

آشنایی با فرآیند ریخته‌گری تحت فشار پایین

مهندس نجم‌الدین عرب

شرکت مالییل سایپا - دانشگاه آزاد اسلامی

مقدمه

پیشرفت فراوان صنعت و ارائه روشهای جدید تولید، صنعتگران را با چالشهای جدیدی مواجه ساخته است. روشهای نوین تولید قطعات با ابعاد نزدیک به ابعاد نهایی که عملیات تکمیل کاری را به حداقل می‌رساند، کارخانجات بزرگ را مجبور می‌سازد که به روشهای جدید تولید که معمولاً سرمایه‌گذاری بالایی نیاز دارند گرایش یابند. عدم گرایش به این روشها به معنی دور ماندن از رقابت جهانی و رویکرد به این روشها به معنی سرمایه‌گذاری کلان در دوره‌های نسبتاً کوتاه مدت در این زمینه است. لذا در این عرصه رقابت، فقط تولیدکنندگانی موفق خواهند بود که کالایی با کیفیت قابل ارائه در بازارهای جهانی تولید کنند و به اعتبار کیفیت کالا، سود مناسب جهت سرمایه‌گذاری آینده را کسب نمایند. هر نوع سهل‌انگاری در این زمینه، بقاء کارخانه را با مشکلاتی مواجه خواهد ساخت.

چالش دیگر، نقش دانش مهندسی در تولید است. واقعیت آن است که صحنه رقابت جهانی، عرصه تولید استاد - شاگردی را به طور کامل برچیده و نظرات استبدادی مدیران ارشد را بسیار محدود ساخته است. امروز هر فرد جایگاهی ویژه در فرآیند تولید با کیفیت داشته که تغییر آن یا صرف نظر از آن

جایگاه به هیچ وجه آسان نخواهد بود. اگر مراحل طراحی مهندسی و تولید مهندسی و تضمین کیفیت به دقت رعایت نگردند و نظرات هر بخش در فرآیند تولید محترم نگاه داشته نشوند و نقش دانش مهندسی پاسداری نشود، راهی به جز کاستی در پیش نخواهد بود.

یکی از روشهای جدید تولید قطعات آلومینیومی که در سه سال اخیر با استقبال گسترده صنایع کشور ما ایران روبرو شده، روش ریخته‌گری تحت فشار با فشار پایین (مختصراً LP) می‌باشد. صرف نظر از مقایسه این روش با روشهای دیگر تولید قطعات آلومینیومی و مزایا و معایب آن و میزان کاربرد آن در جهان ریخته‌گری قطعات آلومینیومی و خصوصاً قطعات اتومبیل و مقایسه میزان سرمایه‌گذاری، دانش فنی، تعمیرات و نگهداری، تعداد پرسنل و دیگر پارامترها با سایر روشها، معرفی ماشینهای LP و اجزاء آنها و نحوه کارکرد آن می‌تواند بسیار مفید باشد.

در اینجا لازم است که یادی از استاد محترم آقای شهبازیان مدیریت شرکت آلومینیم پرس به عمل آید که با بینش جامع خود، اولین دستگاه را با LP را در سال ۱۳۵۴ شمسی به کشور وارد کرده و همچنین اولین دستگاه ابتکاری LP طرحی ساخته و به صنعت ریخته‌گری آلومینیم کشور خدمات شایانی نموده‌اند.

معرفی ماشین

یک ماشین LP مجموعه پیچیده‌ای از سیستمهای الکتریکی، مکانیک، هیدرولیک و پنوماتیک است که با بالاترین استانداردهای مهندسی ساخته می‌شود زیرا هر نوع توقف در عملکرد ماشین به معنی توقف تولید خواهد بود. این ماشینها در دو نوع ساخته می‌شوند:

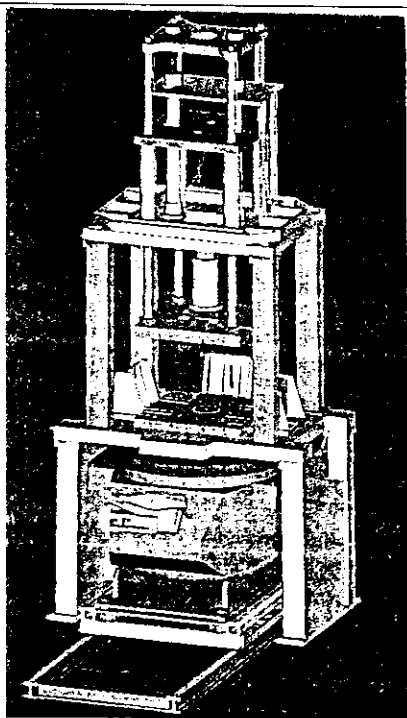
الف) کوره ثابت - دستگاه متحرک

ب) کوره متحرک - دستگاه ثابت

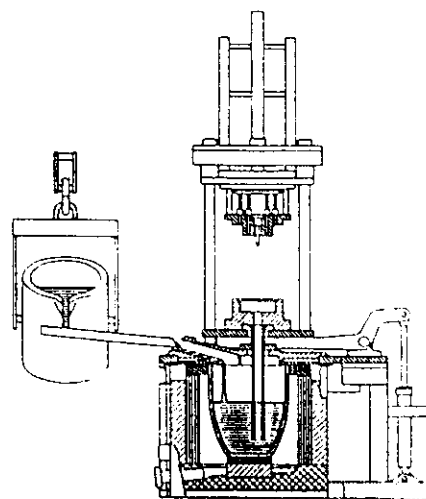
نوع اول خود به دو نوع تقسیم می‌شود:

۱) با بوته دائم (بوته نسوز کاری شده)

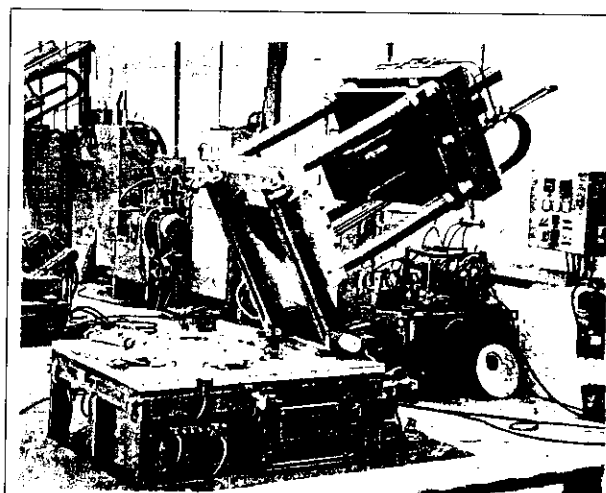
۲) با بوته موقت (بوته گرافیتی)



شکل ۳: ماشین LP با کوره متحرک و بوته دائم. در این حالت دستگاه ثابت است و کوره بر روی ریل حرکت می‌کند.



شکل ۱: ماشین LP با کوره ثابت و بوته موقت. دستگاه می‌تواند از نوع خم شونده (مطابق شکل)، حمل شونده توسط جرثقیل یا حرکت کننده بر روی ریل باشد.



شکل ۲: ماشین LP با کوره ثابت و بوته دائم. دستگاه می‌تواند از نوع خم شونده (مطابق شکل)، حمل شونده توسط جرثقیل یا حرکت کننده بر روی ریل باشد.

ماشینها در شکلهای بالا آورده شده است.

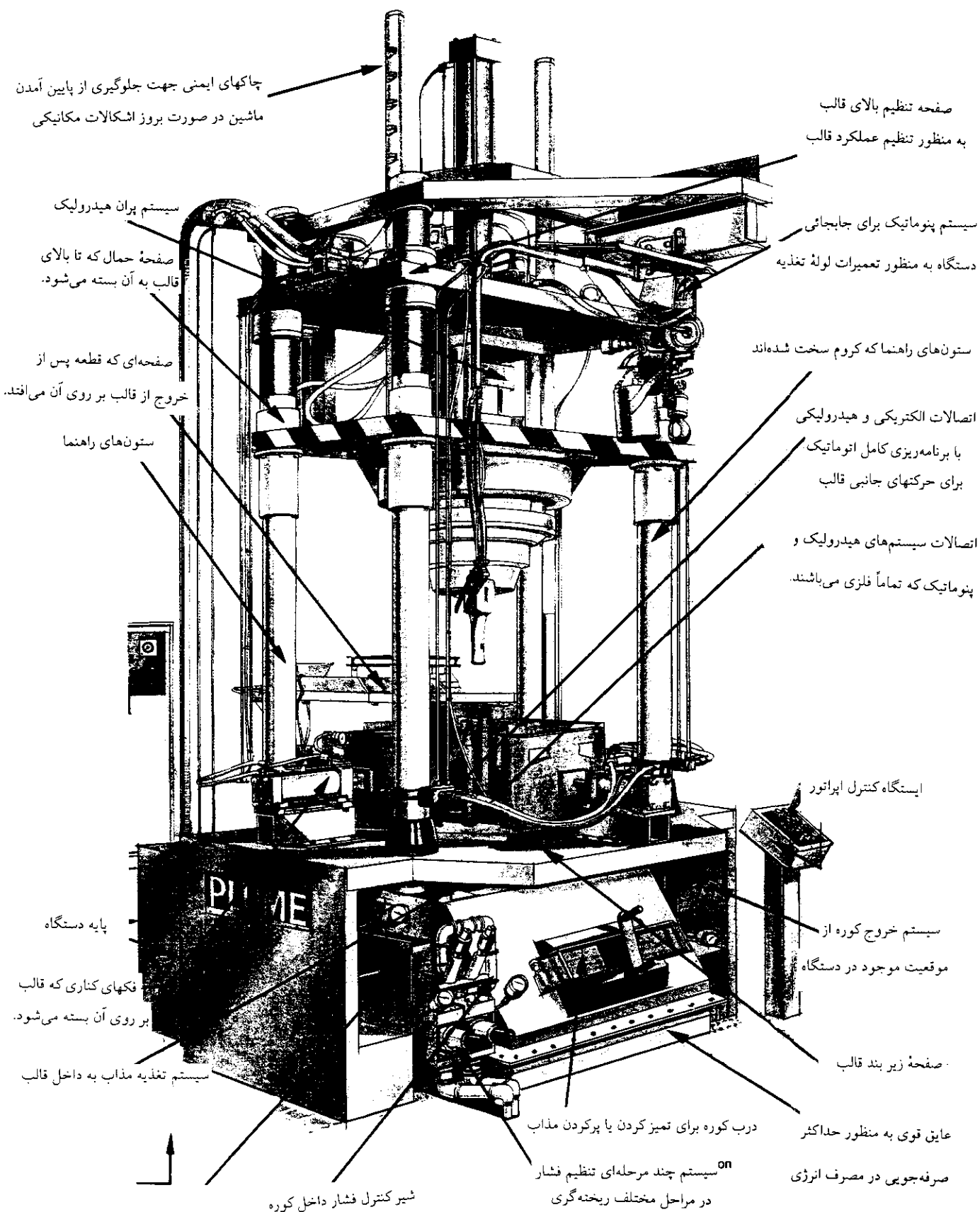
قسمتهای مختلف یک ماشین LP خم شونده از نوع کوره ثابت با بوته دائم در شکل ۴ نشان داده شده است.

کوره نگهدارنده

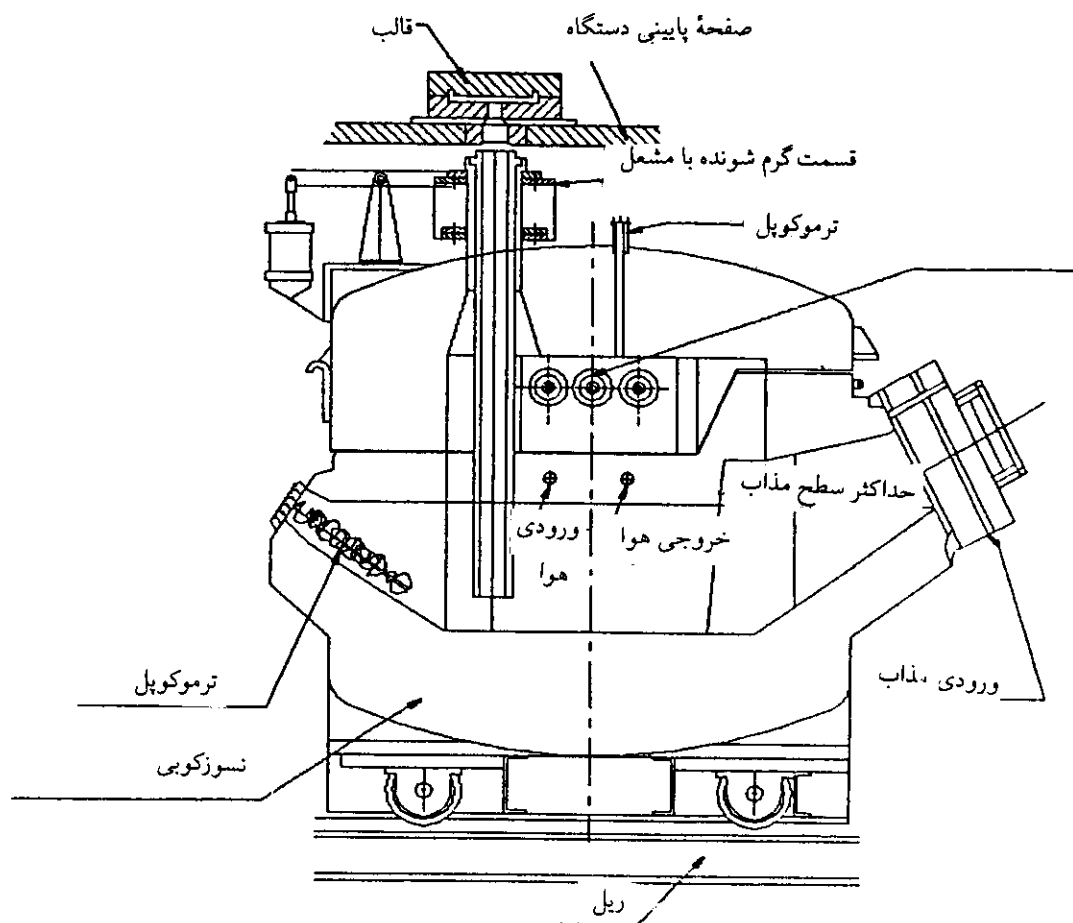
هر ماشین LP با یک کوره نگهدارنده مقاومتری تجهیز شده است. مقاومت‌ها از نوع المنت فلزی از جنس Ni-Cr می‌باشند که توان آنها به ظرفیت کوره بستگی دارد. در کوره‌های نگهدارنده با بوته دائم این المنت‌ها در درب کوره نصب شده‌اند. برای جلوگیری از تأثیر حرارتی المنت‌ها بر یکدیگر و عایق سازی، آنها را در لوله‌های سرامیکی قرار می‌دهند. به منظور جلوگیری از پاشش احتمالی مذاب بر روی المنت‌ها و نیز جلوگیری از تأثیر تشعشعی حرارت مذاب بر آنها، از یک ورق از جنس فولاد نسوز استفاده می‌شود که در زیر لوله‌های سرامیکی نصب می‌شود. ظرفیت این کوره‌ها معمولاً ۸۰۰-۴۰۰ کیلوگرم می‌باشد. این کوره‌ها بوسیله جک‌هایی در جهت افقی یا عمودی

در دستگاههای نوع دوم نیز از بوته دائم استفاده می‌گردد.

چنانچه هدف تولید آلیاژهای مختلف در ظرفیتهای پایین باشد، دستگاههای با بوته موقت ترجیح داده می‌شوند، و چنانچه هدف تولید آلیاژی خاص در ظرفیتهای بالا باشد انواع با بوته دائم مرجح می‌باشند. هر دو نوع دستگاه با بوته دائم می‌توانند برای تولید انبوه به کار برده شوند. نمونه‌ای از این



شکل ۴: قسمت های مختلف یک ماشین LP با کوره ثابت و بوتۀ دائم



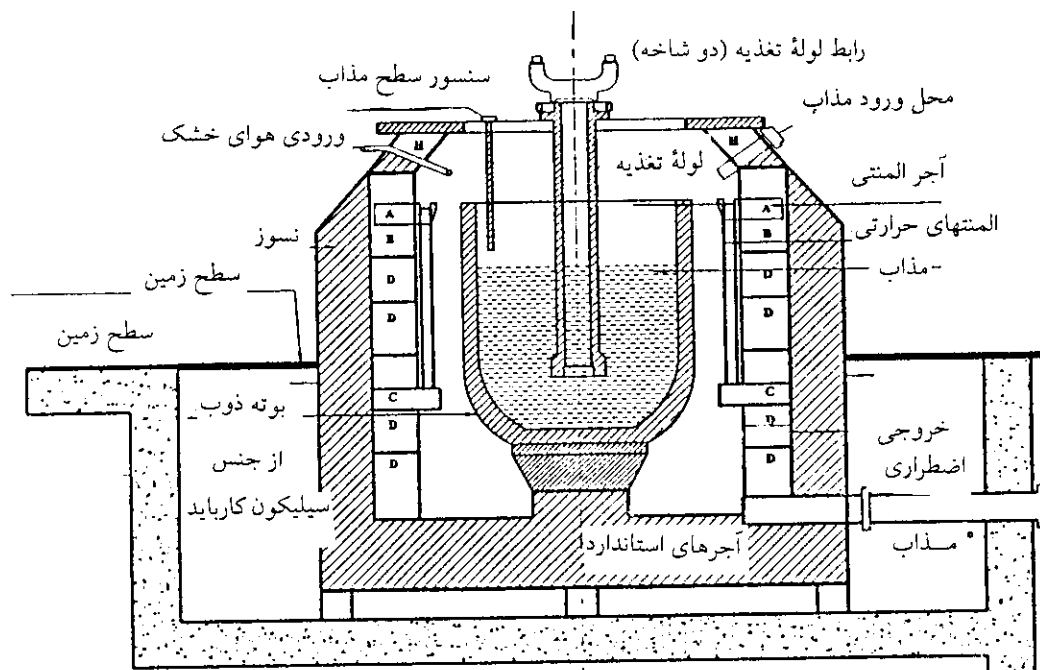
شکل ۵:

تصویری از این نوع کوره‌ها در شکل ۵ آورده شده است. در کوره‌های با بوتۀ موقت، دیواره کوره آجر چینی شده و المانهای حرارتی در شیارهای داخلی یا روی آجرها به صورت افقی یا عمودی قرار می‌گیرند. نمونه‌ای از این کوره‌ها در شکل ۶ آورده شده است. این نوع کوره‌ها ظرفیتی در حدود ۳۰۰-۱۰۰ کیلوگرم داشته و زمانی بکار می‌روند که آلیاژهای مختلفی ریخته‌گری شوند. بوتۀ مصرفی در این کوره‌ها از نوع گرافیتی، کاربید سیلیسیم (SiC) و یا در موارد محدودی چدنی می‌باشند. عمر بوتۀ موقت بسیار کمتر از بوتۀ دائم می‌باشد.

لولۀ تغذیه (Riser Tube)

این لوله به منظور انتقال مذاب از کوره به لولۀ میانی و از آنجا به

یا هر دو جهت حرکت می‌کنند تا عمل آب بندی آنها با لولۀ تغذیه، رابط لولۀ تغذیه و قالب صورت گیرد. دیواره این کوره‌ها معمولاً آجر چینی شده و سپس بر روی آن نسوزکوبی می‌شود. آجرهای مصرفی می‌توانند از نوع آلومینائی یا شاموتی باشند. با توجه به خنثی بودن مذاب آلومینیم نسبت به اغلب نسوزها و پایین بودن درجه حرارت، می‌توان انواع مختلفی از مواد نسوز را مورد استفاده قرار داد. نسوزهای آلومینائی، آلومینای تخته‌ای، آلومینای کلسینه شده، آلومینای گداخته، بوکسیت، نسوزهای سیلیکاتی، منیزی، آلومینا سیلیکاتی پاسخ خوبی داده‌اند. نسوزهای از نوع سیلیکون کارباید (SiC) نیز با موفقیت برای این منظور بکار رفته‌اند. چنانچه عملیات نسوزکاری به خوبی صورت پذیرد، عمر نسوز تا بیش از ۲ سال دوام خواهد داشت.



شکل ۶: تصویری از یک کوره نگهدارنده LP با بوتۀ موقت

حرارت ۲۰۰-۱۸۰ درجه سانتیگراد حرارت می‌دهند، مجدداً آن را سند بلاست کرده و به کمک پیستوله یا برس، سطح آن را پوشش می‌دهند. یک نمونه از این نوع پوشان‌ها، دایکوت R87 شرکت فوسیکو می‌باشد. این پوشش نقش آستری را دارا می‌باشد.

پس از خشک شدن و کاهش درجه حرارت لوله تا حدود ۵۰-۴۰ درجه سانتیگراد، مجدداً آن را با یک پوشان روکار پوشش می‌دهند. نمونه‌ای از این پوشان ۵۸ Ceramole ساخت شرکت فوسیکو می‌باشد که به روش غوطه‌وری بکار رفته و این عمل ۲ مرتبه انجام می‌شود.

پس از یک یا حداکثر ۲ شیفت تولید، لوله تغذیه تعویض شده و پس از تمیزکاری مجدداً پوشان داده می‌شود. نکته بسیار مهم آن است که لوله تغذیه چدنی قبل از قرار گرفتن در کوره باید حتماً تا درجه حرارت ۵۰۰-۴۰۰ درجه سانتیگراد پیش گرم شود.

در برخی از ماشینهای جدید LP، لوله تغذیه را از لوله‌های

قالب به کار برده می‌شود. به علت تماس مستقیم لوله با مذاب، لازم است که لوله، پایداری کافی در برابر حرارت و خوردگی مذاب را داشته باشد. آب بندی لوله از اهمیت فراوانی برخوردار است تا در حین فرآیند تزریق مذاب، از نشت هوا به بیرون از کوره جلوگیری شود. برای این منظور از آزیست یا واشرهای نسوز استفاده می‌شود. نمونه‌ای از این لوله‌ها در شکل ۶ آورده شده است.

جنس لوله‌های تغذیه معمولاً از چدن خاکستری یا سرامیک می‌باشد. لوله‌های چدنی از چدن خاکستری نوع GG۲۰ ساخته می‌شوند. به منظور افزایش پایداری لوله تغذیه در برابر مذاب باید سطح آنها را پوشش داد.

برای پوشش دادن لوله تغذیه، ابتدا عملیات تمیزکاری بر روی آن صورت گرفته و کلیه ذرات آلومینیم یا ناخالصی چسبیده به آن توسط قلم و چکش، برس سیمی یا سایر وسایل زدوده می‌شوند و سپس آن را سند بلاست کرده و کلیه اثرات پوشان قبلی بر روی آن را حذف می‌کنند. سپس آن را تا درجه

آلومینیم که دارای عناصر سنگین مانند کروم، نیکل یا آهن می باشند و احتمال رسوب آنها به صورت فازهای بین فلزی در کوره وجود دارد، از لوله های تغذیه کوتاه استفاده می شود. در این حالت معمولاً بعد از ریخته گری هر دو عدد قطعه، شمش با آنالیز کاملاً مشخص به کوره نگهدارنده اضافه می شود.

رابط لوله تغذیه (Spacer Tube)

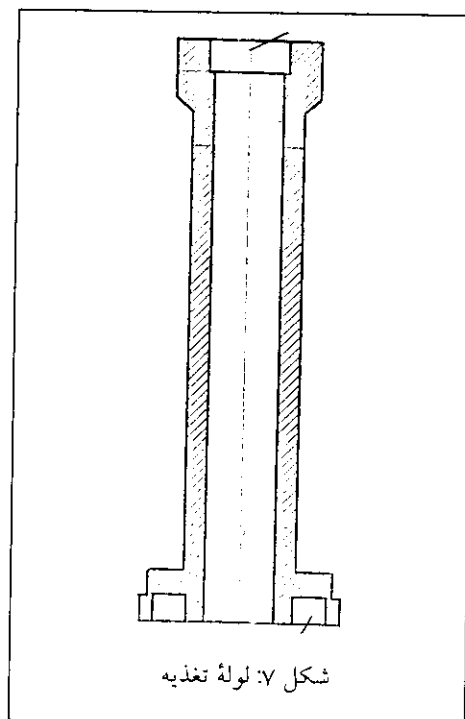
این رابط بین لوله تغذیه و قالب نصب شده و عمل انتقال مذاب از لوله تغذیه به قالب را انجام می دهد. این لوله معمولاً از چدن خاکستری ساخته می شود. به منظور جلوگیری از تماس مستقیم مذاب با لوله رابط، قسمت داخلی آن را توسط پوشان مناسب نظیر ۵۸ Ceramole و به روش غوطه وری یا برس پوشش می دهند. به منظور جلوگیری از انجماد مذاب در این لوله، آن را بطور دائم توسط مشعل یا المنتهای مقاومتری حرارت می دهند. درجه حرارت پیش گرم این رابط حدود ۷۰۰-۶۰۰ درجه سانتیگراد می باشد.

رابط لوله تغذیه باید مقاومت لازم در برابر تنشهای ترمو مکانیکی ناشی از آب بندی با لوله تغذیه و قالب را داشته باشد. نیروهای ناشی از این فرآیند و درجه حرارت بالا می توانند به تغییر شکل لوله منجر شوند. بسته به شرایط کاربرد، عمر متوسط این رابط ۲۰-۳۰ روز می باشد. عمل تمیز کاری و پوشان دهی مجدد آن معمولاً هر هفته یک بار انجام می شود.

طراحی و شکل رابط لوله تغذیه بستگی مستقیم به طراحی قالب دارد. چنانچه قالب دارای یک ورودی باشد، شکل آن به صورت یک لوله بوده و چنانچه قالب دارای دو یا سه ورودی

باشد شکل آن به صورت دو شاخه یا سه شاخه خواهد بود. نوع دو شاخه آن در شکل ۸ آورده شده است.

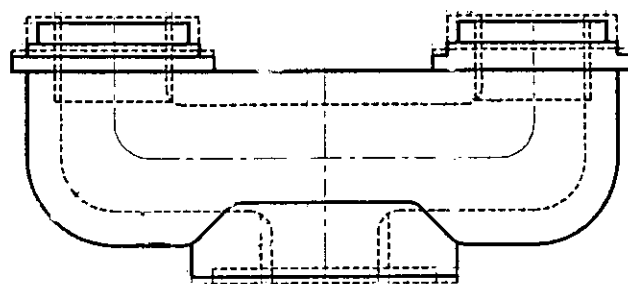
در ماشینهای جدید LP، به منظور کنترل بهتر فرآیند تولید سعی گردیده که عمل گرم کردن رابط لوله تغذیه توسط مشعل حذف شود. لذا در برخی ماشینها از سیستم المنتهای مقاومتری استفاده شده است. در برخی ماشینها، یک لوله سرامیکی که در بیرون آن یک عایق حرارتی اسفنجی شکل نیز قرار گرفته در



سرامیکی از جنس سیلیکون نیتراید (Si_3N_4) یا آلومینیم تیتانات ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiO}_2$) می سازند. تمایل مذاب برای خیس کردن لوله های سرامیکی بسیار کم است لذا این لوله ها نیاز به تمیز کاری چندانی ندارند. این لوله ها مقاومت به خستگی حرارتی بالایی داشته و نیازی به پوشان ندارند لذا در عمل تأثیر مثبتی بر فرآیند تولید خواهند گذارد. این لوله ها قیمت بالاتری داشته و مقاومت به ضربه پایینی دارند. لذا در حین نصب یا خارج سازی از کوره و انجام عملیات تمیز کاری، نیاز به مراقبت بالایی دارند. برای قرار دادن این لوله ها در کوره نیازی به پیش گرم کردن آنها نیست.

یک مسأله مهم در لوله های تغذیه، طول لوله است. این لوله ها معمولاً در دو نوع بلند و کوتاه ساخته می شوند. در اغلب دستگاههای LP از لوله های بلند استفاده می شود که فاصله انتهای لوله تغذیه با ته کوره حدود ۵-۷ سانتیمتر می باشد.

در ریخته گری آلیاژهائی که حساسیت زیادی به درصد عناصر آلیاژی داشته و این عناصر محدوده بسته ای دارند و بالا بودن زمان نگهداری مذاب و تلفات عناصر باعث خارج شدن آنها از محدوده مورد نظر می شود، یا در ریخته گری آلیاژهائی



شکل ۸: رابط لوله تغذیه از نوع دو شاخه

تا عایق بندی بهتری در سیستم بدست آید. برای این منظور از بوش سرامیکی از جنس سیلیکون نیتراید (Si_3N_4) یا آلومینیم تیتانات ($\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{TiO}_2$) استفاده می شود. از نقطه نظر عایق بندی، بوش سرامیکی عملکرد بهتری داشته و کاربرد آن در فرآیند تولید با اطمینان بیشتری همراه است. اگر تغییری در عملکرد سیستم خنک کننده به وجود آید و مذاب در این بوش منجمد شود راهی بجز تخریب بوش و تعویض آن نخواهد بود در حالی که بوش چدنی را می توان با استفاده از قلم و چکش در بسیاری از موارد باز کرد. لذا در صورت استفاده از بوش سرامیکی کنترل فرآیند تزریق و فرآیند خنک کردن و همچنین کنترل عملکرد اپراتورها به کمک سیستمهای OPC، SPC، FMEA و ... از اهمیت زیادی برخوردار است.

فیلتر گذاری

در ریخته گری قطعات حساس، خصوصاً قطعات اتومبیل نظیر سر سیلندر و رینگ چرخ، استفاده از فیلتر بسیار ضروری است. این عمل از ورود آخالهای جامد به محفظه قالب جلوگیری می کند.

در فرآیند LP معمولاً از دو نوع فیلتر استفاده می شود:

(۱) **فوم فیلتر:** این فیلتر از جنس اکسید آلومینیم (Al_2O_3) بوده و از نوع ۱۰ PPI می باشد. در صورتی که از لوله تغذیه بلند برای تزریق مذاب استفاده شود، این فیلتر در کف لوله نصب می شود که محل آن در شکل ۷ آورده شده است. در لوله تغذیه کوتاه، معمولاً این فیلتر در فصل مشترک لوله تغذیه با رابط لوله تغذیه نصب می شود.

قطر این فیلتر باید از قطر داخلی لوله تغذیه بیشتر و از قطر بیرونی آن کمتر باشد. برای نصب فیلتر در لوله تغذیه از گِل نسوز نظیر شاموت یا آلومینا استفاده شده و سپس خشک می شود. لوله تغذیه فیلتردار را می توان در یک یا دو شیفت مورد استفاده قرار دارد.

(۲) **فیلتر فلزی:** این فیلتر معمولاً از توری فولادی با مش ۱۰ PPI ساخته می شود و توسط اپراتور در بوش راهگاه نصب

داخل رابط لوله تغذیه نصب می شود که با این روش استفاده از مشعل بسیار کاهش یافته و در مواردی حذف می شود. با این حال کاربرد این روش فقط هنگامی مفید خواهد بود که فرآیند تولید بدون وقفه باشد. هر نوع وقفه در تولید خطر ناشی از انجماد مذاب در آن را افزایش می دهد.

برای آب بندی رابط لوله تغذیه با لوله تغذیه و قالب، از واشرهای نسوز یا آزیست استفاده می شود.

بوش راهگاه

راهگاه قالب نصب شده در ماشین LP می تواند مستقیماً در صفحه زیر بند قالب تعبیه شود. اما سایش و خوردگی صفحه زیر بند توسط مذاب موجب تخریب این صفحه شده و عملیات بازسازی آن مستلزم صرف زمان زیادی است. برای جلوگیری از این عیب و انجام تعمیرات سریع، معمولاً در راهگاه صفحه زیر بند و راهگاه قالب، از یک بوش استفاده می شود تا در صورت تخریب آن عملیات تعویض بسیار سریع انجام شود. این بوش ممکن است از چدن خاکستری یا سرامیک ساخته شود.

دستگاههای LP معمولاً دارای سیستم خنک کننده هواگرد (در بعضی موارد آب گرد) هستند که معمولاً در صفحه زیر بند جریان دارد. لذا چنانچه فرآیند تولید کنترل نشود، احتمال انجماد مذاب در این بوش افزایش می یابد لذا بوش راهگاه از جایگاه ویژه ای در فرآیند LP برخوردار است.

در ماشینهای جدید LP، از بوش سرامیکی استفاده می شود

می‌شود. با هر بار تزریق، این فیلترها در راهگاه ورودی قطعه قرار گرفته و به همراه آن از قالب خارج می‌شوند. در هر بار تزریق عمل فیلترگذاری باید مجدداً صورت پذیرد.

ترموکوپل

درجه حرارت مذاب در کوره نگهدارنده ماشین LP تأثیر فراوانی بر کیفیت و سیکل زمانی تولید دارد. دمای پایین مذاب، احتمال پر نشدن کامل قالب را افزایش داده و باعث ایجاد عیوبی نظیر سرد جوشی، انجماد مذاب در سیستم مذاب رسانی، رسوب فازهای سنگین و سایر عیوب خواهد شد. افزایش زیاد درجه حرارت مذاب، علاوه بر افزایش تلفات عناصر؛ عیوب انقباضی و جذب گاز را افزایش داده و عمر قالب و سیستم مذاب رسانی را کاهش خواهد داد. همچنین دمای بالای مذاب، سیکل تزریق و انجماد را افزایش داده و در نتیجه ضخامت لایه اکسید موجود بر سطح مذاب را افزایش می‌دهد، و نهایتاً کنترل درجه حرارت مذاب را مشکل‌تر می‌سازد.

عمل کنترل درجه حرارت مذاب توسط ترموکوپل صورت می‌گیرد. برای محافظت ترموکوپل در برابر مذاب، از غلافهای سرامیکی استفاده می‌شود. تجربیات نشان می‌دهند که غلافهای از جنس سیلیکون نیتراید بازدهی خوب و عمر نسبتاً بالاتری دارند.

قالب

طراحی و ساخت قالب LP یکی از مشکل‌ترین مراحل تولید قطعات است. جنس قالب به نوع آلیاژ و سقف تولید بستگی دارد. هنگامی که بالاترین سقف تولید مد نظر باشد، از فولادهای قالب گرم کار نظیر H11 یا H13 استفاده می‌شود. برای تولید با تعداد متوسط از فولادهای نیتروئید شونده و برای تولید با تعداد پایین‌تر از فولاد ساختمانی یا چدن خاکستری استفاده می‌شود. انتقال حرارت بالاتر چدن خاکستری یک مزیت محسوب می‌شود چرا که سرعت گرم کردن قالب و سرعت انجماد قطعه و در نهایت سرعت تولید را افزایش می‌دهد. طراحی قالب باید به گونه‌ای باشد که ضمن ایجاد انجماد

جهت دار در قطعه ریختگی، سرعت انجماد مناسبی داشته و حداقل نیاز به راهگاه گذاری را داشته باشد و قطعه‌ای سالم را به دست دهد. برای این منظور اغلب از سیستمهای هواگرد و در برخی موارد آب گرد استفاده می‌کنند. معمولاً این سیستمها در صفحه زیر بند تعبیه می‌شوند. به علت محدودیت فضا در ماشین LP، طراحی قالب باید به گونه‌ای باشد تا به تعداد قالب جانبی (Side Moulds) کمتری نیاز باشد. چنانچه در قسمتهایی از قالب سطح تماس قطعه با قالب زیاد و یکنواخت باشد، بروی سطح قالب شیارهایی ایجاد می‌کنند تا از کشیدگی یا نیامد مذاب در این مناطق جلوگیری شود.

سطح قالب باید توسط پوشان مناسب پوشش داده شود. این پوشان علاوه بر کنترل سرعت سرد شدن و جلوگیری از ایجاد ترک گرم در حین انجماد، از تماس مستقیم مذاب و قالب جلوگیری کرده و عمر قالب را افزایش می‌دهد. برای پوشش دادن قالب باید تمامی پوششهای قبلی بطور کامل حذف شوند. برای این منظور، پس از باز کردن قالب از روی ماشین LP و جدا سازی قسمتهای مختلف آن، ابتدا قالب تمیز کاری شده و تکه‌های آلومینیم چسبیده به آن جدا سازی می‌گردند. سپس قالب سند بلاست شده تا تمامی پوشانهای قبلی حذف شوند. پس از آن قالب تا دمای ۲۰۰-۱۸۰ درجه سانتیگراد پیش گرم شده و مجدداً سند بلاست گردیده و لایه اول پوشان به روش اسپری بر روی آن پاشیده می‌شود. بسته به نوع قطعه پوشانهای مختلفی برای این منظور می‌تواند به کار رود که یک نمونه آن Dycote ۱۴۰ شرکت فوسیکو می‌باشد. پس از این عمل هواکش‌های قالب که توسط پوشان مسدود گردیده‌اند باز شده و سپس با جا زدن هواکش‌ها، قالب آماده بستن بروی ماشین LP می‌شود. پس از بستن قالب، با پیش گرم کردن مجدد آن تا دمای ۳۰۰-۲۰۰ درجه سانتیگراد، عمل پوشان دهی مجدد آن توسط پوشان روان ساز و به روش اسپری کردن صورت می‌گیرد. این لایه پوشان به افزایش سیالیت مذاب در قالب و خروج راحت‌تر قطعه از قالب کمک می‌کند. برای این منظور پوشانهای متعددی استفاده می‌شود که یک نوع آن Dycote ۱۱ شرکت فوسیکو می‌باشد. در محلهای تیز قالب یا در محلهایی که تمرکز حرارتی

وجود دارد مانند ورودی مذاب از بوش راهگاه به قالب، علاوه بر پوشانهای فوق ممکن است از پوشان عایق دیگری نظیر ۶ Dycote شرکت فوسیکو برای بهبود مقاومت در برابر مذاب استفاده شود.

چنانچه پوشان اول (لایه آستری) تخریب نشود، کاربرد آن تا دو شیفت تولید بلامانع است. در صورت وقوع هر نوع تخریب باید محل آسیب دیده مجدداً پوشان داده شده و بازسازی شود.

لایه روان ساز را معمولاً پس از تولید هر یک، دو یا سه عدد قطعه، بر روی پوشان آستری اعمال می کنند و دفعات کاربرد آن به تشخیص اپراتور بستگی دارد.

سیستم تزریق

در یک ماشین LP، سیستم تزریق شامل تجهیزات تهیه هوای خشک، شیر ورودی و شیر خروجی هوا می باشد که توسط سیستمهای هوشمند کنترل می گردند. پس از آماده سازی قالب و بسته شدن آن ماشین LP برای تزریق مذاب به داخل قالب آماده می شود. فرآیند تزریق ممکن است از دو یا چند مرحله تشکیل گردد که بستگی مستقیم به نوع قطعه و تکنولوژی تولید آن دارد. بطور معمول فرآیند تزریق از سه مرحله تشکیل می گردد:

۱) تزریق اولیه

در این مرحله شیر ورودی هوا به داخل کوره باز شده و هوای خشک به داخل کوره تزریق می گردد. در مورد قطعات با ماهیچه های ماسه ای نظیر سرسیلندر، فشار این مرحله معمولاً در حدود ۰/۳ بار و زمان تزریق حدود ۳۵-۲۰ ثانیه تنظیم می گردد. در مورد قطعات بدون ماهیچه ماسه ای نظیر رینگ چرخ، این فشار در حدود ۰/۵ بار و زمان آن حدود ۳۰-۲۰ ثانیه می باشد.

۲) مرحله انجماد

در این مرحله با افزایش فشار داخل کوره، مذاب رسانی کامل به تمام قسمتهای قالب و نیز جبران انقباض ناشی از انجماد و جلوگیری از بوجود آمدن مکهای انقباضی دنبال

می شود. در قالبهای با ماهیچه ماسه ای فشار این مرحله در حدود ۰/۶ بار و زمان نگهداری فشار در این مقدار ۴-۲ دقیقه می باشد. در قالبهای بدون ماهیچه این فشار در حدود ۰/۹-۰/۸ بار و زمان نگهداری در این فشار ۴-۲ دقیقه می باشد.

۳) مرحله حذف فشار

در این مرحله شیر خروجی عمل کرده و هوای موجود در داخل کوره تخلیه می گردد و دیگر هوایی بداخل قالب تزریق نمی شود. با حذف فشار، مذاب موجود در لوله رابط و لوله تغذیه به کوره باز می گردد. در این مرحله به قطعه ریختگی فرصت داده می شود تا درجه حرارت آن به حدود ۴۰۰-۳۵۰ درجه سانتیگراد کاهش یابد. چنانچه قطعه در دمائی بالاتر از این مقدار از قالب خارج شود، امکان تاب برداشتن یا ترک برداشتن آن افزایش می یابد.

در اینجا تاکید می شود که تنظیم متغیرها در فرآیند تزریق و همچنین تعیین مراحل تزریق و سیکلهای فشار و خنک کردن به نوع قطعه، جنس و ابعاد آن، وزن و تکنولوژی تولید قطعه بستگی داشته و هر قطعه با هر دستگاه از سیستم خاص خود تبعیت می کند.

اخیراً ماشینهای جدیدی ساخته شده که برای تزریق مذاب به داخل قالب از گاز خنثی نظیر نیتروژن، جایگاه ویژه ای در فرآیند LP برخوردار است. آرگون یا مخلوط هوا و هگزامتیلن سولفور (SF₆) استفاده می کنند. این ماشینها معمولاً برای ریخته گری منیزیم و آلیاژهای آن بکار می روند.

کاربرد ماهیچه ماسه ای

یکی از مزایای روش LP امکان استفاده از ماهیچه های ماسه ای برای ریخته گری قطعات پیچیده نظیر سرسیلندر است. ماهیچه هایی که به روش جعبه سرد تولید می شوند در این روش به کار برده نمی شوند زیرا استحکام پایینی داشته و توانایی مقاومت در برابر فشار مذاب ورودی و فشار انجماد را ندارند. ماهیچه های تهیه شده به روش دی اکسیدکربن - سیلیکات

6. D.R. Gunasegaram et. al. AFS Trans. 1997, P.551-556
7. J.H. Lefebvre, Diecasting Bulletin No. 40, June 1982, P.13-22
8. T.T. Nguyen et. al. AFS Trans. 1997, P.833-841
9. Catalogues of Piume Corporation.

سدیم نیز به علت قابلیت خردشوندگی پایین در این روش بکار برده نمی شوند.

ماهیه‌هایی که به روش جعبه گرم و یا پوسته‌ای تهیه می شوند را می توان در این روش مورد استفاده قرار داد که در این میان ماهیه‌های پوسته‌ای (Shell Cores) به علت قابلیت خردشوندگی خوب، بیشتر ترجیح داده می شوند. این ماهیه‌ها معمولاً دارای عدد ریزی ۵۰-۶۰ AFS می باشند. به علت حساسیت روش LP به گاز خروجی از ماهیه‌ها در حین تولید، لازم است که عملیات پخت ماهیه‌ها قبل از کاربرد آنها انجام شود. معمولاً این ماهیه‌ها را به مدت یک ساعت در درجه حرارت ۱۷۰ - ۱۵۰ درجه سانتیگراد حرارت می دهند تا عملیات پخت آنها تکمیل گردیده و از خروج گاز در حین تولید جلوگیری شود با این عملیات پخت معمولاً رنگ ماهیه‌ها به صورت قهوه‌ای شکلاتی درمی آید.

پوشش دادن ماهیه‌ها بستگی مستقیمی به نوع قطعه و محل کاربرد ماهیه‌ها دارد. در صورت نیاز به پوشش باید از پوشان یا پوشانهای مناسب استفاده گردد. معمولاً قسمتی از ماهیه‌ها که در تماس با مناطق با ضخامت بالا یا مناطق با تمرکز حرارتی است، پوشش داده می شود.

ماهیه‌ها باید دارای فشردگی مناسب باشد. کنترل وزن ماهیه‌ها می تواند روش مناسبی در کنترل فشردگی آن باشد. در صورت عدم وجود فشردگی مناسب، قطعات ریخته‌گری با مشکل نفوذ مذاب به داخل ماهیه‌ها مواجه خواهند بود که در بعضی از قطعات می تواند به ضایع شدن قطعه منجر شود. نمونه‌ای از این مشکل در کانال آب سرسیلندرهای تولیدی به روش LP دیده می شود.

منابع و مراجع

1. S. Morimoto et. al. AFS Trans. 1987, P.39-46
2. L. Hofmann SAE Intl. Congress, Detroit, 1990
3. K. Nyamekye et. al. AFS Trans. 1994, P.869-876
4. J. Dillingham et. al. AFS Trans. 1996, P.1097-1102
5. M. Giannos et. al. Proc. Intl. Ceramics Conf, Australia,

دوره‌های آموزشی جامعه ریخته‌گران ایران پاییز ۱۳۸۰

« مفاهیم نو در ریخته‌گری »

مدرس: دکتر مهدی دیواندری

تاریخ برگزاری: ۲۴ و ۲۵ مهرماه ۱۳۸۰

هزینه: اعضا: ۴۰۰/۰۰۰ ریال ، غیر اعضا: ۵۰۰/۰۰۰ ریال

« مبانی عملیات حرارتی آلیاژهای ریختگی آلومینیم »

مدرس: مهندس نجم‌الدین عرب

تاریخ برگزاری: ۷ آبان‌ماه ۱۳۸۰

هزینه: اعضا: ۲۵۰/۰۰۰ ریال ، غیر اعضا: ۳۵۰/۰۰۰ ریال

« شناسایی و کاربرد فولادها با استفاده از کلید

فولاد و نرم افزارهای مربوطه »

مدرس: مهندس سعید سعیدی‌نیا

تاریخ برگزاری: ۱۵ آبان‌ماه ۱۳۸۰

هزینه: اعضا: ۲۵۰/۰۰۰ ریال ، غیر اعضا: ۳۵۰/۰۰۰ ریال

« کنترل فرآیند آماری ویژه واحدهای ریخته‌گری »

مدرس: مهندس یحیی جعفریان

تاریخ برگزاری: ۲۱ و ۲۲ آبان‌ماه ۱۳۸۰

هزینه: اعضا: ۴۰۰/۰۰۰ ریال ، غیر اعضا: ۵۰۰/۰۰۰ ریال

جهت کسب اطلاعات بیشتر و ثبت‌نام دوره‌های آموزشی با تلفن ۸۸۲۴۹۲۷ - ۸۸۲۷۲۰۲ تماس حاصل فرمایید.