کننده جت (jet cooling)، بکارگیری چاپ سه بعدی در ساخت قالب و در این اواخر، معرفی عوامل روانساز مقاوم به دما منجر به ایجاد نگرش هایی نوین به فرایند اسپری شده اند. توسعه در این بخش زمانی به وجود آمد که نیاز به خواص رهاسازی خوب و خروج بی نقص قطعه از قالب تبدیل به دغدغه دایکست کار شد.

• الزامات

• تکنولوژی فرایند

قابل کتمان نیست که تغییر فرایند ریخته گری اقدامی صبورانه است و به زمانی بین یک تا دو سال نیاز دارد

دهند، به نحوی که در نهایت هر یک از بخش های قلب مقدار مناسبی از روانساز را دریافت کنند.



شکل ۳- ابزار اسپری ماسک.

تجربه نشان داده که خاصیت سیالیت عوامل روانساز کنسانتره موجود در بازار عالی است، به نحوی که دور از دسترس ترین سطوح قالب را هم به خوبی می توانند پوشش دهند. عامل روانساز با ضربان هایی اعمال می شود که به واسطه آن، عامل روانساز موجود در محفظه نازل اسپری تحت فشار بالا به صورت بسیار ریز اتمیزه شده به قالب اسپری می شود. فشار هوا نباید بیش از حد زیاد باشد، چراکه نباید عامل روانساز اسپری شده پیش از اثر گذاشتن بر سطح قالب تبخیر شده و در فضا پخش شود. برخلاف آنچه در بدو کار به ذهن می رسد، یونیزه شدن عامل روانساز و قالب نه تنها لازم نیست، بلکه در موارد بسیاری باید از آن اجتناب شود. تحت تاثیر خطوط میدان مغناطیسی، بخش عمده ای از عامل روانساز در نواحی پیشین قالب راسب می شوند و توزیع مناسبی پیدا نمی کنند.

با اتمیزه شدن عامل روانساز در فرایند میکرو اسپری، پدیده لیدن فراس (Lidenfrost) فرصت بروز نمی یابد. مزیت دیگر مصرف مقدار دقیق و به اندازه عامل روانساز - که تنها برای رهاسازی قطعه کفایت می کند - آن است که مقدار بسیار جزیی از این مواد در هوا پخش خواهد شد.

دمیدن هوای فشرده پس از اسپری روانساز دیگر لازم نیست، چراکه آب اضافی اسپری نشده است. از تشکیل ترک ناشی از شوک های حرارتی که در روش های مرسوم اسپری کردن اتفاق می افتند اجتناب

دیگر نیازی نیست که برای خنک کردن قالب از اسپری استفاده شود.

وقتی که قالب کمتر خنک شود، در مصرف انرژی صرفه جویی می گردد، چراکه قالب بعد از پران قطعه و اسپری کردن انرژی گرمایی بسیار کمتری را از دست می دهد و نیازی به گرم کردن مجدد وجود ندارد.

● عامل جداساز (separating agent)

عوامل روانساز پایه آب یا روغن که در سال های اخیر توسعه داده شده اند امکان اسپری کردن روانساز را در دامن های دمایی بالاتر - تا ۴۰۰ درجه سانتیگراد - فراهم آورده اند. بسته به کاربرد، عوامل روانساز حاوی واکس، بدون واکس و یا حتی کم واکس پیشنهاد می شوند. آنچه در همه آنها مشترک است قابلیت رهاسازی بسیار خوب است. به علاوه، عوامل روانساز کم واکس بهبود چشمگیری را در خروج راحت تر و روان تر قطعه از قالب ایجاد کرده اند، همچنانکه منجر به بهبود چشمگیر در کیفیت سطح، آلودگی کمتر ماشین، سطوح تمیزتر و نرخ ضایعات کمتر شده اند.

● فرایند اسپری

برای کسب نتیجه بهینه در میکرو اسپری، موارد مفیدی هستند که لازم است لحاظ شوند. ایده آل آن است که ماشین اسپری با توان پاشش بالا بکار گرفته شود، به نحوی که بتواند از ابزار اسپری متناسب با شکل قالب (موسوم به ابزار اسپری ماسک) پشتیبانی کند. برای دستیابی به نتیجه خوب، کنترل فشار مستقل برای هوای اسپری و هوای خشک کننده قالب امتیاز بزرگی است. هنگامی که ابزار اسپری وارد فضای بین دو لنگه قالب می شود، دو نیمه قالب تحت فشار بالا مورد دمش هوا قرار می گیرند. ابزار ایجاد پوشش روانساز بر سطح قالب که در هماهنگی با قالب طراحی و ساخته می شوند و مجهز به نازل های DDV هستند، اعمال یکنواخت عامل روانساز بر سطح قالب را در خلال اسپری کردن تضمین می کنند. نازل های خاص بکار رفته در میکرو اسپری این قابلیت را دارند که بطور مستقل مقادیر مختلفی از روانساز را از خود عبور

می شود و نتیجه آنکه عمر مفید کاری قالب به شکل چشمگیری افزایش پیدا می کند.

• کیفیت

فقدان آب در خلال اسپری کردن توزیع یکنواخت تر عامل روانساز بر سطح قالب را ممکن می سازد که رابطه مستقیمی با بهبود چشمگیر کیفیت قطعه ریختگی دارد: ریزساختار و سطح یکنواخت تری خواهیم داشت، در عمل حفره های گازی (blowhole) تشکیل نمی شوند و تخلخل به حداقل کاهش پیدا می کند.

• از منظر محیط زیست

اسپری کردن با تجهیزات اکواسپری (EcoSpray) به صرفه جویی چشمگیری منتج می شود. امروزه رشد آگاهی در مورد لزوم انطباق تولید با محیط زیست و حفظ منابع از هر زمانی بیشتر شده است. هرچند صنعت آلومینیوم، پیشتر نیز به واسطه قابلیت بازیافت عالی قطعات دایکستی دین خود را ادا کرده است، اما از تاثیر نامطلوب فرایندهای ریخته گری سنتی بر محیط زیست هم نمی توان چشم پوشی کرد که البته سبب افزایش هزینه ها نیز می شود. این شامل افزایش هزینه های انرژی تحمیل شده در اثر سیکل سرد و دوباره گرم شدن قالب و مصرف مقادیر بسیار زیاد آب و هوای فشرده در خلال اسپری کردن می شود.

با میکرواسپری کردن، تنها مقادیر بسیار اندکی از عامل روانساز تبخیر می شود، به آب تصفیه شده نیازی نیست و مهم تر آنکه پسابی هم تولید نمی شود. مصرف هوای فشرده (که انرژی زیادی صرف تولید آن می شود) به شدت کاهش می یابد. بدین ترتیب، فرایند دایکست از منظر رفع سو اثر بر محیط زیست ارتقای قابل ملاحظه ای می یابد.

مقدار	صرفه جویی ناشی از اکواسپری
۵۰ - ۷۰٪	صرفه جویی انرژی (گرم کردن قالب دایکست)
۵۰ - ۷۰٪	حجم هوای فشرده
۱۰۰٪	آب تصفیه شده
۱۰۰٪	پساب

جدول ۱- صرفه جویی

• عامل قیمت

فرایند دوست دار محیط زیست میکرواسپری، همچنین این مزیت را دارد که می تواند با اندکی سرمایه گذاری بیشتر بر روی قالب و کنترل دمای قالب، صرفه جویی قابل توجهی را در هزینه ها ایجاد کند. صرفه جوی در انرژی به واسطه کنترل دمای قالب، اغلب سرمایه گذاری صورت گرفته را ظرف تنها چند ماه بازگشت می دهد. تولید هوای فشرده هزینه بالایی دارد و صرفه جویی ۵۰ تا ۷۰ درصدی در مصرف آن صرفه جویی چشمگیری به حساب می آید. نیازی به صرف هزینه برای تامین آب تصفیه شده نمی باشد و دیگر نیازی به ترکیب و هم زدن عامل روانساز در کارگاه ریخته گری نیست. علاوه بر صرفه جویی در هزینه ها، خطر آلودگی باکتریایی به حداقل می رسد. دیگر نیازی به صرف هزینه های سنگین برای فراوری و خنثی کردن پساب وجود نخواهد داشت. مدتی است که در واحدهای جدیدالتاسیس ریخته گری تاسیساتی برای بخش فراوری پساب دیده نمی شود. با حذف دمش هوای پس از اسپری روانساز، ۱۰ ثانیه و بیش از آن از زمان سیکل تولید کاسته شده و نرخ تولید افزایش یافته است. افزایش عمر کاری قالب نیز صرفه جویی چشمگیری را به واسطه کاستن از نگهداری و تعمیرات و یا نیاز به قالب جدید، به همراه داشته است.

کارتر روغن خودرو	عامل پایه آبی	اکواسپری با کنسانتره
وزن قطعه (کامل)	۱۵,۰۰۰ g	۱۵,۰۰۰ g
زمان سیکل	۸۲ Sec.	۷۷ Sec.
میزان مصرف عامل روانساز	۱.۸ l/cycle	۰.۹ ml/cycle
نرخ ضایعات قطعات	۴٪	۰.۹٪
پساب	۱۰۰٪	۱۰۰٪
کل صرفه جویی در سال		
آب/پساب	۱۴,۰۰۰ یورو	۱۹۷,۰۰۰ یورو
عمر قالب (۵۰٪)	۷۷,۰۰۰ یورو	۷۷,۰۰۰ یورو
زمان سیکل	۲۵,۵۰۰ یورو	۲۵,۵۰۰ یورو
کاهش ضایعات	۸۰,۵۰۰ یورو	۸۰,۵۰۰ یورو

جدول ۲- نمونه هایی از صرفه جویی در هزینه ها.

• مرجع

M. Lutz, "Micro Spray Technologies for an efficient Die Spraying in HPDC", La Metallurgia Italiana, November / December 2021.

مقاله

اسپری کمتر قالب و دریافت نتایج مشابه

این مقاله پیش تر در مجله مهندسی دایکست شماره ۱۰ آبان و آذر ۱۳۹۲ چاپ شده است

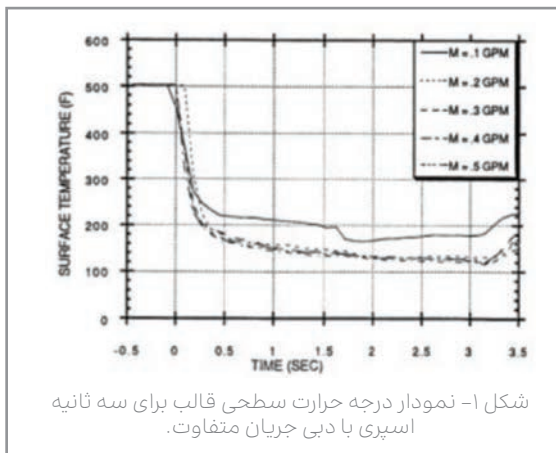
محمد صادقی، شرکت تارا ذوب



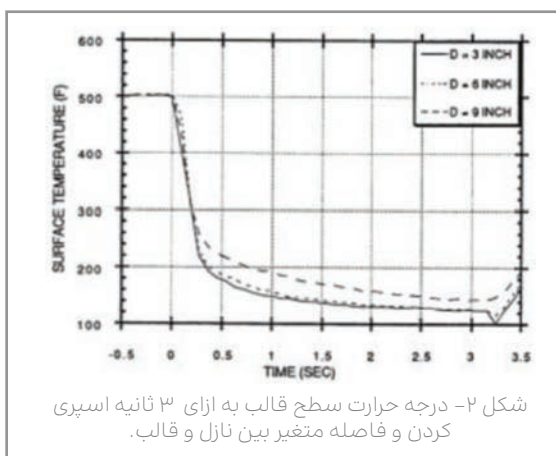
کردن کنترل کرد. از این عیوب می توان به تخلخل، لحیم شدگی و نیامد (non-fills) اشاره کرد. برای رفع عیب اول باید بطور ویژه ای بر روی افزایش اسپری جهت کاهش موضعی درجه حرارت قالب تمرکز کرد، در حالیکه برای رفع عیب نیامد باید اسپری را کاهش داد، چراکه بدین ترتیب درجه حرارت قالب افزایش یافته و به پرکردن بهتر قالب کمک می کند. استدلال بالا در مورد دما می تواند درست باشد. اما، مشکل هنگامی آغاز می شود که بخواهیم در مورد اسپری بیشتر یا کمتر قالب تصمیم بگیریم، هنگامی که ما سعی می کنیم تا مستقیماً مقدار اسپری را به درجه حرارت قالب نسبت دهیم. به نظر معقول می رسد که انتظار داشته باشیم دو برابر شدن مقدار اسپری از بین رفتن گرما را نیز دو برابر کند. در عمل هرگز چنین پدیده ای بروز نمی کند. برای مثال، آزمایشات نشان داده اند که سه برابر شدن زمان اسپری (از ۱ ثانیه به ۳ ثانیه) حذف گرما را به دوبرابر می رساند. هنگامی که دبی جریان در نظر گرفته می شود هم رفتار مشابهی دیده می شود. شکل ۱ را در نظر بگیرید که دمای قالب را به عنوان تابعی از زمان و دبی جریان نشان می دهد.

اسپری کردن قالب تاثیر زیادی بر توزیع درجه حرارت قالب دارد، اما نمی تواند درجه حرارت حجم قالب (یا میانگین دمای قالب) را کنترل کند. علت آن است که اسپری نمی تواند گرمای کافی را برای کنترل درجه حرارت حجم قالب استخراج کند. آزمایشات اولیه نشان می دهند که اسپری درصد کمی از گرمای ورودی را از چرخه دایکست حذف می کند که به صورت تخمینی حدود ۵-۶٪ می باشد. از مطالعات بیشتر که شامل کانال های خنک کننده قالب می باشند، می توان دریافت که اسپری حدود ۵٪ گرما را، بدون در نظر گرفتن کانالهای آب حذف می کند. به عبارتی، بهتر است به جای تلاش برای خنک کردن قالب با اسپری، با طراحی مجدد سیستم های خنک کننده و یا افزایش زمان سیکل کاری به هدفمان دست یابیم.

امروزه دایکست کاران عموماً از اسپری به عنوان مهمترین عامل کنترل کردن دمای قالب استفاده نمی کنند. اما شاید از اسپری برای خنک کاری موضعی قالب استفاده کنند. تئوری پشتیبان اسپری آن است که بسیاری از عیوب دایکستی ناشی از حرارت را می توان به صورت موضعی و با اسپری



حذف گرما خیلی سریع به حد بحرانی خود می رسد. نتیجه این است که هر دبی جریانی بالاتر از ۰٫۲ GPM (گالن در دقیقه) تحت این شرایط مورد آزمایش هیچ پیشرفتی را در کاهش درجه حرارت به بار نمی آورد. همچنین می بینیم که ۰٫۵ ثانیه اول از چه اهمیت حیاتی، در مقایسه با ۲٫۵ ثانیه بعدی، برخوردار است. نکته دوم را بعداً مورد بحث قرار خواهیم کرد. هنگامی که فاصله اسپری ارزیابی می شود، تاثیر مشابهی دیده می شود. در اینجا نازل اسپری به فواصل ۳، ۶ و ۹ اینچ از سطح قالب تنظیم می شود و همه پارامترهای دیگر ثابت می مانند. نتایج در شکل ۲ نشان داده شده است.

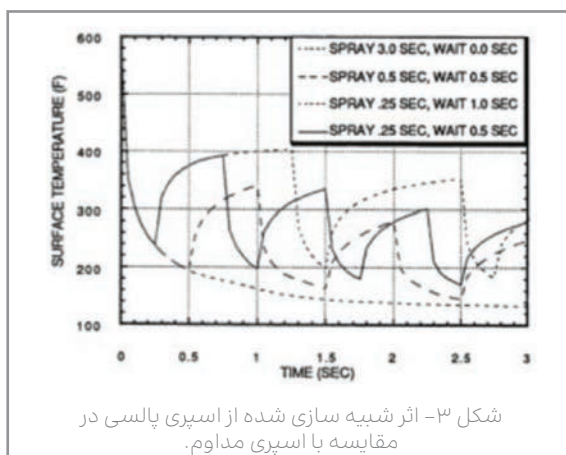


باز هم اسپری در ۰٫۵ ثانیه اول بیشترین تاثیر را دارد. ممکن است که فاصله نازل از سطح قالب بیش از حد باشد و عملکرد مناسبی به دست نیاید، اما برای نزدیک بودن به قالب هم حد بهینه ای وجود دارد و نزدیکتر از آن منجر به بهبود عملکرد نمی شود. در

این شرایط آزمایشی فاصله ای که به نظر مطلوب می رسد ۶ اینچ می باشد.

ما می توانیم نتیجه بگیریم که برای استخراج گرمایی که توسط اسپری قالب صورت می گیرد محدودیت سرعتی وجود دارد. این شبیه HTC در خطوط گرمایی می باشد. هنگامی که به آن محدودیت ها برخورد می کنیم، از بین بردن گرمای اضافی مشکل می شود. این به طور ضمنی بیان می کند که هر اسپری که از این مقدار بحرانی عبور می کند هدر می رود. مطابق با روش گفته شده در اینجا، آزمایشاتی را برای کارگاهتان ترتیب دهید. در همه نواحی یک قالب مشخص، سعی کنید اسپری قالب را کاهش و درجه حرارت را بخوانید. دوربین های حرارتی در اینجا با ارزش می باشند. شاید در گذشته قالبتان را بیش از حد اسپری کرده اید. به یاد داشته باشید که اسپری زیاد نه تنها هزینه روانکاری را زیاد می کند، بلکه ممکن است تخلخل یا ترک های ریز حرارتی را ایجاد کند.

ویژگی جالب دیگری در دو شکل بالا وجود دارد. تاثیر اسپری بعد از نیم ثانیه به طور عجیبی کم می شود. این به خاطر آن است که اسپری گرمای ملموس سطح فولادی قالب را از بین برده و افت بیشتر به واسطه نفوذ حرارتی فولاد قالب محدود شده است. بعد از نیم ثانیه ای که فولاد قالب را اسپری می کنیم، فولاد قالب نیاز به یک فرصت برای جبران دارد. برای انجام این ما می توانیم ۰٫۵ ثانیه اسپری کنیم و سپس به قالب اجازه دهیم تا برای ۰٫۵ ثانیه خود را بازسازی کند. این مفهوم سال ها پیش شبیه سازی شد و نتایج در شکل ۳ نشان داده شده است.



اسپری بر روی قالب ها را ارتقاء داده اید؟ شاید ارزش دیدن را داشته باشد. زمان اسپری را هم در نظر داشته باشید. داشتن یک رسیپروکاتور (reciprocator) اسپری متناوب و یکنواخت از پایین تا بالای قالب با توقف در جاهای گرم در قالب معمول می باشد. یک اسپری مختصر در جاهای گرم را هنگامیکه رسیپروکاتور تا پایین قالب حرکت می کند در نظر بگیرید. سپس اسپری پیوسته از پایین به بالا را انجام دهید.

• منبع

Daniel Twarog, Reduce Die Spray and Get the Same Results.

نتیجه شبیه سازی ها جالب است. زمان اسپری را ۲٫۵ ثانیه در نظر بگیرید. این منصفانه ترین مقایسه را از اسپری مداوم با اسپری پالسی ارائه می دهد. دمای سطح قالب پس از اسپری پالسی با ۰٫۵ ثانیه اسپری و ۰٫۵ ثانیه توقف، در مقایسه با اسپری پیوسته، حدود ۲۰°F گرمتر است. این اختلاف دمای جزئی با ۲/۱ اسپری قالب بدست می آید. به عبارت دیگر به این نتیجه می رسیم که می توان تنها با ۱٪ اختلاف در دمای سطح قالب، ۵۰٪ در مصرف اسپری صرفه جویی کرد. اگر این مسئله مهندس دایکست را هیجان زده و میوهوت نکند من به او شک خواهم کرد.

این نتایج می تواند برای آغاز بهینه سازی فرایندهای اسپری شما به کار می رود. آیا شما مدل پاشش

مقاله

آب برای ماشین های دایکست

ترجمه: سیامک فتحی



صنایع دیگر دارد. دلیل آن است که زمان سیکل از یک قطعه به قطعه دیگر ثابت است و اگر دما یا حجم آب خنک کننده قالب از یک قطعه به قطعه دیگر فرق کند، انجماد قطعات نیز متفاوت خواهد بود.

• مشکلات خاص دایکست

مشکل بزرگ، کوچک بودن کانال های آب درون قالب دایکست است. برخی حباب سازها (bubbler) تنها ۲ میلیمتر قطر دارند که بیشتر به گرفتگی لوله شبیه هستند تا مبدل های حرارتی صفحه ای یا پوسته-لوله ای.

گرفتگی می تواند ناشی از انباشت رسوب، محصولات خوردگی یا ذرات جامد جدا شده از سایر اجزای سیستم آبگرد باشد.

اهمیت گرفتگی کانال های آبگرد داخلی قالب را نمی توان کتمان کرد. ذره ای به قطر تنها ۰٫۵ میلیمتر در لوله ای به قطر ۲ میلیمتر یعنی ۲۵ درصد محدودیت بیشتر.

درسی که از این نکته گرفته می شود آن است که ذرات جامد نباید وارد سیستم آب خنک کننده شوند. اما این کار شاید به آن سادگی هم که به نظر می رسد نباشد.

برای تولید قطعات دایکستی با کیفیتی تکرارپذیر و یکسان، داشتن سیستم خنک کننده قالب (گردش آب) با دبی کنترل شده اجتناب ناپذیر است.

اگر دما یا دبی جریان آب از یک قطعه به قطعه دیگر فرق کند، آهنگ انجماد فلز نیز متفاوت خواهد بود. اغلب مواقع، آب خنک کننده می تواند عامل مشکلات کیفی باشد که البته ردیابی آنها اگر نگوییم غیرممکن، بسیار دشوار خواهد بود، چراکه پارامترهای بحرانی اندازه گیری نمی شوند یا ابزاری برای کنترل آنها وجود ندارد، حتی اگر اندازه گیری شوند. در این مقاله تلاش شده اطلاعاتی در مورد مشکلات ناشی از خنک کاری با آب ارائه شود و اینکه چگونه طراحی سیستم می تواند اقدام پیشگیرانه یا اصلاحی را در مواجهه با چنین اشکالاتی انجام دهد.

صنعت دایکست با همان چالش هایی روبرو است که سایر صنایع درگیر استفاده از سیستم خنک کاری با آب مبتلا به آن هستند، اما صنعت دایکست ویژگی های خاص خود را هم دارد که باید در زمان طراحی سیستم لحاظ شوند، هرچند که صنعت دایکست را نمی توان در زمره صنایع مصرف کننده عمده آب به حساب آورد. اما، کنترل دما و حجم آب خنک کننده در این صنعت اهمیتی به مراتب بیشتر از بسیاری

برای حشرات عمل می کند. محل استقرار برج خنک کننده تاثیر مهمی در آلوده شدن آب دارد. در نواحی بیابانی، طوفان های شن می توانند عاملی مشکل ساز باشند و در برخی نواحی و در مواقعی از سال، حشرات در دسر ساز هستند، به ویژه آنکه برج خنک کننده شب ها هم کار کند. اگر برج در مجاورت جاده های خاکی و آلوده باشد و یا در آن نزدیکی ساخت و ساز انجام شود، مقدار زیادی از آلودگی ها را به درون خود می کشد. بخش زیادی از این آلودگی ها در سینی زیر برج خنک کننده رسوب می کند، اما موادی که روی سطح شناور می شوند و ذرات ریز، وارد سیستم می شوند. برج های خنک کننده به عنوان اشباع کننده آب با اکسیژن هم عمل می کنند که منجر به افزایش آهنگ خوردگی و بروز مشکل در پمپ کردن می شوند.

مشکل بزرگ دیگر، انباشت پوسته ایست - عمدتاً کربنات کلسیم با مقدار اندکی منیزیم و سایر عناصر کمیاب. این رسوبات عایق های نسبتاً خوبی هم هستند و انتقال حرارت را به میزان بالایی کاهش می دهند.

مبدل های حرارتی به نحوی طراحی می شوند که با رسوبات اندک هم کار خود را انجام دهند. اما، اگر ضخامت این رسوبات از حد معینی که در طراحی در نظر گرفته شده فراتر بروند، آهنگ انتقال حرارت به شدت کاهش می یابد.

بسیاری از مشکلات مرتبط با کیفیت آب را می توان با استفاده از برنامه ای خوب و درست، پایش و کنترل کرد.

شرکت های زیادی هستند که کار و تخصص ایشان، تصفیه و پایش کیفیت آب است و البته لازم است که این فرایند طبق برنامه اجرا شود. اما، حتی بهترین برنامه های فراوری آب هم نمی توانند کنترل پایداری بر دما، فشار و دبی تدارک ببینند.

• پیش از طراحی سیستم، اطلاعات لازم را در مورد نیازمندی های تان جمع آوری کنید

این تیتر شاید کلیشه ای به نظر برسد، اما سیستم های بسیاری هستند که بدون درکی از الزامات طراحی و نصب شده اند.

ذرات جامد می توانند از راه های مختلفی وارد سیستم شوند، از جمله از مخزن روباز، کنده شدن ذرات و پوسته از داخل سیستم، برج خنک کننده، بتن بدون پوشش و رشد بیولوژیکی. این ذرات می توانند به صورت لجن وارد سیستم شوند یا به مرور زمان رسوب کنند، مگر آنکه سیستم بطور کامل از مواد مقاوم به خوردگی ساخته شوند. شاید در نگاه اول پوسته اکسیدی مهم نباشد، اما زنگ زدگی بطور پیوسته در لوله های آهنی، مخازن و سایر بخش های آهنی تولید می شوند. آهنگ خوردگی را می توان کنترل کرد، اما نمی توان آنرا متوقف نمود. بنابراین، حتی در سرعت های بسیار پایین خوردگی به هم حجم قابل توجهی از محصولات خوردگی به مرور زمان تولید خواهد شد. در طی فرایند تولید، این ذرات حاصل از زنگ زدگی درون سیستم به حرکت در می آیند و چندان به چشم نمی آیند. اما، این ذرات تمایل دارند که در نقاطی با سرعت کمتر رسوب کنند، از جمله در مخازن، لوله های قطور و تجهیزاتی که سرعت جریان در آنها کم است. اگر سیستم خاموش شده و تخلیه نشود، حتی برای یک یا دو روز، ذرات در تمام اجزای سیستم رسوب خواهد کرد و در راه اندازی مجدد شاهد جریان آب مایل به قرمز خواهیم بود.

پیچیدگی دیگر این داستان در کارگاه هایی با چند ماشین دایکست است، جایی که سرعت بالای باز و بسته شدن مسیر گردش آب در ماشین های مختلف و تاثیر آنها بر یکدیگر را شاهد هستیم. این پدیده مانند آن است که شما در حال آبیاری باغچه منزلتان باشید و یک نفر در داخل منزل شیر آبی را باز کند - فشار و دبی آب در شلنگ آبیاری افت می کند و به محض بسته شدن شیر آب درون خانه، دوباره افزایش پیدا می کند. در کارگاهی با تعداد ماشین ها، مانند آن است که تعداد زیادی شیر آب بطور نامنظم و غیر قابل پیش بینی باز و بسته می شوند و در نتیجه دبی و فشار به شدت در حال نوسان است. این عاملی اساسی در طراحی سیستم آب خنک کننده قالب است.

برج خنک کننده می تواند کار کنترل دما را انجام دهد، اما خود منبع مهمی برای آلودگی است. برج خنک کننده به عنوان پالاینده بزرگ هوا و جاذبی

نتیجه آنکه این سیستم‌ها آنچنان که باید کار نمی‌کنند یا اساساً کار نمی‌کنند و بیشتر از آنکه مشکلی را حل کنند خود باعث مشکل می‌شوند. پارامترهای جریان، فشار، دما و کیفیت باید بر اساس داده‌های تایید شده در سیستم تعریف شوند. اینها اعدادی نیستند که بر اساس حدس و گمان یا برخی قواعد عام انتخاب شوند.

این اعداد به طور مستقیم بر اندازه لوله‌ها، توان پمپ و جانمایی کامل سیستم تاثیر می‌گذارند. کیفیت آب ورودی باید مشخص باشد. باید مشخص شود که آیا آب از منابع سطحی و فراوری نشده می‌آید، آب آشامیدنی است یا چیزی در این بین است. باید بدانیم که آیا آب خورنده است، قابلیت ایجاد رسوب دارد یا مبتلابه مسایل دیگری است که لازم است در زمان طراحی سیستم آنها را دانست و تمهیدات خاص برای آنها اندیشید.

نکته بعدی آنکه دامنه نوسان قابل تحمل برای پارامترهای این سیستم چقدر است. اگر در کارگاه ۲۰ ماشین دایکست داشته باشیم و دبی جریان در هر ماشین بین ۸۰ تا ۱۲۰۰ لیتر (۲۰ تا ۳۰۰ گالن) در دقیقه باشد، دامنه تغییرات دبی جریان در کارگاه می‌تواند بین ۱۲۰۰ تا ۲۴۰۰۰ لیتر (۲۰ تا ۶۰۰۰ گالن) در دقیقه باشد.

طراحی می‌تواند از پس چنین دامنه وسیعی برآید، اما داده‌های صحیح باید پیشاپیش به طراح داده شود. به همین شکل هم باید فشار مورد نظر و دامنه آن مد نظر قرار گیرد. یک سیستم نرمال فشار یکسانی را برای همه ماشین‌ها در نظر می‌گیرد، اما اگر لازم باشد می‌توان برای هر ماشینی فشار مورد نیاز همان ماشین را در نظر گرفت و اعمال کرد.

تولرانس قابل تحمل برای دما هم باید مشخص و تعریف شود. باید تصمیم گرفت که تا چه حد نوسانات دمایی در تابستان یا زمستان، روز یا شب قابل تحمل است. موقعیت جغرافیایی واحد تولید کننده تاثیر چشمگیری بر این بخش از طراحی دارد. اگر واحد تولید در قسمت‌هایی با هوای گرم واقع و حداکثر دمای مجاز برای آب ۲۴ درجه سانتیگراد باشد، برج خنک کننده در تابستان کارایی نخواهد داشت. اگر واحد در نواحی سردسیر واقع باشد،

تمهیداتی باید اتخاذ شود که در زمستان دمای آب را بتوان بالا نگاه داشت.

به تناسب طرح‌های توسعه، باید امکان افزایش ظرفیت برای سیستم آب را هم در نظر گرفت. برخی مفروضات برای تغییر محصول و یا افزایش تولید در آینده هم باید لحاظ شوند. اینها تصمیمات تجاری هستند که باید در طراحی سیستم اعمال شوند.

• طراحی و مهندسی سیستم

به تعداد طراحان سیستم، طرح‌های سیستم خنک کاری با آب وجود دارد و دلیل هم آن است که طرح واحدی وجود ندارد که برای همه واحدها کارایی داشته باشد. جدا از اندازه‌های متفاوت لوله‌ها و پمپ‌ها، تفاوت‌های چشمگیری در ابزار کنترل و فرایند کنترل هم وجود دارد. سیستم‌های قدیمی تر به صورت دستی کنترل می‌شدند و تقریباً هیچ پایشی هم وجود نداشت، مگر چند گیج فشار در چند نقطه. مهم است که این داده‌ها در لحظه در دسترس اپراتور قرار داشته باشد و موقعیت سوئیچ‌ها و آلارم‌ها مشخص و ثبت شده باشند. شاید این هم جمله کلیشه‌ای دیگری باشد، اما بدون اندازه‌گیری کنترل معنی ندارد. هنوز هم به نظر می‌رسد که این مهم در طراحی‌های سیستم خنک کننده جدی گرفته نمی‌شود.

یکی از بزرگترین چالش‌ها در طراحی سیستم خنک کننده واحدهای دایکست دامنه گسترده نوسان دبی جریان و در عین حال، نیاز به ثابت نگاه داشتن فشار است. در راه اندازی یک واحد جدید، یک مهندس فرایند با تجربه مشکل‌چندانی نخواهد داشت، ولی طراحی برای سیستمی که در حال کار است کمی دشوارتر است و نیاز به تفکر بیشتری دارد.

همانطور که پیشتر گفته شد، یکی از چالش‌های طراحی سیستمی که نوسانات شدیدی در دبی جریان دارند این است که فشار در سرتاسر دامنه جریان ثابت نگاه داشته شود.

فرض کنید که ۱۰ ماشین دایکست جریانی معادل ۱۰۰۰ لیتر (۲۵۰ گالن) در دقیقه در زمان تزریق و ۴۰ لیتر (۱۰ گالن) در دقیقه در فاصله بین تزریق‌ها نیاز دارد. به علاوه، فرض کنید هر ماشین دایکست به طور

سازد. هر جا که برج خنک کننده استفاده می شود، بلافاصله قبل از محل مصرف باید از فیلتر استفاده نمود. هر جا که در مسیر لوله ها و سوراخ های ریز وجود دارد فیلتر گذاشتن الزامی است. فیلترها باید سیستم پایش اختلاف فشار داشته باشند تا انسداد آنها قابل پایش باشد.

راه بهتر برای کنترل دما استفاده از چیلر و مبدل حرارتی است. البته سیستمی به مراتب گرانتر است و از اجزای بیشتری ساخته شده است، اما مشکل جذب آلاینده ها و اکسیژن برج های خنک کننده را ندارد. از آنجا که این سیستم بسته است، می توان آب را فراوری نمود، به نحوی که خوردگی حذف شود. به جهت ملاحظات زیست محیطی و بحث هزینه، این درجه از فراوری در سیستم باز غیرممکن است. همچنین کنترل بهتری بر دما ارایه می دهد. اندازه سیستم چیلر را می توان به نحوی انتخاب کرد که از آن برای خنک کردن هوای ساختمان و دفاتر نیز استفاده نمود و تاسیسات اختصاصی و روی پشت بام را حذف نمود. در برخی موارد، جایگزین کردن چیلر مرکزی به جای چندین دستگاه نصب شده بر روی پشت بام باعث بازگشت سرمایه در کمتر از یک سال می گردد.

• مرجع

Steve Zeigler, "Cooling Water Systems for Die Casting Machines", Die Casting Engineer, July 2009.

مستقل کار می کند و این ماشین می تواند هر یک از این ۱۰ ماشین باشد و زمان تزریق آن هم می تواند هر زمانی باشد.

در این سناریو، دامنه تغییرات دبی جریان می تواند بین ۴۰ لیتر (۱۰ گالن) تا ۱۰۰۰ لیتر (۲۵۰۰ گالن) در دقیقه باشد. شیرهای مختلف کنترل کننده، نسبت های مختلفی در کاهش دبی دارند، اما هیچ یک قادر نیستند به تنهایی چنین دامنه گسترده ای را با دقت مناسب پوشش دهند. راه های مختلفی برای مواجهه با این چالش در پیش پای طراح وجود دارد و مهندس باید تمام انتخاب ها را در نظر بگیرد.

• کنترل دما

رایج ترین تجهیز مورد استفاده برای استخراج گرمای فرایند، برج خنک کننده است. برج های خنک کننده سابقه ای طولانی دارند و طراحی و کارایی آنها به خوبی شناخته شده است. همچنین اقتصادی ترین راهکار را برای خنک کردن آب هم ارایه می دهند. کنترل دما با روشن یا خاموش کردن فن ممکن است و نیز مسیر بای پس (by-pass) هم می تواند طراحی شود. برای کنترل بهتر می توان از فن های دور متغیر استفاده نمود. در یک طراحی می توان از سینی زیر برج خنک کننده به عنوان مخزن ذخیره آب نیز استفاده نمود که در اینصورت نیاز به مخزن یا استخر جداگانه هم از بین خواهد رفت.

قسمت تحتانی برج خنک کننده شبیه جازو برقی عمل می کند، ضمن اینکه آب را از اکسیژن اشباع می

نمایشگاه تخصصی دایکست

در

FOUNDEX 2025



انجمن دایکست ایران



RASTAK PAD VISION Co.
رستاک پاد ویژن
EXHIBITIONS

انجمن دایکست ایران شما را به مشارکت و بازدید
از سالن اختصاصی دایکست و صنایع وابسته دعوت می نماید.

محل نمایشگاههای
بین المللی شهر آفتاب
ایران - تهران
۲۴ - ۲۷ اردیبهشت ۱۴۰۴
ساعت بازدید: ۱۰ تا ۱۸
www.idca2011.com
۰۲۱ - ۷۷۰۴۶۰۹۱
۰۲۱ - ۷۷۰۴۷۰۸۴

سالن A6

حوزه های تحت پوشی :

۱. واحدهای تولیدی دایکست ۲. لوازم مصرفی (لوبریکنت، بوته، گان و ...)
۳. آلیاژسازی
۴. قالب سازی و لوازم مصرفی ۵. تولید و توزیع
- کنندگان فولادهای آلیاژی ۶. عملیات حرارتی و
- آبکاری ۷. مشاورین و شرکت های خدماتی مرتبط
۸. هیدرولیک و لوازم مصرفی ۹. OEM
۱۰. نمایندگان ماشین آلات دایکست ۱۱. کوره
- و لوازم جانبی ۱۲. تجهیزات آزمایشگاهی ۱۳. انرژی



صنایع نگین آلومینیوم گلپایگان Negin Aluminium Golpayegan

همچون نگینی در صنعت آلومینیوم کشور

دارای گرید A
خودروسازان
معتبر داخلی



■ نیمکره آلومینیومی



■ بیلت آلومینیومی



■ شمش آلومینیومی

■ تولید آلیاژ آلومینیوم به صورت
شمش، بیلت و پیگ هزار پوندی

■ تولید نیمکره آلومینیومی
(جهت اکسیژن زدایی در فولاد)

■ تامین و توزیع مواد اولیه
مرتبط با صنعت آلومینیوم

دفتر تهران:

بلوار آیت الله کاشانی، بین وفا آذر شمالی
و عقیل پلاک ۳۴۸، طبقه ۳، واحد ۱۰

تلفن:

۰۲۱-۴۹۱۵۴۰۰۰

کارخانه:

گلپایگان، شهرک صنعتی گلپایگان،
خیابان تعاون ۲، پلاک ۲۰۲

تلفن:

۰۳۱-۵۷۰۳۰

www.negincompany.com

@neginaluminium

خدمات ما

سامانه پیامکی فروش

+۹۸ ۱۰۰۰۴۸۰۶۷

آپ نگین همراه



ISO/TS 16949

Registered Firm

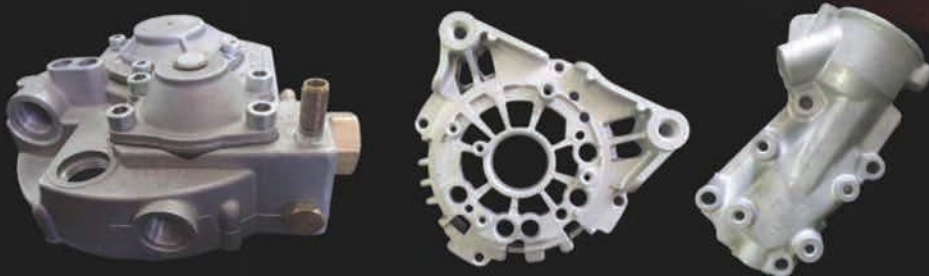


ریخته‌گری و قالب‌سازی تکنوگراف

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



زمینه فعالیت

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

شرح امکانات

- واحد کنترل کیفیت
- واحد ریخته‌گری و پرداخت کاری
- واحد طراحی و قالب‌سازی
- واحد ماشین‌کاری

آدرس: تهران، جاده آبلعی، منطقه صنعتی خرم‌دشت، بیست متری غربی، پلاک ۷۲
تلفن: ۰۲۱ ۷۶ ۲۱ ۲۰ ۹۰ و ۰۲۱ ۷۶ ۲۱ ۶۵ ۶۷-۷۰ فکس: ۰۲۱ ۷۶ ۲۱ ۲۰ ۸۹

www.technographco.com

JUGI

مجموعه جوگی با امکانات پیشرفته و آزمایشگاه مجهز، آماده ارائه قطعات دایکست با کیفیت بالا و قیمت مناسب می‌باشد
همچنین این شرکت به پشته‌توانه 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



Derakhshan Ghetesaze Sepahan Co.

- High Pressure Aluminum Die Casting
- Production of Aluminum Alloys
- Machining

گروه صنعتی درخشان قطعه ساز سپاهان

- ریخته گری تحت فشار (دایکست) آلومینیوم
- تولید انواع آلیاژهای آلومینیومی
- ماشینکاری



دریافت تندیس برند برتر تولیدکنندگان قطعات دایکست از
سندیکای آلومینیوم ایران



اصفهان، نجف آباد، شهرک صنعتی منتظریه

WWW.DGS-CO.COM



شرکت ذوب آلومینیوم آذر صنعت گلیایگان

برترین واحد خصوصی تولیدکننده شمش های آلومینیوم آلیاژی

دارنده استاندارد های مورد تایید صنعت خودروسازی:

IATF16949

کیفیت شعارمانیست اعتبار ماست

📍 دفتر تهران: تهرانسر، بلوار لاله، کوچه صالحی، ساختمان بیژنی، طبقه ۳

📍 آدرس کارخانه: گلیایگان، شهرک صنعتی فاز یک، انتهای خیابان هدف

📞 تلفکس کارخانه: ۰۹ - ۴۸۸۴۸۵۷۲ - ۳۱ دفتر تهران: ۰۵۶۵۷۵۶۴۴ - ۲۱

📞 تلفن کارخانه: ۰۴ - ۳۲۷۱۸۵۷۲ - ۳۱ تلفن واحد بازرگانی: ۰۶۹۱۳۴۳۳۸۴۰۶

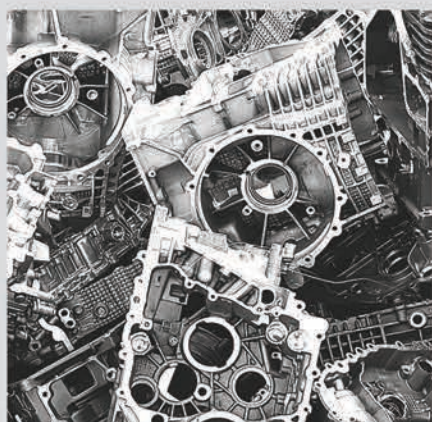
www.Alazarsanat.com

azar.s.co@gmail.com

NAB CO.

UNIQUE ALLOY INDUSTRIAL

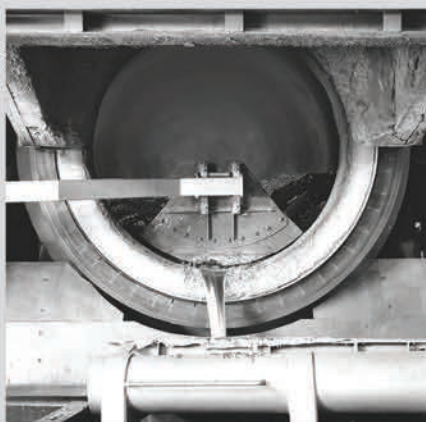
تولیدکننده آلیاژهای آلومینیوم



**QUALITY
WORKS**
THAT NEVER FAILS



PROVIDES
**TOP
QUALITY
PRODUCTS**
AND SERVICES



WE STAND HERE FOR OUR

**BEST
WORK**

۰۲۱-۵۶۲۳۲۹۸۰ ۰۲۱-۵۶۲۳۲۹۸۴ ۰۲۱-۵۶۲۳۶۹۳۴

آدرس: شهرک صنعتی شمس آباد بلوار نخلستان - خیابان

www.naballoy.com

گلشید ۱۱ - پلاک ۸

