

ریخته گری یکی از روشهای شکل دادن قطعات فلزی است که شامل تهیه مذاب از فلز مرد نظر و ریختن آن در محفظه ای بنام قالب است، به گونه ای که پس از انجماد مذاب، شکل، اندازه و خواص مورد نظر تامین شود. بنابراین با توجه به این تعریف یک فرآیند ریخته گری را باید مجموعه ای از عملیات ذوب، تهیه قالب و ریختن مذاب دانست بطور کلی مراحل ریخته گری یک قطعه فلزی به طور ساده در ذیل نشان داده شده است.

تاریخچه ریخته گری

براساس تحقیقات باستان شناسان، ریخته گری فلزات، یک تکنولوژی ماقبل تاریخ بوده و قدمتی شش هزار ساله دارد.

اولین اشیای ساخته شده از فلزات بصورت قطعات کوچک چکش کاری شده از مس هستند که قدمت آنها به هزار سال قبل از میلاد مسیح می رسد.

از نقطه نظر تاریخی، ریخته گری را می توان به چند دوره تقسیم نمود که در اینجا بشرح آنها به اختصار می پردازیم.

دوره برنز (مس و مفرغ)

این دوره در خاور نزدیک و در حدود 3000 سال قبل از میلاد مسیح آغاز شده اولین اشیای برنزی کشف شده بصورت آلیاژی از مس و آرسنیک (حدود 4 درصد) بوده است.

موضوع مهم در این دوره، پی بردن به تاثیر قلع بر خواص مس است که باعث افزایش استحکام و سختی آن می شود. این موضوع هنوز در پرده ای از ابهام است. زیرا نه سنگ معدن مس حاوی قلع بوده و نه اینکه معدن مس و قلع نزدیک هم قرار دارد که آلیاژ شدن آنها بطور اتفاقی امکان پذیر باشد.

در ارتباط با چگونگی پیدایش ریخته گری، میتوان اینگونه تحلیل کرد که با توجه به اینکه پتک کاری قبل از ریخته گری مورد استفاده بشر قرار گرفته است، ممکن است در هنگام تپک کاری عمل ذوب بطور اتفاقی صورت گرفته باشد که با مشاهده این امر موارد ذیل در ذهن بشر القا شده است:

- مذاب باید در محفظه ای ریخته شود تا شکل پیدا کند.

- برای تهیه مذاب باید کوره های تپک کاری بگونه ای تغییر یابد که همواره تهیه مذاب در آن امکان پذیر باشد.

- برای تهیه مذاب و نگه داری آن باید ظرفی نسوز تهیه کرد (بوتله)

با توجه با اینکه بشر قبلاً به نسوز بودن بعضی از خاکها پی برده و نیز به دلیل آشنایی با حرفه سفالگری، به نحوه شکل دادن خاک نیز دست یافته بود، لذا به نیازهای اول و سوم او پاسخ داده شد. نیاز دوم یعنی ساخت کوره های ذوب نیز احتمالاً با سنگ چین و گل اندود نمودن و قرار دادن محلی برای عبور هوا برآورده شد.

از مسائل مهم در این ارتباط موضوع و مش بود که این امر به تبدیل سیستم دم از حالت فوت کردن به استفاده از کسبه دم و سپس به موتورهای تنظیم هوا و فشار مناسب که امروزه کاربرد فراوانی دارد منتهی شد.

دوره آهن

براساس کاوش باستان شناسان در چین قطعاتی چون مربوط به 600 سال قبل از میلاد مسیح بدست آمده است اما پیدایش آهن به عنوان یک دوره به دو هزار سال قبل از میلاد مسیح می رسد.

نام آهن در زبان پهلوی به عنوان آلیسن در زبان آلمانی آیزن و در انگلیسی آیرن نامیده می شود و احتمالاً در هنگام ذوب مس به آن پی بردند.

در هر حال در حدود 1200 - 1000 سال قبل از میلاد آهن تقریباً ماده اصلی اغلب سلولها و ابزارها را تشکیل می داد.

دوره تاریک صنعتی

در سده های سوم و چهارم بعد از میلاد تا قرن چهاردهم میلادی یک دوره رکود در صنایع و از جمله ریخته گری بوجود آمد.

البته، با توجه به حاکمیت کلیسا و تزئینات آن نظیر ناقوس و شمعدانی روشهای جدیدی در ریخته گری ابداع شد. (قالب گیری با فرمان)

این دوره از سال 1500 میلادی تا 1700 میلادی بطول انجامید. در این دوره صنعت توپ ریزی بنا نهاده شد. ابتدا لوله هیا توپ از برنز و سپس از چدن ساخته شد.

در این دوره علاوه بر تکامل کوره ها و سیستمهای دمشی، از نظر مواد اولیه باید آغاز استفاده از ماسه و روش قالبگیری در ماسه محسوب کرد.

ظهور چدن و فولاد به عنوان مواد اولیه در ساخت قطعات و لوازم دفاعی و خانگی و همچنین استفاده از آلیاژ های متفاوت مس نظیر برنز و برنج و عناصر دیگر و استفاده از طلا در ساخت زینت آلات و قطعات تزئینی از مظاهر دیگر این دوره است.

در این دوره متالورژی به عنوان یک علم مستقل، پیشرفت کرد و نظریه ساختاری بطوری فلزات و سایر مواد توسط هارلکویکر (Hartsoeker) فرانسوی اعلام شد.

دوره انقلاب صنعتی

یکی از تعریف انقلاب صنعتی این است که حداقل 50 درصد تولید هر ماه از خانه یا کارگاههای کوچک به کارخانه منتقل شد.

انگلستان سال 1750 را آغاز انقلاب صنعتی می داند و علت آن را استفاد از کک بجای زغال چوب بیان می کنند.

اولین کوره همراه با سوخت کک در سال 1709 میلادی آغاز بکار کرد. آبراهام دارابی در سال 1777 اولین کوره بلند خود را برای ذوب و احیای سنگ معدن آهن بکار انداخت.

علاوه بر نوع کوره، روش و استفاده از دهنده های بهتر (استفاده از دمنده هایی که با موتور بخار کار می کردند)، اطلاعات کافی از وجود واکنش های گرمازا میان هوا و سوخت را باید از عوامل اصلی دیگر در تحول و تکامل ریخته گری محسوب کرد.

در تهیه قطعات صنعتی هر چند ریخته گری به دلیل ویژگی های آن از نقطه نظر تکنولوژی و جنبه های اقتصادی به عنوان یک روش مهم و اساسی مطرح است، با این وجود برای بدست آوردن شناختی واقعی و همه جانبه، لازم است تا ویژگیهایی این روش در کنار سایر روشهای موجود در تولید قطعات مورد بررسی و اندیابی قرار گیرد.

بطور کلی روشهای اصلی شکل دادن فلزات را علاوه بر ریخته گری به چهار گروه عملیات مکانیکی، اتصالی، ماشینکاری و متالوژی پودر تقسیم می نمایند.

اکستروژن

در هر حال، نقطه شروع در تولید یک قطعه از طریق هر یک از روشهای ذکر شده تهیه ماده اولیه یعنی شمش فلز مورد نظر از طریق ریخته گری است.

قابل ذکر است که این روش تنها به فلزاتی اختصاص دارد که دارای قابلیت شکل پذیری باشند. بعنوان مثال بسیاری از موارد صنعتی و بخصوص چدننها که قسمت اعظم مواد اولیه و آلیاژ های صنعتی را تامین می کنند. از طریق مکانیکی امکان شکل پذیری ندارند (بخشی از انواع آن) محصولات نهایی تولید شده در این روشها، شکلهای اولیه یا نیمه تمام استاندارد شده از قبیل ورق، صفحه، مفتول، سیم، پروفیل و لوله و ... است.

محدودیت ها و مزایا

- روشهای نورد و اکستروژن فقط برای مقاطع یکنواخت و ساده باطری زیاد استفاده می شود.
- روش آهنگری از نظر سطوح و سوراخ های داخلی محدودیت دارد
- هزینه تجهیزات بالاست.
- خواص مکانیکی در قطعات تولیدی به روشهای مکانیکی بالاتر از قطعات ریخته گری شده است.

این روش عبارتست از تولید قطعات از طریق براده برداری (جدا سازی) از روی اجزایی یا اشکال ساده یا غیر دقیق، با استفاده از ماشینهای ابزار (تراشکاری، فرزکاری، سوراخکاری، اسپارک و ...)

هر چند در این روش اغلب اوقات شکل قطعات ساده بطور کامل از براده برداری فلز از روی قطعات ساده بدست می آید، با این وجود ماشینکاری یک روش تمام کننده به منظور بالا بردن دقت ابعادی قطعات ساخته شده به روشهای دیگر در صنعت کاربرد فراوانی دارد.

صنعت ماشینکاری علی رغم در اختیار داشتن انواع ماشین آلات و دستگاههای متعدد و پیچیده که کاربرد آن نیازمند مهارت بالایی است. صنعت جدیدی است که در هر حال بعد از ریخته گری و آهنگری قرار می گیرد. چرا که بدون ماشینکاری، صنایع دیگر همچون ریخته گری و ماشین سازی از دقت برخوردار نبوده و شاید قسمت اعظم دستگاهها قادر به کارکردن هم نباشند ولی بدون وجود صنایع ریخته گری و آهنگری امکان ساخت هیچ ماشین و یا وسیله ای وجود ندارد.

روش متالورژی پودر Powder Metallurgy

متالورژی پودر یکی از روشهای شکل دادن فلزات است که در آن شکل، اندازه و خواص مورد نظر، در اثر تراکم کردن پودر فلزی و سپس تف جوشی (زینتر کردن) آن (ذوب سطحی) در درجه حرارتهای بالا حاصل می شود.

هر چند که این روش از نظر قدمت از قدمتی زیادی برخوردار است ولی بعنوان یک روش تولید در مقیاس تجاری، یکی از جدیدترین روشهاست.

امروزه پیشرفت و توسعه فراوانی در زمینه متالورژی پودر حاصل شده است و این روش طیف وسیعی از صنعت جدید را تحت پوشش خود قرار داده است که برخی از این موارد بدین شرح است.

- ساخت ابزارهای برش و تراش برای کارهایی که میزان سایش در آنها بالاست.
- ساخت قطعات با نقطه ذوب بسیار بالا میتوان شامل فیلامان تنگستنی لامپهای روشنایی
- ساخت قطعات اتومبیل و ماشینهای کشاورزی

- ساخت قطعات مربوط به لوازم خانگی، به عنوان مثال ماشین لباسشویی، کمپرسور یخچال و کولر

- بکارگیری عناصر آلیاژ نشدنی و مخلوط های فلزی و غیرفلزی مثل Sic ,c, fe, pb, CM, Fe, pb+ cu-G

- صرفه جوئی در مصرف مواد و کاهش دور ریز

مهمترین مزایای روش ریخته گری

پاره ای از مزایا به عنوان یک ویژگی ذاتی، در فرآیند ریخته گری مطرح هستند. این ویژگیها در مواردی خاص، عامل اصلی در انتخاب روش ریخته گری به عنوان یک روش برتر، نسبت به سایر روشهای شکل دادن بشمار می روند، در هر حال برخی از مزایای این روش:

- امکان ساخت (عدم محدودیت شکل (داخلی و خارجی))

اجسامی که دارای شکل های پیچیده داخلی و خارجی هستند، فقط از طریق ریخته گری تولید می شوند. در نتیجه بسیاری از عملیات دیگر از قبیل ماشینکاری، آهنگری و جوشکاری، که در ساخت قطعاتی نظیر سیلندرها، توربینها، پمپها و نظایر آنها از محدودیت های فراوانی برخوردارند، کاهش یافته و یا از بین می روند.

- طبیعت فلز

برخی از فلزات بنا بر طبیعت متالورژیکی، تنها به روش ریخته گری شکل می گیرند و عملیات مکانیکی از قبیل نورد و آهنگری را نمی پذیرند. چدنها نمونه بارز این قبیل مواد هستند.

- سهولت و سرعت تولید (کاهش اتلاف و همچنین کاهش زمان ساخت)

- امکان تولید قطعات بسیار بزرگ و بسیار کوچک (عدم محدودیت ابعاد و وزن قطعات)

- امکان ایجاد خواص مکانیکی لازم، از طریق کنترل ترکیب شیمیایی آلیاژ و یا سرعت سرد کردن آنها. (امکان آلیاژ سازی وجود دارد)

- با توجه به سرعت تولید و هزینه های تمام شده از نظر اقتصادی، قطعات ساخته شده به روش ریخته گری نسبت به سایر روشها مقرون به صرفه تر هستند.

- از نظر تعداد قطعه محدودیت وجود ندارد.





• یکپارچه ساخته شدن قطعات

مهمترین محدودیت های روش ریخته گری

علی رغم مزایایی زیادی که به آنها اشاره شده تولید قطعات به این روش از محدودیت هایی نیز برخوردار است که برخی از آنها عبارتند از:

1. کافی نبودن دقت: هر چند میزان دقت ابعاد و سطوح در روشهای مختلف ریخته گری متفاوت است و با پیشرفت روزافزون این صنعت روشهای ابداع شده است که محصول تولیدی آنها از دقت ابعاد و سطوح بسیار بالایی برخوردار است (روش ریخته گری دقیق). با این وجود در یک نگرش کلی به طبیعت این فرآیند کافی نبودن دقت ابعادی در این روش در مقایسه با روش همچون ماشینکاری به خوبی استنباط می شود.

2. غیر یکنواختی در خواص مکانیکی : عدم یکنواختی در سرعت سرد شدن قطعات ریختگی که از طبیعت این فرآیند ناشی می شود بغیر یکنواختی ساختار درونی و خواص مکانیکی قطعه منتهی می شود.

3. آلودگی محیط روش ریخته گری، بیش از سایر روشهای تولید می باشد.

4. برای فلزات فعال روش های ویژه نیاز دارد.

محصولات ریخته گری

صنعت ریخته گری از نظر تولیدی به دو دسته اصلی تقسیم می شود که عبارتند از:

1. ریخته گری شمش (شمش ریزی) Ingot Casting

2. ریخته گری قطعه (شکل ریزی) Shope Casting

همانطور که قبلاً اشاره شد، شمشها محصولات نیمه تعامی هستند که یا به منظور استفاده در ریخته گری (ذوب مجدد) تولید می شوند و یا اینکه برای تهیه قطعات صنعتی از طریق یکی از روشهای متداول شکل دادن مکانیکی مورد استفاده قرار می گیرند.

صنعت ریخته گری از نظر فلز مصرفی به دو دسته تقسی بندی می شود:



- ریخته گری فلزات آهن

- ریخته گری فلزات غیر آهنی

همچنین از نظر نوع قالب می توان این چنین تقسیم بندی نمود.

- ریخته گری در قالبهای موقت

- ریخته گری در قالبهای دائمی

تقسیم بندی کارگاه ریخته گری (Cast home Foundry) از نظر نوع آلیاژ مصرفی

- آلیاژهای آهنی، چدن ریزی، فولاد ریزی

- آلیاژهای غیر آهنی / رنگی، آلومینیوم ریزی، برنج ریزی و...

از نظر روش ریخته گری / قالب گیری

الف- ریخته گری در قالبهای موقت

- ریخته گری در ماسه

- ریخته گری دقیق

ب- ریخته گری در قالبهای دائمی

- ریخته گری تحت فشار

- ریخته گری گریز از مرکز

از نظر وزن:

- کارگاههایی که قطعات کوچک ریخته گری می کنند (برای آلیاژهای آهنی کمتر از 100kg)

- کارگاههایی که قطعات متوسط ریخته گری می کنند(100-500kg)

- کارگاههایی که قطعات بزرگ ریخته گری می کنند(500- 3000 kg)

- کارگاههایی که قطعات خیلی بزرگ ریخته گری می کنند(> 3000kg)

قابلیت شکل پذیری

هر چند در ساخت قالب، نحوه شکل دادن به یک مخلوط قالبگیری با توجه به ماهیت این مواد متفاوت است، با این وجود دارا بودن قابلیت شکل پذیری و حفظ نمودن آن، به عنوان مهمترین ویژگی مواد قالب گیری در تمام روشها مطرح می باشد.

در میان مواد قالبگیری مورد استفاده در ساخت قالبهای موقت ماسه قالبگیری به دلیل برخورداری از سهولت شکل پذیری در اثر کوبیدن به عنوان قدیمی ترین روش قالبگیری بخش مهمی از فرآیند ریخته گری را به خود اختصاص داده است.

دیر گذاری

با توجه به اینکه مذاب فلزات مختلف از درجه حرارت ریختن تا انجماد کامل در داخل محفظه قالب و در تماس مستقیم با مواد قالب قرار دارند لذا دیرگذاری یا نسوز بودن این مواد جهت تولید قطعه ای سالم امری لازم و ضروری است قابل ذکر اینکه این دیر گذاری هم ذرات ماسه و هم مواد چسب را شامل می شود.



تدوین: آقای مهندس ایمان مصلحی آقای مهندس رضا موسلو