ایران عرضه
فروشگاه کالاهای دانلودی
IRANARZE.IR

IranArze.ir
@iranarze
@iranarze

تعداد صفحات
۵۹

آخرین بروزرسانی
۲۴ اسفند ۱۴۰۳

جزوه خلاصه

قالب گیری و آلیاژسازی
پایه دوازدهم کد ۲۱۲۵۳۳

- ویژه آزمون استخدامی آموزش و پرورش
- پوشش دهی مباحث مهم و پرکاربرد به زبان ساده و روان
- شامل خلاصه و نکات با قابلیت مطالعه در کمترین زمان ممکن.

انتشار یا استفاده غیر تجاری از این جزوه، بدون حذف لوگوی ایران عرضه "مجاز" می باشد

لینک های مفید آزمون استخدامی آموزش و پرورش

خرید سوالات هنرآموز متالورژی	**جزوات خلاصه عمومی و اختصاصی آزمون**
خرید گلچین سوالات عمومی و اختصاصی آزمون	**خرید پکیج سوالات عمومی و اختصاصی آزمون**
منابع عمومی و اختصاصی آزمون	**منابع تخصصی آزمون**
اخبار آزمون	**شبکه های اجتماعی ایران عرضه** (فایل های رایگان + تخفیفات هفتگی + اخبار)
(برای مشاهده هر بخش روی آن بزنید **)**	

فهرست مطالب

- فصل اول: خلاصه قالب گیری و آلیاژسازی پایه دوازدهم کد ۲۱۲۵۳۳ تالیف ایران عرضه - {صفحه ۴}
- فصل دوم: نکات مهم قالب گیری و آلیاژسازی پایه دوازدهم کد ۲۱۲۵۳۳ تالیف ایران عرضه- {صفحه ۵۷}

IRANARZE.IR
فروشگاه کالاهای دانلودی

❖ فصل اول: خلاصه قالب گیری و آلیاژسازی پایه دوازدهم کد ۲۱۲۵۳۳ تالیف ایران عرضه

پودمان اول: آلیاژسازی آلومینیوم

آلومینیوم

مقدمه

آلیاژهای مهندسی جزء مهمی از اقتصاد نوین صنعتی را تشکیل میدهند، از این‌رو شناخت این مواد به خصوص برای بسیاری از مهندسان امری لازم است. در این میان فلزات سبک در سالهای اخیر، کاربردهای زیادی در تمامی زمینه های مهندسی پیدا کرده اند. دلیل این امر همانطور که از اسم این فلزات مشخص است، وزن کم آنها در مقایسه با فلزات سنگین مثل آهن است. فلزاتی که جرم حجمی آنها کمتر از ۵ کیلوگرم بر دسی متر مکعب باشد، فلزات سبک نامیده میشوند. آلومینیوم یکی از فلزات سبکی است که کاربرد زیادی را در صنعت به خود اختصاص داده است. به طور کلی کاربرد آلومینیوم در پنج حوزه فعالیتی: ساختمانی، مخازن و بسته بندی، حمل ونقل، هادی های برق، ماشین سازی و تجهیزات تقسیم میگردد. آلیاژهای آلومینیوم به دو دسته آلیاژهای ریختگی و آلیاژهای کارپذیر تقسیم‌بندی میشوند.

استخراج آلومینیوم

آلومینیوم از سنگ معدنی به نام بوکسیت که معمولا حاوی ۶۰ _۴۰ درصد آلومینای هیدراته به همراه ناخالصی هایی مانند آهن اکسید، سیلیس و تیتانیم است تهیه میشود.

متداولترین روش در تولید آلومینیوم فرایند بایر است در این روش بوکسیت خرد شده با سدیم هیدروکسید گرم حل میشود تا مطابق واکنش زیر آلومینیوم سنگ معدن به سدیم آلومینات تبدیل شود.

$$Al_2O_3 + 2NaOH \rightarrow 2NaAlO_2 + H_2O \qquad (160_170^\circ C)$$

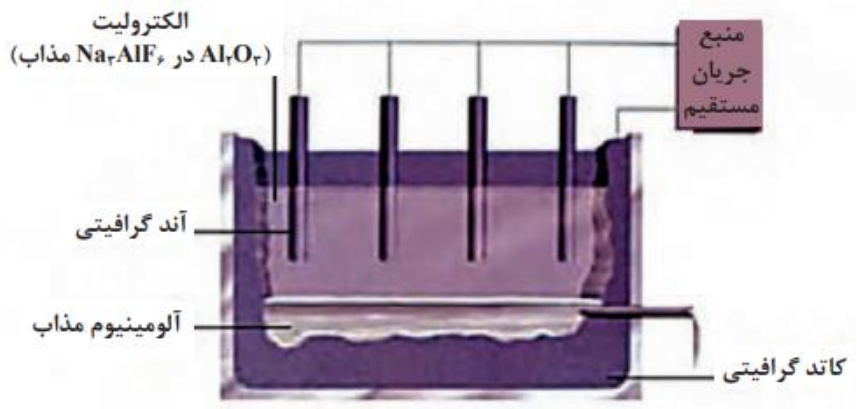
پس از جدا کردن مواد باقیمانده نامحلول، که شامل فریک اکسید و سیلیس است، سدیم آلومینات آهسته تا دمای ۲۵ تا ۳۵ درجه سلسیوس سرد میشود تا آلومینیوم هیدروکسید {$Al(OH)_3$} مطابق واکنش زیر رسوب کند.

$$NaAlO_2 + 2H_2O \rightarrow Al(OH)_3 + NaOH$$

سپس$Al(OH)_3$ تغلیظ و شسته میشود و برای ایجاد آلومینیوم اکسید (Al_2O_3) در ۱۱۰۰ درجه سیلسیوس خشک میشود. آلومینیوم اکسید در حمام مذاب کریولیت (Na_3AlF_6) حل میشود و در سلول الکترولیزی، با آند و کاتد کربنی بهصورت

الکتریکی تجزیه میشود. در فرایند الکترولیز (فرایند هال) آلومینیوم مذاب به طرف کاتد کربنی میرود و چون وزن مخصوص آن زیاد است در کف حمام الکترولیتی جمع میشود.

به هنگام تجزیه، اکسیژن در آند آزاد میشود و پس از ترکیب با کربن به صورت CO یا CO۲ در میآید. آلومینیوم مذاب از سلول برداشته شده و در حالت مذاب گاززدایی و اکسیژن زدایی میشود. آلومینیومی که از سلول به دست میآید معمولا ۹۹/۵ تا ۹۹/۹ درصد خلوص دارد و ناخالصیهای اصلی آن معمولا آهن و سیلیسیم است. معمولا برای تولید یک تن آلومینیوم به ۳/۵ تا ٤ تن بوکسیت نیاز است. علاوه بر بوکسیت مقادیر قابل توجهی از سایر مواد از جمله حدود ۰/۳ تن سوخت و ۰/٤٥ تن کربن نیز برای این امر استفاده میشود.



کاربردهای آلومینیوم

آلومینیوم پس از آلیاژهای آهنی بیشترین مصرف صنعتی را در بازارهای جهانی دارد .

مهمترین کاربردهای آلومینیوم در صنایع خودرو، هوا فضا، ، بسته بندی، الکتریکی، ساختمان و مصارف خانگی است.

توسعه سریع آلومینیوم مربوط به خواص منحصر به فردی است که از آن به عنوان یکی از بهترین مواد مهندسی و سازهای یاد میشود. آلومینیوم جزء فلزات سبک است (بعد از منیزیم سبک ترین فلز صنعتی است) ولی استحکام بعضی از آلیاژهای آن از فولاد ساختمانی هم بیشتر است. علاوه بر هدایت الکتریکی و گرمایی خوب، منعکس کننده مناسبی برای نور و گرماست. همچنین مقاومت به خوردگی زیادی دارد و میتواند به هر شکلی ریخته گری شود.

قطعات آلومینیومی یا از طریق ریخته گیری تولید میشوند (آلیاژهای ریختگی) و یا بعد از ریخته گری به صورت شمش از طریق نورد و یا اکستروژن ساخته میشوند (آلیاژهای کارپذیر).

ریخته گری آلیاژهای آلومینیوم

آلومینیوم یکی از انعطاف پذیرترین فلزات از نظر تولید قطعات در میان آلیاژهای ریخته گری است. سبکی آلومینیوم عملیات ریخته گری را تسهیل و نیاز به مکانیزه کردن را کاهش میدهد. نقطه ذوب پایین آن (٦٦٠ درجه سلسیوس)، مشکلات مربوط به ذوب، انتخاب مواد قالب و سوختن ماسه در قالب های ماسه ای (ماسه سوزی) را به حداقل میرساند. اما باید در هر صورت دقت لازم را داشت تا مذاب آلومینیوم عاری از گاز و اکسید باشد.

از طرف دیگر دامنه انجماد اکثر آلیاژهای آلومینیوم زیاد است و از اینرو انقباض حجمی زیادی در فاصله انجماد دارند. بنابراین باید در طراحی قطعه، قالب، سیستم راهگاهی و اندازه تغذیه دقت کرد.

آلیاژهای آلومینیوم با کلیه روشهای مختلف ریخته گری شامل قالبهای موقت (ماسه ای، پوسته ای، سرامیکی و گچی) و قالب های دائم (ریژه و تحت فشار) قابلیت ریخته گری دارند. از میان روشهای فوق ریخته گری در قالبهای ماسه ای، تحت فشار و ریژه بیشترین کاربرد را دارند.

قالبهای ماسه ای

ریخته گری در ماسه، قدیمی ترین و معمولی ترین روش مورد استفاده برای ریخته گری آلومینیوم است.

این روش برای تولید درتعداد کم یا برای ساختن قطعات با طرح های پیچیده مورد استفاده قرار میگیرد. سطوح صاف قطعات ریختگی کوچک را میتوان با استفاده از ماسه دانه ریز به دست آورد، هر چند ماسه دانه درشت تر برای قطعات ریختگی بزرگ مناسبتر است. ماسه دانه درشت موجب تسهیل در خروج گازها از قالب میشود در نتیجه قطعات سالم تری به دست می‌آید.

در ریخته گری آلیاژهای آلومینیوم از ماسه های طبیعی (لاد) و انواع ماسه های مصنوعی مثل سیلیسی میتوان استفاده کرد. ماسه های طبیعی با مقدار چسب ۱۲ تا ۱۸ درصد (خاک رس) و ماسه ای مصنوعی با ۴ تا ۵ درصد چسب (بنتونیت) بیشتر به کار میروند.

به دلیل نقطه ذوب پایین آلومینیوم، قالبهای ماسه ای دچار ماسه سوزی و فعل و انفعالات شدید بین مذاب و قالب نمیشوند از اینرو در این قالبها هیچگونه مواد پوششی به کار نمیرود و فقط در مورد آلیاژهای آلومینیوم ـ منیزیم برای جلوگیری از فعل و انفعالات با رطوبت و تولید گاز و همچنین عدم چسبندگی ماسه به قطعه از مواد پوششی (پودر تالک مخلوط با چسب سدیم سیلیکات یا بنتونیت با آب، پودر سیلیکون همراه با چسب بنتونیت) استفاده میشود.

ماهیچه های ماسه ای

هدف از به کار بردن ماهیچه ایجاد یک قسمت توخالی در قطعه ریختگی است معمولی ترین نوع ماهیچه مورد استفاده برای قطعات ریختگی آلومینیوم مخلوطی از ماسه های سیلیسی، مواد چسبنده و آب است. مواد چسبنده مورد استفاده

شامل چسبهای روغنی، رزینهای فنلی، سدیم سیلیکات است که باید گاز بسیار کمی تولید کنند و علاوه بر ایجاد سطح صاف از ایجاد تخلخل جلوگیری کنند.

قالبهای دائمی

به دلیل نقطه ذوب نسبتاً پایین آلیاژهای آلومینیوم میتوان آنها را در قالبهای دائمی از جنس فولاد یا چدن ریخته گری کرد قطعات تولیدی در این روش به دلیل انجماد سریعتر، دانه ریز تر و مقاوم تر هستند که سطحی صاف و ابعاد دقیقتری نیز دارند. این روش برای تولید انبوه قطعات مشابه مورد استفاده قرار میگیرد. قطعات ریختگی باید حتی الامکان دارای اندازه کوچک و شکل ساده باشند هر چند برخی قطعات با اشکال نسبتاً پیچیده تا ۴۵ کیلوگرم توسط این روش قابلیت تولید دارند.

قالبهای دائمی را قبل از استفاده باید با یک ماده دیرگداز پوشش داد طوری که قالب فلزی از تماس با مذاب آلومینیوم محفوظ بماند.

برای این منظور از پوششهای سیلیکونی استفاده میشود که قبل از اعمال، برای تبخیر آب، قالب را تا دمای حدود ۸۰ درجه سلسیوس حرارت میدهند. عمل پوشش را چندین بار انجام میدهند تا ضخامت پوشش مناسب حاصل گردد.

قالب های تحت فشار

در ریخته گری تحت فشار مذاب آلومینیوم به داخل یک قالب فلزی با فشار تزریق میشود. قالب‌ها معمولا ز فولاد گرم کار که دارای عناصر آلیاژی مانند کرم، نیکل، وانادیم و تنگستن هستند، ساخته میشوند تا علاوه بر تحمل درجه حرارت مذابریزی، مقاومت مکانیکی خوبی هم در دمای بالا داشته باشند. قطعات تولیدی با این روش دارای دقت ابعادی خوب، خواص مکانیکی مناسب، سطوح صاف و جزئیات سطحی عالی است. ماشینهای محفظه گرم کاربرد زیادی در ریخته گری آلومینیوم ندارند اما ماشینهای محفظه سرد با سیستم های افقی و بعضاً سیستم های عمودی در این صنعت کاربرد زیادی دارند. با این روش قطعات نازک تری نسبت به روش ریژه و یا ماسه ای میتوان تولید کرد (قطعاتی حتی با ضخامت حدود ۱/۲ میلیمتر). البته همه آلیاژهای آلومینیوم برای ریخته گری تحت فشار مناسب نیستند. بسیاری از آلیاژها حساسیت به ترک گرم دارند، یا اینکه به نحو رضایت بخشی خصوصیات پرکردن قالب را دارا نیستند.

سیستم راهگاهی

هدف از سیستم راهگاهی، رساندن مذاب به محفظه قالب با سرعت مناسب بدون افت حرارتی شدید، جلوگیری از تالطم و جذب گاز، سرباره و ناخالصی میباشد. برای این اهداف باید ابعاد سیستم راهگاهی محاسبه گردد. نقطه شروع بحث در مورد محاسبات سیستم راهگاهی، مروری بر اصول جریان سیال در مجراهای افقی و عمودی است، این محاسبات برای

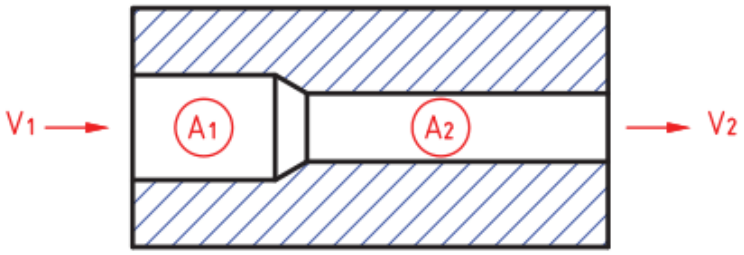
تخمین زمان ریخته گری و مهمتر از آن پیش بینی شرایط تلاطم و حبس گازهای قالب جهت اجتناب از آنها است در ابتدا روابط اصلی جریان سیال مطرح و بعد کاربرد آنها در مورد سیستمهای راهگاهی مورد بررسی قرار میگیرد.

میتوان بسیاری از قوانین مربوط به مکانیک سیالات را در مورد جریان مذاب در سیستم راهگاهی و نیز درون قالب مورد استفاده قرار داد به همین دلیل برای درک بهتر اصول محاسبه سیستم راهگاهی مطالعه بعضی از قوانین و اصول مهم علمی لازم و ضروری است که به هریک از این قوانین پرداخته میشود.

قانون تداوم (پیوستگی)

قانون تداوم برای سیستمی شامل دیواره های نفوذناپذیر و حاوی سیال به صورت زیر بیان میشود:

$$Q=A_1V_1=A_2V_2$$



که در اینجا Q دبی سیال، A سطح مقطع، V سرعت سیال است.

بر اساس این رابطه هر چه سطح مقطع یک لوله کاهش یابد، سرعت سیال افزایش مییابد. بنابراین با تغییر سطح مقطع کانال راهگاه، کانال اصلی و کانالهای فرعی سرعت مذاب تغییر میکند.

قانون توریچلی

این قانون به صورت زیر است:

$$v=\sqrt{2gh_e}$$

v سرعت خروج مذاب، g شتاب ثقل زمین، h_e ارتفاع مؤثر

از آنجاییکه امکان طراحی سیستم راهگاهی به گونهای که همواره تمام محفظه قالب پایینتر از سطح تنگه قرار گیرد وجود ندارد، چگونگی ورود مذاب از تنگه به قالب میتواند تغییراتی را در محاسبات مربوط به ارتفاع راهگاه ایجاد کند. بنابراین سرعت خطی مذاب ورودی تا پر شدن قسمت تحتانی قالب (قسمت پایینتر از سطح تنگه) ثابت میماند ($h_e=H$) ولی در جریان پر شدن قسمت فوقانی (بالاتر از سطح مقطع تنگه) به دلیل کاهش تدریجی اختلاف میان سطح مذاب در

درون قالب و سطح مذاب در حوضچه بارریز، سرعت مذاب تغییر کرده به همین دلیل محاسبات، بر اساس تعیین رتفاع مؤثر انجام میگیرد.

با کمک این دو قانون میتوان تأثیر ارتفاع ریختن مذاب بر سرعت پر شدن قالب و در نتیجه بر مدت زمان بارریزی را محاسبه کرد. از این دو قانون نتیجه میشود:

$$Q_1 = Q_0$$

$$A_1\sqrt{2g(h_2-h_1)} = A_0\sqrt{2gh_1}$$

$$A_1 = A_0\sqrt{\frac{2gh_1}{2g(h_2-h_1)}}$$

$$A_1 = A_0\sqrt{\frac{h_1}{h_2-h_1}}$$

$$Q_2 = Q_1$$

$$A_2\sqrt{2g(h_3-h_2)} = A_1\sqrt{2g(h_2-h_1)}$$

$$A_2 = A_1\sqrt{\frac{2g(h_2-h_1)}{2g(h_3-h_2)}}$$

$$A_2 = A_1\sqrt{\frac{h_2-h_1}{h_3-h_2}}$$

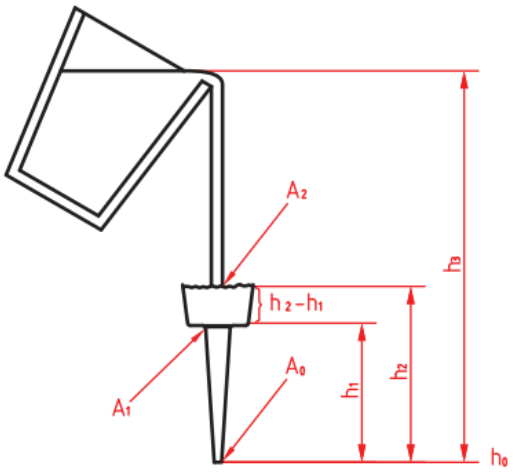
$$Q_2 = Q_0$$

$$A_2\sqrt{2g(h_3-h_2)} = A_0\sqrt{2gh_2}$$

$$A_2 = A_0\sqrt{\frac{2gh_2}{2g(h_3-h_2)}}$$

$$A_2 = A_0\sqrt{\frac{h_2}{h_3-h_2}}$$

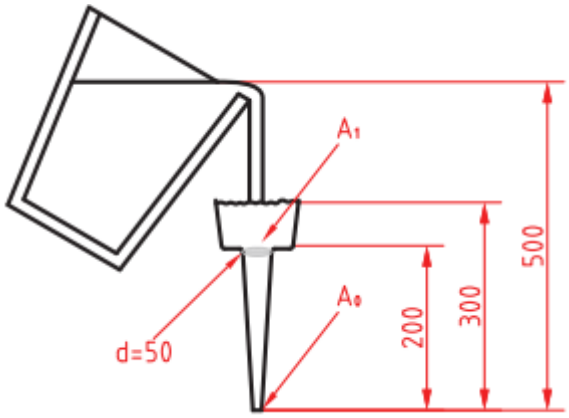
A_1 سطح بالایی لوله راهگاه و A_0 سطح پایین لوله راهگاه است.



ـ میزان ریزش از لبه پاتیل در ارتباط با جریان مذاب از انتهای تحتانی راهگاه بارریز

مثال:

قطعه آلومینیومی به وزن کل ۱۵ کیلوگرم باید ریخته گری شود در صورتیکه زمان بارریزی ۱۰ ثانیه باشد سطح مقطع پایین لوله راهگاه و قطر آن را حساب کنید؟



$$A_1 = A_0\sqrt{\frac{h_1}{h_2 - h_1}} \qquad A_1 = \frac{\pi d^2}{4} \rightarrow A_1 = \frac{3/14 \times 0/05^2}{4} \rightarrow A_1 = 1/96 \times 10^{-3}\ m^2$$

$$A_1 = A_0\sqrt{\frac{h_1}{h_2 - h_1}} \qquad 1/96 \times 10^{-3} = A_0\sqrt{\frac{0/2}{0/3 - 0/2}} \rightarrow A_0 = 1/5 \times 10^{-3}\ m^2$$

$$A_0 = \frac{\pi d^2}{4} \rightarrow 1/5 \times 10^{-3} = \frac{3/14 \times d^2}{4} \rightarrow d_0 = 40mm$$

اصول طراحی و محاسبه سطح مقطع تنگه

همانطور که در کتاب تولید قطعات فلزی به روش ریخته گری اشاره شد، نسبت راهگاهی بیانگر نسبت معینی بین سطوح مقاطع اجزای یک سیستم راهگاهی است. در واقع نسبت سطح مقطع کانال راهگاه بارریز به سطح مقطع کانال اصلی به مجموع سطوح مقاطع کانال های فرعی(A_g :A_r :A_s) بیان میشود. کوچک ترین سطح مقطع در یک سیستم راهگاهی بر اساس نسبت یاد شده تنگه نامیده میشود. تنگه در سیستم های فشاری، مجموع مقاطع راهباره ها و در سیستم غیرفشاری پای راهگاه بارریز است. معمولا در ریخته گری آلیاژهای آلومینیوم از سیستم غیرفشاری استفاده میشود.

طبق قانون تداوم، سرعت خطی مذاب در سطح مقطع تنگه (Ac) از تمام مقاطع سیستم راهگاهی بیشتر است. این سرعت به طور متوسط از حد معینی نباید کمتر باشد تا از انجماد زود هنگام در راهگاه ها جلوگیری شود و اگر از حد معینی بیشتر شود، باعث جذب گاز و تولید سرباره خواهد شد.

بنابراین محاسبه سیستم راهگاهی بر اساس محاسبات سطح مقطع تنگه استوار است.

وقتی مقداری مذاب با حجم V و با سرعت v از مقطع یک کانال به مساحت A_c عبور میکند بدیهی است که در مدت زمان t رابطه زیر برقرار است:

$V=A_e vt$

و اگر جرم مذاب، m و چگالی آن ρ باشد در این صورت:

$$\frac{m}{\rho} = A_c vt \rightarrow A_c = \frac{m}{\rho t v}$$

نکته مهم در رابطه با سرعت مذاب این است که سرعت مذاب در واقعیت با سرعت تئوری که از رابطه تریچلی به دست می آید برابر نیست زیرا بین مذاب با جداره هر کانال و مجراهای عبور مذاب و نیز بین ذرات مذاب با یکدیگر اصطکاک وجود دارد و تغییرات سیالیت به دلیل کاهش دما نیز مزید بر علت است.

بنابراین بخشی از نیروهای خارجی مذاب متحرک صرف غلبه بر نیروی اصطکاک میشود. علاوه بر این موانع متعدد دیگری وجود دارند که به شکل هندسی سیستم راهگاهی (طول، شکل و مقطع مجراها و کانال ها، وجود صافی ها و تغذیه) مربوط میشود.

همچنین به دلیل دخالت عوامل دیگری مثل وجود گازها و هوا در محفظه قالب و فشار ناشی از آنها بدیهی است که سرعت واقعی مذاب باید کمتر از مقدار تئوری آن از رابطه تریچلی باشد به همین دلیل این سرعت در عمل از رابطه زیر به دست میآید:

$$V = \mu\sqrt{2gh_e} \qquad \mu < 1$$

زمان بارریزی

زمان بارریزی یا زمان پر شدن قالب، مهمترین عامل جهت طراحی سیستم راهگاهی و محاسبه سطح مقطع تنگه است که مستقیم سلامت قطعه را تحت تأثیر قرار میدهد. عواملی که در تعیین زمان بارریزی مؤثر هستند عبارتاند از اندازه، کوچک ترین ضخامت و پیچیدگی قطعه، خواص حرارتی قالب، شرایط بارریزی و ترکیب شیمیایی مذاب.

در کارخانجات به دلیل ریخته گری آلیاژ خاص از نمودارها یا جداول که به صورت تجربی به دست آمده استفاده میشود معیار اصلی در تعیین این زمان، سلامت قطعه ریختگی است در نتیجه زمان بارریزی نمیتواند زیاد طولانی باشد از طرف دیگر کاهش زمان بارریزی باعث افزایش سرعت خطی یا سرعت حجمی مذاب شده و این امر موجب تلاطم و آشفتگی

مذاب خواهد شد. در این حالت مذاب با سرعت زیاد، قالب را پر میکند و مشکل خارج نشدن گاز از محفظه قالب و عیوبی چون مُک و تخلخل در قطعه و سایش قالب پدید می‌آید.

پس از تعیین زمان بارریزی و ضریب ریختگی، سطح مقطع تنگه را با استفاده از رابطه زیر میتوان حساب کرد:

$$A_c = \frac{m}{\rho t \mu \sqrt{2gh_e}}$$

نکته: از روی مدل چوبی به راحتی میتوان چگالی قطعه را حساب کرد اگر مدل فلزی و از جنس آلومینیوم ً جرم مدل و قطعه برابر هستند و در صورت متفاوت بودن جنس مدل و قطعه از رابطه چگالی باشد تقریبا میتوان قطعه را تعیین کرد.

با توجه به رابطه چگالی و با مساوی بودن حجم مدل و حجم قطعه ریختگی (با صرف نظر از انقباض قطعه) میتوان نتیجه گرفت:

$$V = \frac{m}{\rho} \rightarrow V_m = V_c \rightarrow \frac{m_m}{\rho_m} = \frac{m_c}{\rho_c}$$

اندیسهای m و c به ترتیب مربوط به مدل و قطعه هستند.

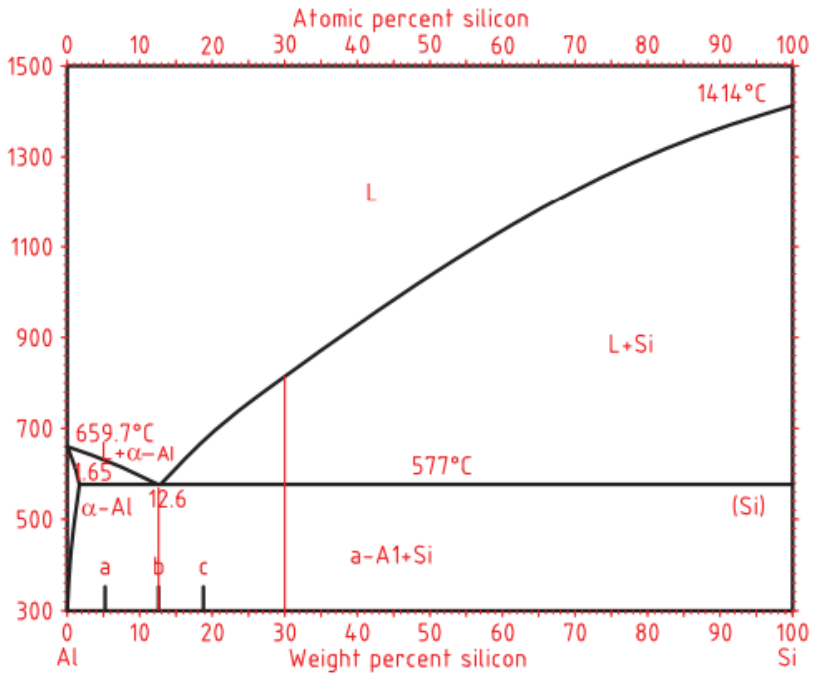
نکته: مذاب آلومینیوم حتی الامکان باید با سرعت بارریزی و درجه حرارت مناسب و بدون ایجاد آشفتگی به داخل قالب ریخته شود. شیب حرارتی باید طوری باشد که مذاب ابتدا در داخل قالب و در آخر در محل ریختن مذاب و یا منبع تغذیه منجمد گردد. اگر قطعه بزرگ باشد مذاب باید به طور همزمان از راههای متعددی از طریق دو یا چند راهگاه به داخل قالب ریخته شود. با استفاده از حوضچه بارریز، نسبت صحیح راهگاهی، گوشه های گرد و حوضچه پای راهگاه مقدار آشفتگی حاصل از ریختن مذاب را میتوان به حداقل رساند.

نموگرام برای محاسبه سطوح مقاطع اجزای سیستم راهگاهی

سطح مقطع و ابعاد اجزای مختلف یک سیستم راهگاهی صحیح را میتوان با داشتن اطلاعات اولیه ای از قطعه ریختگی و قالب، محاسبه کرد. محققان بسیاری سعی کرده اند تا ارتباط بین این متغیرها را به صورت جداول، نمودارها و یا نموگرام نشان دهند. در شکل یک نموگرام برای آلیاژهای آلومینیوم آورده شده که بر اساس سرعت بحرانی ورود مذاب به قالب به دست آمده است. بنابراین با داشتن سرعت متوسط بارریزی قطعه و ارتفاع کل بارریزی میتوان سطح مقطع راهباره ها، بالا و پایین راهگاه بارریز برای سیستم راهگاهی را به دست آورد.

به عنوان مثال اگر سرعت متوسط پر شدن قالب ۴۰۰ گرم در هر ثانیه و ارتفاع کل بارریزی ۲۰ سانتیمتر باشد سطح مقطع تنگه، ۲۰۰ میلیمتر مربع خواهد بود و مساحت بالای راهگاه بارریز ۴۲۰ میلیمتر مربع و سایر مقاطع نیز به همین شکل به دست خواهند آمد.

تغییر حالت از مذاب به جامد در بیشتر موارد با انقباض حجمی همراه است و این انقباض حجمی باعث ایجاد حفره های انقباضی در قطعه ریختگی میگردد به عنوان مثال میزان انقباض برای آلومینیوم حدود ۷ درصد و برای آهن ۳/۲ درصد است از اینرو آلیاژهای آلومینیوم در مقایسه با سایر آلیاژها به تعداد تغذیه های بیشتر و بزرگتری نیاز دارند از طرف دیگر دامنه انجماد زیاد آلیاژهای آلومینیوم باعث میشود که حتی پس از تغذیه گذاری صحیح نیز انقباضات پراکنده در قطعه ریختگی وجود داشته باشد و این امر مستلزم آن است که علاوه بر تغذیه به جهت انجماد از طریق سیستم راهگاهی و مبرد گذاری نیز توجه شود. به عنوان مثال اگر آلیاژ آلومینیوم ـ سیلیسیم را در نظر بگیریم نمودار تعادلی آن به صورت زیر خواهد بود.



همانطور که در نمودار مشاهده میکنید آلیاژ آلومینیوم با ۱۲/۶ درصد سیلیسیم در دمای ثابت ۵۷۷ درجه سلسیوس منجمد میشود اما سایر ترکیبات آلیاژ آلومینیوم ـ سیلیسیم در یک دمای ثابت منجمد نمیشوند بلکه در یک فاصله دمایی مشخص منجمد میشوند که به این فاصله دمایی مشخص دامنه انجماد گفته میشود به عنوان مثال آلیاژ آلومینیوم با ۳۰ درصد سیلیسیم در یک محدوده دمایی حدود ۲۲۰ درجه سلسیوس منجمد میشود.

تغذیه گذاری فرایندی است جهت جلوگیری از تشکیل حفره های انقباضی در قطعات ریختگی در طی انجماد که باعث بهبود خواص مکانیکی و تولید اقتصادی تر میشود. طراحی تغذیه با توجه به هدف اصلی در ریخته گری یعنی تولید سالم

قطعه ریختگی با خواص مطلوب و با حداقل قیمت صورت میگیرد. بر این اساس برای محاسبه حجم و اندازه تغذیه روش های مختلفی وجود داردکه در اینجا به دو روش مدول و کاین که پرکاربردترین روش ها در محاسبه تغذیه برای آلیاژهای آلومینیوم است اشاره میشود.

منابع تغذیه اصولا استوانه ای شکل انتخاب میشوند بنابراین با مشخص بودن نسبت قطر به ارتفاع میتوان ابعاد تغذیه را حساب کرد. استفاده از مواد گرمازا یا گرم کردن منبع تغذیه و یا کاربرد مواد عایق در منبع تغذیه به دلیل جلوگیری از افت شدید دمای تغذیه، ضروری است در طراحی تغذیه دقت لازم به عمل آید به طوری که گلویی تغذیه (محل اتصال تغذیه به قطعه) به اندازه کافی بزرگ باشد تا ارتباط بین قطعه با تغذیه قطع نشود. در واقع ابتدا باید قطعه، سپس گلویی تغذیه و در نهایت تغذیه منجمد شود.

روش مدول

این روش قدیمی ترین روش محاسبه تغذیه میباشد. زمان نهایی انجماد از رابطه $t_f = k(M_f)^2$ به دست میآید این زمان برای قطعه به صورت $t_c = k(M_c)^2$ و برای تغذیه به صورت $t_r = k(M_r)^2$ است. در محاسبات عملی، با احتساب نسبت زمان انجماد تغذیه به قطعه و یا احتساب مدول آنها به راحتی حجم تغذیه را محاسبه میکنند.

مثال:

اگر نسبت زمان انجماد تغذیه به قطعه ۱/۴۴ باشد، نسبت مدول تغذیه به قطعه را حساب کنید؟

با توجه به اینکه k ضریبی ثابت است بنابراین $\frac{t_r}{t_c} = (\frac{M_r}{M_c})^2$ خواهد بود.

$$\frac{t_r}{t_c} = (\frac{M_r}{M_c})^2 \rightarrow \frac{t_r}{t_c} = ۱/۴۴ \rightarrow (\frac{M_r}{M_c})^2 = ۱/۴۴ \rightarrow \sqrt{(\frac{M_r}{M_c})^2} = \sqrt{۱/۴۴} \rightarrow \frac{M_r}{M_c} = ۱/۲$$

نکته: اگر مدول تغذیه را داشته باشیم به راحتی میتوان ابعاد تغذیه را محاسبه کرد.

منابع تغذیه اصولا ستوانه ای شکل انتخاب میشوند بنابراین با مشخص بودن نسبت قطر به ارتفاع میتوان ابعاد تغذیه را حساب کرد. استفاده از مواد گرمازا یا گرم کردن منبع تغذیه و یا کاربرد مواد عایق در منبع تغذیه به دلیل جلوگیری از افت شدید دمای تغذیه، ضروری است در طراحی تغذیه دقت لازم به عمل آید به طوری که گلویی تغذیه (محل اتصال تغذیه به قطعه) به اندازه کافی بزرگ باشد تا ارتباط بین قطعه با تغذیه قطع نشود. در واقع ابتدا باید قطعه، سپس گلویی تغذیه و در نهایت تغذیه منجمد شود. نسبت مدول قطعه به گلویی تغذیه به تغذیه باید طبق رابطه زیر باشد:

$M_r > M_n > M_c$

$M_n = ۱/۲ M_c$

$M_n = ۱/۱ M_c$ فقط برای انجماد پوسته‌ای

ترکیب آلیاژ

مهمترین مشکل متالورژیکی در عملیات ذوب به دست آوردن ترکیب شیمیایی لازم و مطلوب است به طور کلی ترکیب شیمیایی قطعات ریخته شده و آلیاژ مذاب با ترکیب عناصر اصلی مواد شارژ متفاوت است، از طرف دیگر مذاب نباید فقط حاوی عناصر معیّن و مشخص باشد بلکه باید وجود عناصر ناخالصی، مواد و ترکیبات ناخواسته در آن نیز به حداقل مقدار ممکن کاهش یابد. بار یا شارژ کوره ریخته گری و مواد اولیه مورد نیاز که در ریخته گری آلیاژهای آلومینیوم به کار میروند به دسته های مختلفی تقسیم بندی میشوند شمش های اولیه، شمش های ثانویه (ویژه)، قراضه ها و برگشتی ها، آلیاژسازها (هاردنرها) و مواد کمک ذوب از جمله این مواد هستند.

شمش های اولیه

موادی هستند که به طور مستقیم از کوره ذوب مادر و یا الکترولیز اولیه تهیه میشوند. در ساخت آلیاژهای آلومینیوم بسیاری از عناصر به صورت شمش های اولیه مستقیم به مذاب افزوده میشوند.

این شمشها، شمش سیلیسیم با خلوص بالای ۹۹/۷ تا ۹/۹۹ درصد، شمش روی با خلوص ۹۸/۵ تا ۹۹/۵ درصد و شمش منیزیم در صورتیکه درصد کمی مورد نیاز باشد با خلوص ۹/۹۹ درصد هستند.

شمش های ثانویه

شمش های ثانویه ممکن است توسط عملیات الکترولیز مجدد و یا ذوب و تصفیه به صورت شمش هایی با درجه خلوص بالاتر تهیه شوند معمولا از کنترل کیفی مطلوب برخوردار هستند و مقداری ناخالصی های معمولی در آلومینیوم مثل مس، آهن و سیلسیم را دارند.

قراضه ها و برگشتی ها

موادی هستند که از زائده ها، اضافات و قطعات فرسوده تشکیل شده و به دلایل اقتصادی در ریخته گری مورد استفاده قرار میگیرند. برگشتی اصطلاحی است که به زائده های قطعات ریختگی مثل راهگاه ها، تغذیه ها و قطعات معیوب در واحدهای تولیدی اطلاق میشود.

آلیاژسازها (هاردنر)

از آنجا که آلومینیوم با نقطهٔ ذوب پایین قادر به پذیرش و ذوب مستقیم عناصر با نقطه ذوب بالا مثل مس، منگنز، نیکل، سیلیسیم و آهن نیست؛ همچنین به دلیل اینکه برخی از عناصر فشار بخار بالایی دارند و به شدت اکسید و تصعید میشوند نمیتوان آنها را به صورت مستقیم به کاربرد به دلیل اینکه درصد اتلاف این عناصر بسیار افزایش می یابد مانند منیزیم و روی. بنابراین برای اضافه کردن آنها به آلیاژ از آمیژان آنها استفاده میشود.

کوره ها

وقتی به یک فلز گرما داده میشود، درجه حرارت آن بالا میرود و فعالیت ارتعاشی اتم های آن زیاد شده و در نتیجه پیوند بین اتم ها شکسته شده و فلز به حالت مایع در می‌آید. این عمل در کوره های ریخته گری انجام میشود.

انتخاب نوع کوره به عوامل مختلفی مانند نوع فلز، درجه حرارت ذوب و فوق ذوب لازم، ظرفیت ذوب، سرعت ذوب و هزینه ذوب بستگی دارد. آلومینیوم فلزی با نقطه ذوب پایین و گرمای ویژه کم است به طوریکه مقدار حرارت لازم برای ذوب ۵۰ کیلوگرم آلومینیوم تقریباً برابر ۱۲۵۰۰ کیلوکالری خواهد بود که این مقدار برابر است با ۱/۵ کیلوگرم کربن خالص. احتراق کامل تقریباً به همین دلیل انواع و اقسام کوره های ذوب میتوانند در ذوب آلومینیوم مورد استفاده قرار گیرند.

انواع کوره های بوته ای ثابت و گردان در مصارف کم، کوره های روربر و شعله ای در ظرفیت زیاد و کوره های الکتریکی القایی در ذوب آلومینیوم مصارف متعدد دارند.

کوره های بوته ای

بوته در این کوره ها مخزن اصلی ذوب است و حرارت به وسیله هدایت از طریق دیواره بوته و محفظه کوره به شارژ منتقل میشود. در اینجا بین شارژ و شعله تماس مستقیم نیست و در نتیجه بسیاری از واکنش ها حذف شده و عیوب ناشی از آن کاهش می یابد. این کوره ها امروزه در سه نمونه مورد استفاده قرار میگیرندکه عبارتاند از کوره های ثابت بوته ای، کوره ثابت بوته متحرک و کوره گردان. تفاوت این کوره ها در چگونگی تخلیه مذاب است. جنس بوته از گرافیت، کربور سیلیسیم و یا فلزات دیر ذوب (مثل چدن خاکستری) است و در اندازه و ظرفیت های مختلفی ساخته میشوند. نوع گرافیتی و سیلیسیم کاربید گران قیمت هستند و عمر کمتری نسبت به بوته های چدنی دارند، به همین دلیل در صنایع بزرگ کمتر مورد استفاده قرار میگیرند. اما این بوته ها در مقابل مذاب آلومینیوم بیاثر بوده بنابراین قطعات تولیدی از کنترل کیفی مطلوب تری برخوردار هستند، اما در نوع چدنی که ارزان تر بوده و عمر طولانی تری دارند مقداری آهن به مذاب آلومینیوم انتقال داده میشود.

کوره های روربر

این کوره ها در دو نوع ثابت و گردان ساخته میشوند این کوره ها با سوخت مایع یا گاز کار میکنند و بین محصول احتراق و مواد شارژ تماس مستقیم وجود دارد و حرارت به وسیله جابه جایی، تشعشع و هدایت به سایر قسمت های کوره و مذاب منتقل میشود.

کوره های الکتریکی

از آنجا که سوخت های فسیلی (مایع و جامد) در کوره های ذکر شده، باعث اکسیداسیون و ورود گازهای ناشی از احتراق به مذاب میشود استفاده از کوره های الکتریکی گسترش زیادی پیدا کرده است. این کوره ها در انواع کوره های مقاومتی و کوره های القایی برای ذوب آلومینیوم استفاده میشوند.

گاز ها در فلزات

انحلال گازها در مایعات با سرعت بیشتر و در مقادیر بالاتر نسبت به حالت جامد انجام میگیرد که به دلیل تفاوت های ساختاری مایع و جامد نظیر افزایش فاصله بین اتمی، وجود حفره های خلأ و ضریب نفوذ بالاتر مایع نسبت به جامد است. هنگامی که یک گاز در مذاب (به صورت اتمی) حل میشود، در هنگام سردشدن و انجماد، به دلیل کاهش حد حلالیت گازها، به صورت مولکولی درآمده و فرصت خروج را پیدا نمیکنند و در نتیجه باعث به وجود آمدن مک و حفره های ریز و درشت گازی در قطعه ریختگی میشود که به آنها حفره های گازی میگویند.

عملیات کیفی مذاب

در ریخته گری آلیاژهای آلومینیوم بسیاری از عناصر به صورت ناخالصی های فلزی، گازها و آخال ها از منابع متعدد وارد مذاب میگردند. برای تولید آلیاژ با کیفیت مطلوب باید از ورود این مواد حتی الامکان جلوگیری کرد و پس از ذوب و قبل از ریختن مذاب به داخل قالب، عملیاتی را در جهت حذف و یا کاهش آنها انجام داد که به این اقدامات عملیات کیفی مذاب گفته میشود. وجود مواد اکسیدی و حبابهای گازی و درشت بودن ساختار از جمله مواردی است که در ریخته گری آلومینیوم مورد توجه قرار میگیرد.

مهمترین گاز محلول در مذاب آلومینیوم، هیدروژن است. هیدروژن از منابع زیادی وارد آلومینیوم مذاب میگردد. اتمسفر کوره، مواد شارژ و قراضه ها و ضایعات مهم ترین منبع ورود هیدروژن به داخل مذاب هستند. وجود هرگونه رطوبتی در هوا، ابزار کار و شارژ از طریق واکنش آب با آلومینیوم مذاب، هیدروژن تولید میکند همچنین افزایش بیش از حد دمای فوق ذوب باعث افزایش جذب هیدروژن میشود زیرا با افزایش درجه حرارت میزان حلالیت نیز افزایش می یابد.

با انجماد آلومینیوم مذاب مقدار حلالیت گاز هیدروژن نوزده برابر کاهش پیدا میکند همچنین عناصر آلیاژی مثل مس و سیلیسیم حلالیت هیدروژن را در آلومینیوم کاهش میدهند وجود گاز هیدروژن در آلومینیوم مضر است زیرا میتواند باعث

تخلخل در آلومینیوم ریختگی و مک های سوزنی گردد و باعث کاهش شدید خواص مکانیکی و وزن مخصوص قطعه ریختگی شود

از آنجایی که در اغلب عملیات ذوب آلومینیوم نمیتوان حتی با روش های خیلی دقیق ذوب، هیدروژن را از مذاب دور نگه داشت و مانع از ورود گاز هیدروژن به داخل مذاب شد به این علت، این گازها را از طریق عملیات گاززدایی از مذاب خارج میکنند. میزان حل شدن گاز در آلومینیوم مذاب بستگی به درجه حرارت و فشار خارج نسبت به فشار داخل مذاب دارد و همین امر پایه و اساس گاززدایی آلومینیوم را شکل میدهد لذا برای جلوگیری از انحلال گاز در مذاب آلومینیوم:

۱. از افزایش دمای فوق ذوب جلوگیری کرد.

۲. از مواد بار (شارژ) تمیز و عاری از رطوبت استفاده کرد.

۳. حتی الامکان از به هم زدن و آشفته کردن مذاب پرهیز کرد.

٤ در طراحی سیستم راهگاهی دقت لازم را به عمل آورد.

ذوب در خلأ (فشار کم)، گاززدایی با گازهای بی اثر و گاززدایی با کلر و ترکیبات قابل تبخیر از جمله روش های گاززدایی آلومینیوم هستند. در روش گاززدایی با گازهای بیاثر از ازت و آرگون برای افزایش فشار نسبی داخل مذاب و در نتیجه خروج گاز هیدروژن استفاده میشود. میزان دبی و فشار گاز دمشی در نتایج حاصل بسیار مؤثر است.

اگر دبی و فشار گاز کم باشد، احتمال کاهش حلالیت گاز محلول بسیار کم و نتایج مطلوبی حاصل نخواهد شد از طرف دیگر اگر فشار گاز زیاد باشد عموماً باعث میشود که حباب های گاز بیاثر به سرعت بزرگ شوند و قبل از آنکه عمل نفوذ گاز محلول در آنها به طور کامل انجام گیرد از مذاب خارج شوند در عین حال توزیع یکنواخت گاز دمشی برای توزیع همگن حباب ها لازم و ضروری است.

البته از ترکیب فلوئورمضاعف سدیم سیلیسیم Sif_6Na_2 نیز استفاده میشود که در داخل مذاب تجزیه میشود و گاز F_4Si را که نسبت به آلومینیوم بیاثر است تولید میکند و همان نتایج گازهای ازت، آرگون را دارد و فقط در مورد آلیاژهای منیزیم دار نمیتوان از آن استفاده کرد.

کلر از دیگر گازهای مورد استفاده در گاززدایی آلومینیوم است این گاز ارزان و بسیار مؤثر بوده ولی کار با آن مضر است. در بعضی از کارخانجات از هر دو گاز کلر و ازت به صورت مخلوط با درصد گاز ازت بیشتر برای گاززدایی استفاده میشود.

بنابراین با استفاده از قرص های دگازور نظیر هگزاکلرواتان و نمک های فلورید، کلیه گازهای مضر به خصوص هیدروژن را از مذاب جدا کرده و از بروز هرگونه حفره های گازی جلوگیری میکنند یا مقدار مک های گازی را به حداقل ممکن میرسانند.

نکته: ضایعات حاصل از آماده سازی و عملیات کیفی روی مذاب آلومینیوم از محیط زیست دور نگه داشته شود.ضایعات حاصل از آماده سازی و عملیات کیفی روی مذاب آلومینیوم از محیط زیست دور نگه داشته شود.

نکته: مقدار مصرف قرص دگازور تا ۳۰ کیلوگرم مذاب ۱ قرص، ۵۰ کیلوگرم ۲ قرص، ۷۰ کیلوگرم ۳ قرص، ۱۰۰ کیلوگرم ۴ قرص و ۲۰۰ کیلوگرم مذاب ۶ قرص است. اگر وزن مذاب بیش از ۵۰ کیلوگرم باشد عمل گاززدایی باید در دو مرحله با نصف مقدار مورد نیاز قرص دگازور در هر مرحله انجام شود. استفاده برای مقادیر بیشتر مذاب موجب کاهش کیفیت و کارایی آن میشود.

جوانه زایی

عموماً ساختارهای ریزدانه دارای خواص مطلوب تری از ساختارهای درشت دانه هستند. به این منظور همواره ریخته گران به دنبال یافتن روش هایی برای ریزدانه کردن ساختار قطعه ریختگی هستند. اضافه کردن جوانه زا به مذاب متداول ترین روش ریزکردن دانه ها است. علاوه بر این روش، روش های دیگری مثل افزایش سرعت سرد کردن، لرزش مذاب در طول انجماد نیز برای ریزکردن دانه ها استفاده میشود.

جوانه زاها ذرات جامد معلق در مایع می باشند که به صورت غیریکنواخت در مذاب پراکنده هستند و با افزایش مراکز جوانه زایی، موجب کوچک و یکنواخت شدن دانه های آلیاژ جامد میشوند. جوانه زاها بدون اینکه تأثیر قابل ملاحظه‌ای روی ترکیب آلیاژ داشته باشند باعث ریزشدن دانه ها میشوند. نقطه ذوب بالا، شباهت ساختمان کریستالی، نزدیکی ابعاد سلول واحد شبکه کریستالی آن به ساختمان جامد آلومینیوم و قابلیت چسبندگی و آغشته پذیری از جمله مشخصه هایی جوانه زاها هستند.

ترکیباتی نظیر تیتانیم کاربید (Tic) و تیتانیم نیترید (Tin) تقریباً شرایط بالا را دارند و میتوانند برای جوانهزایی توسط آمیژان های آلومینیوم-تیتانیم (Al-Ti) و یا توسط فلاکس کاورال به مذاب اضافه شوند. بُر (B) و زیرکنیم (Zr) نیز برای ریزدانه کردن آلومینیوم استفاده میشوند. مهمترین عنصر در ریزدانه کردن آلومینیوم، همان تیتانیم (Ti) است باید توجه کرد حداکثر مقدار تیتانیم مورد نیاز ۰/۲% مذاب است و اگر بیشتر از این مقدار شود ترکیبات تیتانیم اکسید حاصله باعث کاهش شدید خواص مکانیکی آلیاژ میشوند. بُر بیش از اندازه مورد نیاز (حداکثر ۰/۰۳% مذاب) باعث افزایش هیدروژن در مذاب میشود.

آلیاژ سازی

تعداد فلزات خالص مورد استفاده در صنعت محدود بوده بنابراین خواص آنها نیز محدود است و در کاربردهای تجاری به ندرت به صورت خالص (به دلیل خواص مکانیکی ضعیفی که دارند) استفاده میشوند؛ مگر اینکه خواص فلز خالص مدنظر باشد مثل هدایت الکتریکی در مس. بنابراین به منظور بهبود خواص مکانیکی، شیمیایی و غیره فلزات را با یکدیگر یا سایر مواد دیگر آلیاژ میکنند.

آلیاژهای آلومینیوم

آلومینیوم خالص تجاری برای اکسیژن زدایی فولادها، ساخت لوازم آشپزی، به صورت هادی الکتریکی و در رنگ سازی مصرف میشود. با این وجود قسمت عمده آلومینیوم تولید شده برای مصارف صنعتی به صورت آلیاژی است. عناصر آلیاژی که بیشتر در آلومینیوم مصرف میشوند عبارتند از: مس، سیلیسیم، منیزیم، منگنز.

آلیاژ آلومینیوم ـ مس: مس یکی از مهمترین عناصر آلیاژی برای آلومینیوم است زیرا افزودن مس به آلومینیوم باعث افزایش مقاومت و سختی و کاهش انعطاف پذیری آن میشود. آلیاژهای آلومینیوم مس عموماً دارای دامنه انجماد وسیع بوده و به همین دلیل انقباضات پراکنده در آنها زیاد است و کاربرد مبرد را لازم می سازد. از تیتانیم به میزان حداکثر ۰/۱۵ درصد و یا بر به میزان ۰/۰۳ درصد میتوان برای ریزکردن دانه ها استفاده کرد. اغلب آلیاژهای آلومینیوم ـ مس کمتر از ۱۰ درصد مس دارند و عموماً آلیاژهای صنعتی آن دارای ۲ تا ۵ درصد مس هستند. آلیاژهای آلومینیوم ـ مس به صورت دوگانه کارایی زیادی ندارند و بیشتر به صورت آلیاژهای سهگانه ریخته گری میشوند.

مهمترین آلیاژ سه گانه، آلیاژ آلومینیوم ـ مس ـ سیلیسیم است که این آلیاژها به دلیل حضور سیلیسیم از سیالیت خوبی برخوردار هستند و همچنین کیفیت ماشین کاری خوب و خواص مکانیکی بالایی دارند. یکی دیگر از آلیاژهای مهم این گروه، آلیاژ دورآلومین است که دارای ۳/۴ تا ۴/۵ درصد مس، ۱ تا ۱/۵ درصد منیزیم و ۰/۶ درصد سیلیسیم است. این آلیاژ کاربرد وسیعی در صنایع هواپیماسازی، واگن قطار، اتصالات موتور، چرخ کامیون، ساخت قطعات کشتی و دیگر وسایل حمل و نقل دارند.

نکته: آلیاژهای آلومینیوم ـ مس قابلیت عملیات حرارتی دارند و در اثر این عملیات حرارتی، سختی آلیاژ و خواص مکانیکی آن بهبود مییابد.

این آلیاژها بیشتر در قالب ماسه ای قابلیت ریخته گری داشته و عموماً قابلیت ریخته گری تحت فشار را ندارند که این امر به علت سرعت انجماد بالا در ریخته گری تحت فشار است.

شرایط ریخته گری این آلیاژ:

۱. تمیز بودن مواد شارژ از لحاظ اکسیدها و مواد اکسیدی؛

۲. عدم استفاده بیش از ۵۰ درصد از مواد قراضه در شارژ؛

۳. درجه حرارت مذاب کمتر از ۷۵۰ درجه سلسیوس؛

۴. استفاده از فلاکس های پوششی و مواد دگازور و جلوگیری از تماس مستقیم ابزارها و ادوات آهنی با مذاب.

سیستم راهگاهی مورد استفاده در آلیاژهای آلومینیوم ـ مس غیرفشاری است و مهمترین نسبته ای مورد استفاده در این آلیاژها ،۱-۲-۲ ۱-٤-٤ و ۱-٦-٦ است.

ساخت هاردنر آلومینیوم- مس: مس به دلیل نقطه ذوب بالا نسبت به آلومینیوم، به صورت خالص به آلومینیوم اضافه نمیشود و بیشتر از هاردنرهای ۵۰-۵۰ و ۶۷- ۳۳ استفاده میشود. روش تهیه این نوع هاردنر به اینصورت است که درصورت وجود دو کوره، آلومینیوم و مس را به صورت جداگانه ذوب میکنند و سپس مس را به شکل باریکة مذاب به آلومینیوم اضافه میکنند. اما روش دیگر ساخت این هاردنر به این صورت است که مس را ذوب کرده و از ایجاد فوق ذوب جلوگیری کرده، سپس آلومینیوم را در قطعات کوچک و به دفعات ۴ تا ۵ مرتبه به آن اضافه میکنند.

نکته: ۱ برای ساخت هاردنر از شمش خالص آلومینیوم و مس استفاده کنید. ۲ در هنگام توزین مقادیر محاسبه شده آلومینیوم و مس از ترازویی با دقت بالا استفاده کنید

آلیاژ آلومینیوم ـ سیلیسیم: سیلیسیم مهمترین عنصر آلیاژی در ریخته گری آلیاژهای آلومینیوم است. این عنصر باعث افزایش سیالیت آلیاژ و کاهش درصد جذب گاز شده و خواص ریخته گری آلیاژ را بهبود می بخشد بنابراین آلیاژ آلومینیوم ـ سیلیسیم از اینظر آلیاژ مناسبی است. از سایر مزایای این آلیاژها مقاومت به خوردگی بالا و قابلیت جوشکاری خوب را میتوان نام برد. این آلیاژها به سیلومین معروف هستند و معمولا ۵ تا ۱۲ درصد سیلیسیم دارند. همانطور که گفته شد آلیاژهای این دسته از مشخصات ریخته گری بسیار مطلوب برخوردار هستند. سیالیت بسیار زیاد این آلیاژها مهمترین و مناسب ترین شرایط را برای ریخته گری ایجاد میکند و همین امر کاربرد این آلیاژها را در ریختن قطعات نازک و یا قطعات با اشکال پیچیده تسهیل میکند.

آلیاژ آلومینیوم ـ سیلیسیم به شکستگی گرم و انقباضات پراکنده، حساس نیست. انجماد آهسته این آلیاژ، منجر به ساختار درشت و سوزنی شکل خواهد شد. این آلیاژ به خاطر وجود این ساختار درشت، قابلیت تغییر شکل کمی دارد. سریع سرد کردن آلیاژ از مرحله مذاب (همانطور که در ریخته گری در قالب های دایمی رخ میدهد) به طرز قابل ملاحظه ای باعث ریزشدن ساختار میگردد. همچنین استفاده از عناصری مثل سدیم و استرانسیم برای ریخته گری در قالب های ماسه ای و یا برخی از قطعات ضخیم در قالب های دایمی باعث ریزشدن ساختار میشود.

نکته: عملیات گاززدایی و آخال زدایی همیشه قبل از ریز دانه کردن با سدیم انجام میگیرد.

از این آلیاژها برای تولید قطعات صنعتی نظیر سرسیلندر و گیربکس اتومبیل، پروانه های پمپ با دقت ابعادی زیاد میتوان استفاده کرد.

آلیاژهای آلومینیوم ـ منیزیم: آلیاژهای آلومینیوم ـ منیزیم نسبتاً سبک بوده و از مقاومت عالی در برابر خوردگی برخوردار هستند. قابلیت ماشین کاری خوب و ظاهری جذاب دارند. خواص ریخته گری آلیاژهای این گروه بسیار پایین بوده و نیاز به دقت بالا ر عملیات ذوب دارند و در خلال ذوب و ریختن باید کنترل بیشتری اعمال شود زیرا منیزیم باعث افزایش اکسیداسیون درحالت مذاب میگردد. در این ارتباط برای ریخته گری در ماسه، نیاز است احتیاط های لازم درنظر گرفته شود. همچنین در ریخته گری آلیاژهای این گروه باید دقت کافی از نظر طراحی سیستم راهگاهی و تغذیه جهت تولید قطعات سالم صورت گیرد. آلیاژهایی که بیشتر از ۵٪ منیزیم دارند از نظر ریخته گری و کنترل مذاب اشکالات بیشتری دارند و معمولاً ذوب تحت فلاکس های پوششی صورت میگیرد تا تلفات ذوب ریزی کمتر شود. در آلیاژهای آلومینیوم ـ منیزیم به هیچعنوان از سدیم به عنوان ریزکننده استفاده نمیشود، همچنین از فلاکس ها و گاززداهایی که دارای سدیم هستند استفاده نمیشود چون سدیم تأثیر منفی در این آلیاژ دارد و باعث کاهش خواص مکانیکی آلیاژ میشود. موارد مصرف این آلیاژها متعدد و در صنعت کشتی سازی، زیردریایی، هواپیماسازی و ابزارآلات معدن و مصارف ساختمانی است.

تولید آلیاژ: معمولاً آلیاژهای آلومینیوم ـ منیزیم تا ۲% میتوانند مستقیماً با افزایش منیزیم خالص به مذاب ایجاد گردند اما چون درصد اتلافات در جریان ذوب این عنصر همواره زیاد است از اینرو اغلب از هاردنر ۱۰- ۹۰ استفاده میشود. این آلیاژها سیالیت کمی دارند بنابراین سیستمهای راهگاهی در ریخته گری این آلیاژها بزرگتر از اندازه های عادی درنظر گرفته میشوند. اکسیژن زدایی در این آلیاژها توسط بریلیم انجام Bef_2 به میگیرد. عموماً بریلیم به شکل هاردنر با ۱/۵ درصد بریلیم و یا به شکل ترکیب بریلیم فلورید مذاب اضافه میشود.

تلفات کوره: قطعات شارژ شده تا قبل از ذوب، زمان نسبتاً طولانی در معرض هوا و درجه حرارت قرار میگیرند. گرم شدن این قطعات با توجه به مدول سطحی آنها، همواره مقداری از عناصر ترکیبی در اثر فعل و انفعال با هوا یا مواد سوخت به سرباره منتقل میشوند. تلفات ذوب به عوامل متعددی مثل روش شارژ کوره و اندازه قطعات، اتمسفر محیط و درجه حرارت فوق ذوب، نوع کوره و نوع شارژ بستگی دارد.

علاوه بر دمای مذاب پارامتر مهم دیگری که باید کنترل شود ترکیب شیمیایی مذاب و اطمینان از تأثیرگذار بودن عملیات کیفی انجام شده روی مذاب است. برای این منظور قبل از ریخته گری باید از مذاب نمونه گیری شود. نمونه گیری با ریختن مذاب با ملاقه درون قالب فلزی (چدنی یا فولادی)صورت میگیرد. در کوره های با ظرفیت زیاد نمونه گیر (از جنس

ماسه چراغی) به وسیله میله فولادی داخل مذاب فروبرده و پس از نمونه گیری از مذاب و انجماد، نمونه به آزمایشگاه ارسال و پس از تأیید نهایی، عملیات ذوبریزی انجام میشود.

پودمان دوم آلیاژسازی مس

مقدمه

مس و آلیاژهای آن مس یکی از مهمترین عناصر مورد استفاده در صنایع غیرآهنی است. کشف باستان شناسان نشان میدهد که اولین اشیاء ساخته شده از فلزات به صورت قطعات کوچک چکش کاری شده از مس بودند که قدمت آنها به حدود ۱۱۰۰۰سال قبل بر میگردد .

استخراج مس

فروشگاه کالاهای دانلودی

نمودار مراحل استخراج مس به روش پیرومتالورژی

آسیاب‌ها

سلول‌های فلوتاسیون

خشک‌کن‌ها (گرفتن رطوبت)

انتقال سنگ معدن سولفیدی حاوی مس به سنگ‌شکن‌ها

انتقال سنگ معدن خرد شده به واحد تغلیظ (پر عیارسازی)

انتقال مواد معدنی پس از تغلیظ به واحد ذوب

ذوب توسط کوره‌های شعله‌ای محصول مات ۶۰ـ۴۵٪

تصفیه توسط کنورتورها محصول مس بلیستر ۹۸٪

انتقال به کوره آندریزی (احیای مس اکسید شده از مرحله قبل توسط گاز شهری)

چرخ ریخته‌گری محصول آند

انتقال محصول ذوب (آند ۹۸٪) به پالایشگاه الکترولیز

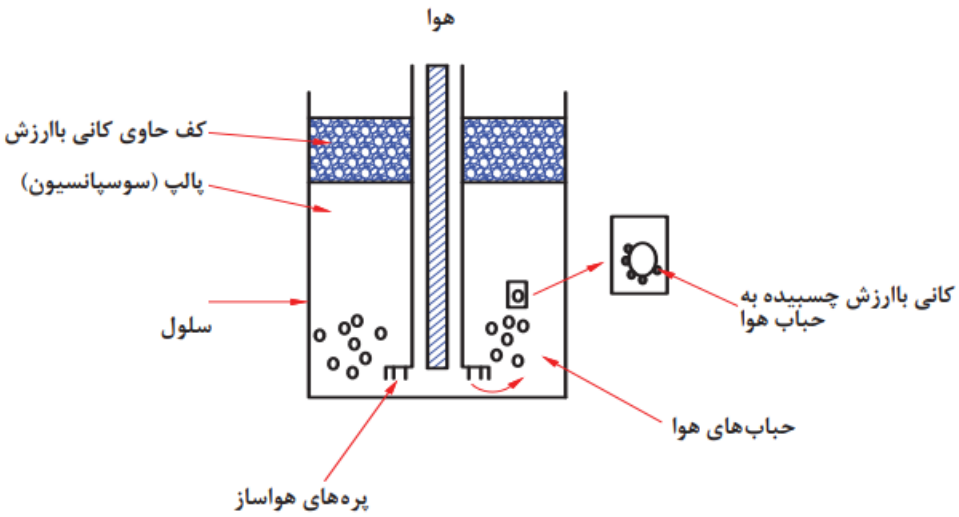
محصول پالایشگاه کاتد ۹۹/۹۹۹٪ مس

فروشگاه کالاهای دانلودی

نمودار مراحل استخراج مس به روش هیدرومتالورژی

شناورسازی مواد (فلوتاسیون)

بعد از آسیاب شدن، مواد معدنی در یک حوضچه به صورت مایع سوسپانسیون در می آیند. سپس توسط پره ها، حباب هایی تولید شده،که بر اثر اختلاف چگالی یکسری عناصر همراه باحباب هایی که از طریق پره وارد سلول میشوند به صورت کف روی سطح شناور شده و توسط پاروهای مخصوص، جمع آوری میشود. بقیه مواد به صورت ته نشین در مخزن باقی میمانند.



کاربرد مس و آلیاژهای آن

مس یکی از فلزات مهم است که در دو حالت خالص و آلیاژ، کاربرد وسیعی دارد.

انواع آلیاژ های مس

برنج ها: (ترکیب مس با فلز روی) شامل برنج قرمز، برنج زرد، برنج قلعدار و برنج سربدار

برنزها: (ترکیب مس با سایر عناصر که قابلیت آلیاژ شدن دارند غیر از روی) شامل برنز مس قلع (مفرغ)، آلومینیوم برنز ، برنز سرب دار، فسفر برنز، سیلیسیم برنز

ورشو: (مس و نیکل) معروف به نقره آلمانی

نحوه قالب گیری آلیاژهای مس

قطعات ساخته شده از آلیاژهای ریخته گری مس همانند قطعات آلیاژهای آلومینیوم از روش های مختلفی مثل ریخته گری در ماسه، ریخته گری در قالب های ریژه و همچنین در سیستم های تحت فشار شکل میگیرند.

مشخصات عمومی ماسه برای قالب گیری آلیاژهای مس

ماسه قالب گیری برحسب نوع آلیاژ و ترکیب و همچنین اندازه و وزن قطعات ریخته گری متفاوت میباشند.

الف) ماسه قالبگیری برای ریخته گری قطعات با حجم زیاد و ضخیم: قابلیت نفوذ گاز در ماسه به خصوص برای قطعات سنگین و ضخیم باید بسیار بالا باشد، عدم خروج گازها از قالب منجر به نفوذ گازهای حاصل از فعل و انفعال قالب و مذاب به داخل قطعه و در نتیجه تخلخل های ریز و درشت در قطعهٔ ریختگی میگردد و این یک عامل محدودکننده برای قطعات بزرگ محسوب میگردد.

ب) ماسه قالب گیری برای ریخته گری قطعات با حجم کم و نازک: از طرفی دیگر برای قطعات کوچک و نازک و قطعاتی که بایستی سطح ریخته گری شده صاف و دقت زیاد داشته باشند قابلیت نفوذ گاز در ماسه یک عامل محدودکننده محسوب نمیشود و لذا در این موارد از ماسه های نرم که قابلیت نفوذ زیادی ندارند استفاده میشود تا سطح مرغوب تری ایجاد گردد.

انواع قالب های ریخته گری آلیاژهای مس

۱. قالب های موقت:

الف) ماسه طبیعی : ماسه طبیعی با دانه های ریز و درصد مناسب خاک رس معمولاً از شکل پذیری بیشتری نسبت به ماسه های مصنوعی و ساختگی (با چسب های بنتونیتی) برخوردارند.

ب) قالب های پوسته ای: آلیاژهای مس به سهولت و با موفقیت در قالب های پوسته ای ریخته میشوند که مزایای دقت ابعادی، سطوح صاف و سایر امتیازهای قالب های پوسته ای را با خود دارند.

ج) قالب های تولیدی به روش Co2: یکی دیگر از قالب های موقت مورد استفاده در ریخته گری

Co2است. در این روش نیز کلیه آلیاژهای مس قابلیت ریخته گری آلیاژهای مس، قالب گیری به روش را دارند. ماسه سیلیسی متداولترین نوع ماسه مورد استفاده جهت آلیاژهای مس است.

۲. قالبهای دائم:

الف) قالب های ریژه: تعدادی از آلیاژهای مس در قالب های ریژه قابلیت ریخته گری دارند ولی این روش بیشتر برای ریخته گری برنج زرد و بعضی از برنزهای حاوی سیلیسیم و منگنز به کار میرود و بیشترین کاربرد آنها برای تولید شیرآلات و قطعات است.

ب) قالب های گریز از مرکز: که بیشتر جهت ریخته گری بوش های برنجی و برنزی مورد استفاده قرار میگیرد.

ج) قالب های تحت فشار: که بیشتر جهت قطعه ریزی مورد استفاده قرار میگیرند.

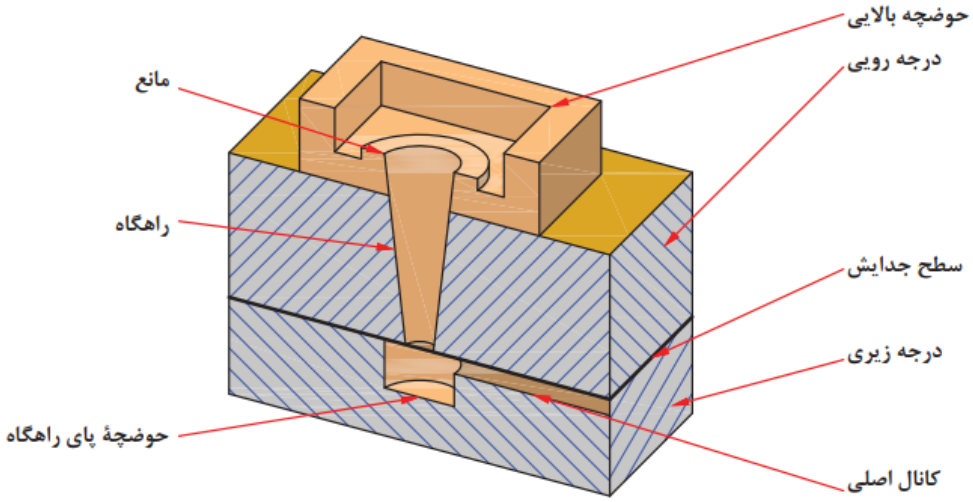
سیستم راهگاهی

در ریخته گری آلیاژهای مس باید بسیاری از اصول و مشخصات عمومی سیستم راهگاهی رعایت شود که در مباحث عمومی مربوط به ریخته گری همواره به آنها اشاره شده است.

نحوه تعبیه سیستم راهگاهی در ریخته گری آلیاژهای مس:

۱. **حوضچه بالایی راهگاه:** به منظور کاهش تلاطم مذاب و در نتیجه جذب گاز کمتر آن، در آلیاژهای مس حوضچه لگنی بیشترین موارد مصرف را دارند.

این نوع حوضچه نقش جلوگیری از افزایش ارتفاع بارریزی و فشار حاصل از آن و همچنین حذف سرباره و مواد غیرفلزی را برعهده دارد.



۲. **کانال راهگاه:** قطر دهانه خروجی راهگاه و نسبت آن به دهانه ورودی (در حالت مخروطی) نمیتواند از محاسبات و اندازه های مربوط به سرعت جریان مذاب خارج باشد. مقطع متوسط کانال راهگاهی بر خلاف آلومینیوم ریزی کوچک ترین مقطع سیستم راهگاهی نیست و معمولاً این مقطع از کانال اصلی کوچک تر و از کانال های فرعی (مجموع مقطع) بزرگتر است که دلیل آن فشاری بودن این سیستم ها برای تولید آلیاژهای مس است.

رابطه سرعت جریان مذاب (سرعت لحظه ای مذاب)

$$v = \frac{\eta . R_e}{\rho . D_e}$$

قابل ذکر است که برای مقاطع غیر دایره ای D_e، قطر معادل است، که از رابطه زیر بدست می آید:

$$D_e = \frac{\text{مساحت مقطع} \times ۴}{\text{محیط مقاطع}}$$

۳. کانال های اصلی و فرعی:

کانال های اصلی با مقاطع مستطیلی حدود ۲ تا ۶ برابر مقطع دهانه خروجی راهگاه منظور میگردند و اصولا در درجه زیر تعبیه میشوند درحالی که کانال های فرعی بدون توجه به محل قالب که در درجه زیرین و یا بالایی تعبیه شده است، عموماً در درجه رویی ساخته میشوند.

مقطع کانال های اصلی بزرگترین و مجموع مقاطع کانال های فرعی کوچک ترین مقاطع در سیستم راهگاهی آلیاژهای مس میباشند که معمولاً ضخیم بودن کانال اصلی برای ایجاد توقف اولیه و تقلیل فشار مذاب میباشد. که گاه بوسیله حوضچهٔ پای راهگاه نیز تأمین میگردد.

در بسیاری موارد قسمت های اضافه، مانند مانع برای جلوگیری از ورود سرباره و همچنین سهولت جداکردن سیستم راهگاهی (بخصوص در کانال های فرعی) استفاده میشوند.

طرح سیستم راهگاهی قطعات ریختگی آلیاژهای مس به دو دسته تقسیم می شوند.

الف) سیستم راهگاهی بدون استفاده از تغذیه: در قطعات کوچک، نازک و یکنواخت، سیستم راهگاهی وظیفه تغذیه و جبران کسری های ناشی از انقباض را نیز برعهده دارند. در این روش سعی بر استفاده از گرمای حاصل از عبور تمام مذاب در کانال فرعی (اصلی) میباشد، که با بزرگتر انتخاب کردن مقاطع سیستم راهگاهی عمل انجماد در آنها به تأخیر میافتد و اغلب برای کنترل مذاب و سهولت جدا کردن قطعه از سیستم راهگاهی، ماهیچه های مانع از مواد مختلف به کار برده میشوند.

همچنین درمورد قطعات کوچک که به صورت صفحه ای قالب گیری میشوند. سعی میگردد که بدون نیاز به منبع تغذیه همراه با سیستم راهگاهی مناسب عمل پرشدن قالب و کنترل انقباض انجام گیرد به طوری که اتصال کانال به قطعه نسبت به مقاطع ورودی مذاب در سطح پایین تری قرار گیرد.

ب) سیستم راهگاهی با استفاده از تغذیه: در قطعات بزرگ، ضخیم و نامتجانس که با توجه به تنوع آلیاژهای مس که دارای ۹-۴/۵ درصد انقباض حجمی هستند و همچنین تنوع انجماد آنها از نوع خمیری یا پوستهای هستند، استفاده از تغذیه و مبرد و گاه استفاده توأم آنها ضروری است. در این حالت طراحی سیستم راهگاهی متفاوت است به طوری که سرعت مذاب در کانالها و ابعاد مقاطع برحسب تقدم استفاده تغذیه در مسیر راهگاه و یا بعد از قالب متغیر میگردد.ص۵۸

نحوهٔ محاسبه ابعاد تغذیه برای آلیاژهای مس

روش مدول که از دقت زیادی برای رسیدن به جواب و سرعت محاسبه کمتری برخوردار است جهت محاسبه ابعاد تغذیه آلیاژهای مس مورد استفاده قرار میگیرد.

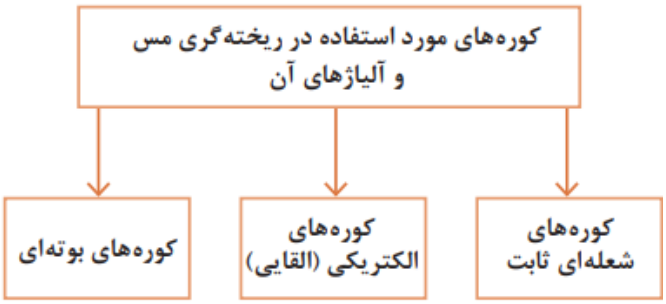
برای آلیاژهای با انجماد پوسته ای اگر $\frac{Mr}{Mc}=۱/۲$ باشد مذاب رسانی با موفقیت انجام میگیرد. برای آلیاژهای دیگر معمولا این نسبت بین ۱/۵-۱/۲ متغیر است.

نکته: برخی از آلیاژهای مس نیز دارای انجمادهای پوسته ای هستند.

برنز قلع، دارای فاصلهٔ انجماد بسیار زیادی است، که ازنظر محاسبات تغذیه و ایجاد قطعه بدون انقباض با اشکالات بسیاری همراه است. ولی آلیاژهای حاوی سرب و برنج ها معمولاً با اشکالات کمتری روبرو هستند، به خصوص درمورد آلیاژهای

حاوی سرب، که مذاب سرب حتی بعد از انجماد زمینه نیز وجود دارد و قادر به جبران کسری مذاب در قسمت های مختلف است.

روش شارژ کوره



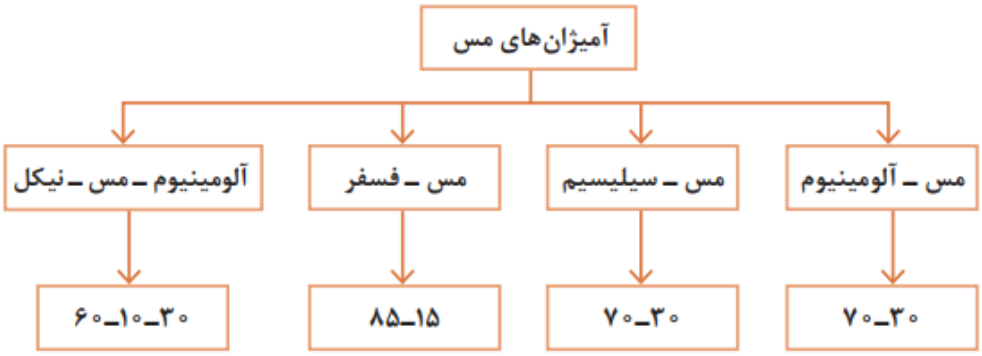
نحوة شارژ کوره های بوته ای: شارژ کردن بوته براساس بیشترین انتقال حرارت انجام میشود. انتقال حرارت لازم جهت ذوب در کوره های بوته ای از طریق هدایت، جابجایی و تشعشع انجام میگیرد. بوته، حرارت شعله را جذب میکند و آن را به شارژ منتقل میکند که در اینجا انتقال حرارت از طریق هدایت نسبت به انتقال حرارت از طریق جابجایی و تشعشع از اهمیت بیشتری برخوردار است. بنابراین با کمتر شدن فضاهای خالی داخل کوره و بوته توسط چیدمان صحیح شارژ، بازده ذوب افزایش مییابد. همچنین ظرفیت بوته نیز به حداکثر میرسد.

نحوة شارژ کوره های الکتریکی (القایی): چیدمان شارژ جهت ذوب همانند کوره های بوته ای است با این تفاوت که حرارت لازم جهت ذوب از طریق جریان القایی حاصل از میدان مغناطیسی تأمین میگردد. بنابراین وجود فضاهای خالی در شارژ منجر به کاهش شدت جریان و در نتیجه افزایش زمان ذوب و کاهش راندمان کوره میگردد.

نحوة شارژ کوره های شعله ای (ثابت): کورة شعله ای یا تشعشعی دارای حمام مذاب باعمق کم بوده و در ذوب فلزات از آنها استفاده میشود. حرارت حمام از طریق گازهای داغ در روی سطح فلز و تشعشع ناشی از سقف تأمین میگردد.

نحوة شارژ این کوره ها به این صورت است که ابتدا کوره را تا حدود ۱۵۰۰درجه سلسیوس پیش گرم کرده سپس قراضه ها را شارژ و مشعل های روی سطح و سقف کوره روشن میشود تا عمل ذوب انجام گیرد. سوخت این کوره ها میتواند گازوئیل، مازوت یا گاز شهری باشد.

نکته: وظیفة آمیژانهای مربوط به مس و آلیاژهای آن کاهش نقطة ذوب نیست بلکه چگونگی ساخت آلیاژ و همچنین جلوگیری از تصعید بعضی از عناصر است که سبب استفاده از آمیژان های مس میگردد.



برخی از آمیژان ها همراه با شارژ اولیه به کوره اضافه میگردند به جز آمیژان مس ـ فسفر که علاوه بر آلیاژسازی مس و آلیاژهای آن نقش اکسیژن زدایی را برعهده دارد. لذا در آخرین مرحله و قبل از بارریزی تحت فلاکس پوششی به مذاب افزوده می شود.

ریخته گری انواع آلیاژهای مس

پرمصرفترین برنزها در صنعت

۱. برنزهای قلع دار ۲. برنز آلومینیوم ۳. برنز سیلیسیم

آلیاژ سازی مس

در این قسمت به سه نوع از آلیاژسازی مس پرداخته میشود.

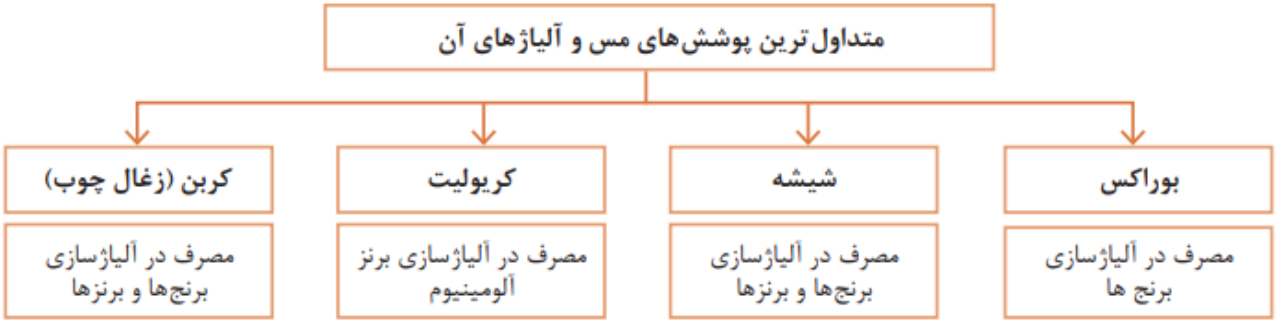
۱. مس ـ روی (برنج ها) ۲. مس ـ قلع (برنز قلع دار) ۳. مس ـ آلومینیوم(برنز آلومینیوم)

انواع مواد گاززدای مس و آلیاژهای آن

عمده ترین گازهای مخرب در مذاب مس و آلیاژهای آن

۱. **اکسیژن:** راه های جلوگیری از جذب و خارج کردن اکسیژن از مذاب مس و آلیاژهای آن عبارتند از:

۱. استفاده از پوشش های مناسب با آلیاژ.



ب) استفاده از عناصر اکسیژن زدا

وجود فلزاتی نظیر روی، آلومینیوم، سیلیسیم، لیتیم و منگنز در مذاب مس علاوه بر آلیاژسازی نقش اکسیژن زدایی مذاب را دارند ولی فسفر پرکاربردترین عنصر اکسیژن زدا در آلیاژهای مس میباشد که به صورت فسفر برنز کاربرد دارد.

۲. هیدروژن: راههای جلوگیری از جذب و خارج کردن هیدروژن از مذاب مس و آلیاژ های آن عبارتند از:

۱ استفاده از پوشش های مناسب با آلیاژ.

۲. گاز زدایی توسط گازهای خنثی با روش افزایش فشار داخلی مذاب. (پرکاربردترین این گازها ازت میباشد)حتماً قبل از ریختن مذاب باید پارامترهای زیر مورد بررسی قرار گیرد:

دما تحت کنترل باشد.

دمای مذاب توسط ترموکوپل اندازهگیری میشود.

نحوة آلیاژسازی مس ـ روی (برنج)

ابتدا هم در کوره های بوته ای و هم در کوره های القایی به دلیل اختلاف زیاد نقطه ذوب مس و روی و بالا بودن فشار بخار روی، فلز مس را ذوب کرده (دما قبل از آلیاژسازی توسط ترموکوپل اندازه گیری میشود. چرا که فوق ذوب زیاد از حد منجر به اتلاف بیشتر فلز روی میگردد).

سپس مقدار فلز روی با درنظر گرفتن مقدار اتلاف (۵.۳ درصد) آن در آخرین مرحلة ذوب قبل از بارریزی و تحت فلاکس پوششی به مذاب مس افزوده میشود.

مراحل آلیاژسازی

۱. ذوب مس

۲. افزودن پوشش

۳. کنترل دما (جلوگیری از افزایش بیش ازحد فوق ذوب)

۴. آخرین مرحله، اضافه کردن فلزروی.

برای جلوگیری از جدایش فلز روی در فاصله انجماد به دلیل اختلاف چگالی و اختلاف نقطه ذوب و اختلاف در شبکه کریستالی، فلز روی در چند مرحله به مذاب مس اضافه میگردد. در کوره های القایی نیاز به هم زدن مذاب نیست چون

جریان القایی داخل کوره منجر به چرخش مذاب میگردد ولی در کورههای بوته ای پس از اینکه در چندین مرحله فلز روی تحت فالکس پوششی اضافه گردید نیاز به هم زدن مذاب پس از هر مرحله میباشد.

نحوة آلیاژ سازی مس ـ قلع (برنز قلع)

تمام مراحل آلیاژسازی مس ـ قلع همانند مس ـ روی میباشد با این تفاوت که قلع خالص، قبل از افزودن به مذاب تا ۲۰۰ درجة سلسیوس پیش گرم میشود و تحت فلاکس پوششی به صورت یکجا و یک مرتبه به کوره اضافه میگردد.

مراحل آلیاژسازی:

۱. ذوب مس

۲. افزودن فلاکس پوششی

۳. کنترل دما

۴. پیش گرم کردن قلع تا ۲۰۰ درجه سلسیوس

۵. آخرین مرحله، اضافه کردن قلع بصورت یکجا.

نحوة آلیاژ سازی مس ـ آلومینیوم (برنز آلومینیوم)

آلیاژسازی مس- آلومینیوم کمی نسبت به آلیاژ های قبلی متفاوت است. آلومینیوم نسبت به روی و قلع دارای نقطه ذوب بالاتر و چگالی پایین تری میباشد. لذا با توجه به ابعاد شمش، آلومینیوم را طی چند مرحله به مذاب اضافه میکنند. به دلیل افت دمایی کوره، مقداری فوق ذوب را بالاتر میگیرند.

کوره های القایی نیاز به هم زدن مذاب ندارد، ولی در کوره های بوته ای تحت فلاکس پوششی، آلومینیوم را مرحله به مرحله اضافه نموده و پس از هر مرحله مذاب را هم میزنند.

مراحل آلیاژسازی

۱. ذوب مس

۲. افزودن فلاکس پوششی

۳. کنترل دما

۴. افزودن مرحله ای آلومینیوم.

آنالیز نهایی قبل از مذاب ریزی

برای بدست آوردن آنالیز نهایی نمونه گیری انجام میشود.

دو راه برای گرفتن نمونه از مذاب:

الف) قالب دائم: نمونه گیری توسط ملاقه و ریختن در قالب فلزی و پس از حصول انجماد نمونه از قالب خارج میشود. (جنس قالب ها، معمولا از فولادهای پرکربن یا چدن های پرکربن میباشند)

ب) قالب موقت: نمونه گیری به صورت مستقیم از مذاب انجام میگیرد. بدین صورت که نمونه گیر از جنس ماسه چراغی است و برسر یک میله فولادی کاملا تمیز و خشک نصب و به داخل مذاب فرو برده میشود. بعد از گذشت حدود ۱۰ ثانیه از پرشدن قالب با تخریب آن نمونة گرفته شده، خارج و به آزمایشگاه فرستاده میشود. پس از تأیید آنالیز، مذاب جهت ریخته گری هدایت میگردد.

پودمان سوم آلیاژسازی چدن

آلیاژسازی چدن

آزمایش کشش

آزمایش کشش یکی از آزمایش هایی است که بر روی فلزات و آلیاژها به منظور پی بردن به خواص مکانیکی انجام میشود و مهمترین در بین آنها به حساب می آید. روش کار بدین صورت است که ابتدا نمونهای با ابعاد استاندارد تهیه میشود که این نمونه از نظر شکل ظاهر و ابعاد میتواند متفاوت باشد. اما به طور کلی برای انجام آزمایش به صورت عمومی از نمونه ای مطابق شکل استفاده میشود. قسمت وسط نمونه، استوانه ای شکل با طول و قطر معیّن است که براساس توان دستگاه کشش این ابعاد میتوانند متغیر باشند.

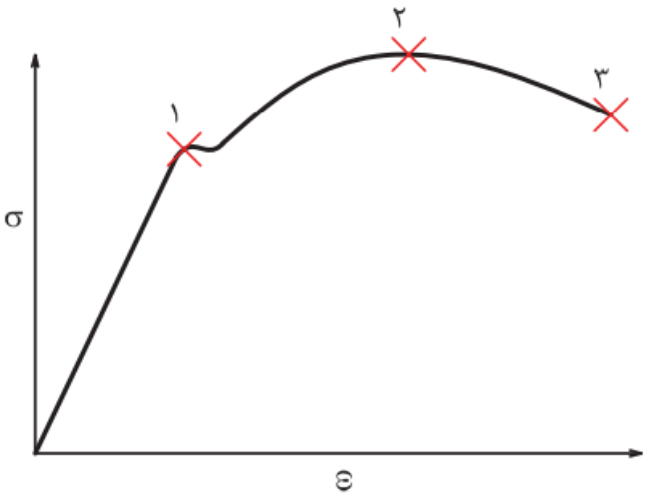
نمونه ما بین دو فک دستگاه قرار داده میشود بطوریکه یکی از فک ها (فک پایین) ثابت و دیگری متحرک است. در اثر دور شدن فك متحرك از فک ثابت به نمونه نیروی کششی اعمال شده و در اثر این نیرو طول نمونه افزایش مییابد تا جایی که ابتدا در ناحیه وسط نمونه قطر کاهش یافته و سپس میشکند. هر دستگاه کشش مجهز به سیستمی است که میتواند تغییرات طول و همچنین میزان نیروی اعمال شده را در هر لحظه مشخص نماید.

$\Delta L = L - L_o$ (L و L_o به ترتیب طول نهایی و طول اولیه نمونه کشش است)

با توجه به اینکه برای نمونه هایی با قطر و طول متفاوت این دو کمیت متغیر بوده و ثابت نیستند، به جای نیروی کششی (F)، استحکام و یا تنش کششی (σ) و همچنین به جای تغییرات طول (LΔ)، تغییرات طول نسبی (ε) در نظر گرفته میشود زیرا این دو کمیت برای نمونه های با ابعاد متفاوت، ثابت بوده و فقط نوع آلیاژ و ترکیب شیمیایی میتواند بر آنها تأثیرگذار باشد نه ابعاد نمونه.ص۷۴

$$\sigma = \frac{F}{A_{\circ}} \quad , \quad \%\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_{\circ}} \times ۱۰۰$$

علاوه بر این هر دستگاه کشش میتواند تغییرات طول نسبی را به ازاء تنشهای وارد شده لحظه ای در قالب یک منحنی ترسیم نماید به طور مثال این منحنی برای فولاد کم کربن مطابق شکل زیر خواهد بود:



گروه بندی آلیاژهای آهنی

به طور کلی آلیاژهای آهنی به دو گروه اصلی فولادها و چدن ها تقسیم میشوند. فولادها به دلیل داشتن نقطه ذوب بالاتر نسبت به چدن ها عموماً در کوره های الکتریکی ذوب میشوند. در حالیکه چدن ها را به راحتی میتوان در انواع کوره ها ذوب نمود. بنابراین مباحث این بخش در مورد آلیاژهای آهنی و فقط برای چدن ها مطرح شده است. چدنها به طور کلی آلیاژهای آهن و کربن میباشند که بیش از ۲% کربن دارند به علاوه عنصر سیلیسیم نیز، یکی دیگر از عناصر اصلی آنها به شمار می آید. بر اساس چگونگی وجود کربن به دو گروه اصلی سفید و خاکستری تقسیم بندی میشوند. بطوریکه چدن های آلیاژی نیز که گروه وسیعی بوده و از نوع سفید آلیاژی و خاکستری آلیاژی هستند. در چدن سفید بیشتر کربن از نوع ترکیب کاربید آهن یا سمنتیت است. سمنتیت به دلیل سختی بالا از مقاومت سایشی خوبی برخوردار میباشد.

در چدن های خاکستری تمامی و یا بخش عمدهای از کربن به صورت کربن آزاد (گرافیت) بوده که در زیر میکروسکوپ به رنگ سیاه و در شکل های مختلف دیده میشود. به طوری که بدون نیاز به اچ کردن و پس از پرداخت کامل سطحی کاملاً قابل تشخیص است.

همچنین مقدار گرافیت و کربن ترکیبی (کاربید آهن) موجود در چدنها میتواند منشأ تغییر خواص مکانیکی باشد، به طوری که در چدن های سفید که کربن آزاد وجود ندارد سختی زیاد و در چدن های خاکستری بر اساس درصد پرلیت زمینه، سختی های متفاوت وجود خواهد داشت اما میزان آن به گونه ای است که قابلیت برادهبرداری دارد.

چدن های **خاکستری**

از دیگر مزایای گرافیت، انتقال حرارت بالای آن است به طوری که در موتورهای احتراقی و همچنین قالب های چدنی کاربرد فراوان دارد. به علاوه عمل براده برداری آن به دلیل خرد و شکسته شدن براده ها به راحتی امکان پذیر بوده و قابلیت جوشکاری نیز دارند. از نظر ریخته گری و تولید، اولا تهیه مذاب آن به شرط کنترل نمودن میزان کربن و سیلیسیم برای قطعات با ضخامت ها و خواص مورد نظر به راحتی امکان پذیر بوده و ثانیاً به دلیل اینکه مذاب از سیالیت بالا و انقباض حجمی پایین برخوردار است مذاب رسانی به راحتی صورت گرفته و به علت استفاده از تغذیه

کوچک و یا بعضی مواقع عدم نیاز به تغذیه، قطعات ریختگی بالاترین راندمان را دارا خواهند بود. عوامل متعددی میتوانند در خواص چدن های خاکستری مؤثر باشند که مهمترین آنها به صورت زیر است:

الف) مقدار و شکل گرافیت: گرافیت های ورقه ای از نظر شکل به پنج نوع تقسیم بندی میشوند.

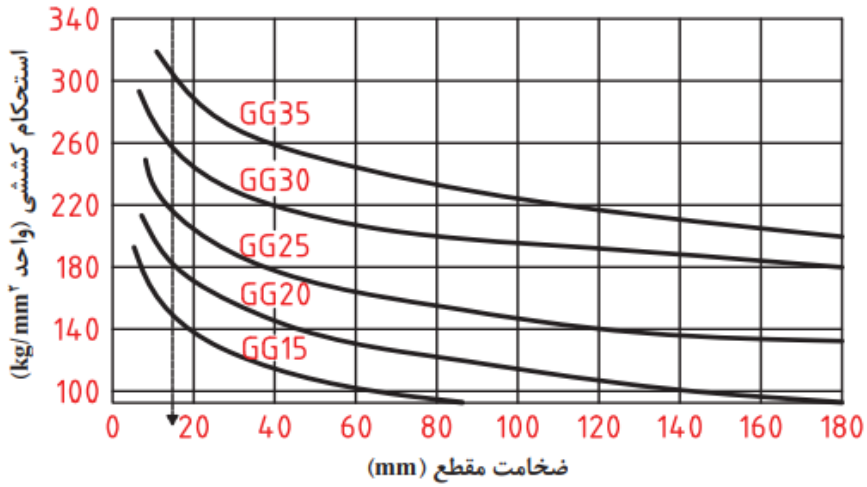
ب) اندازه گرافیت و نحوه توزیع آن: گرافیت ها از نظر اندازه به هشت گروه تقسیم بندی شده است.

معمولا برای تعیین اندازه گرافیت از میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی ۱۰۰ استفاده میشود. برای این منظور از ساختار نمونه عکس تهیه شده و با عکس های استاندارد مقایسه میشود تا اندازه گرافیت تعیین گردد. این نکته را بایستی در نظر داشت که در این عکس ها بزرگترین اندازه یعنی شماره ۱ طولی برابر ۱۲۸ میلیمتر و کوچک ترین آن یعنی شماره هشت طولی معادل ۱ میلیمتر خواهد داشت و اگر گرافیت ها کروی باشند این اندازه ها معادل قطر گرافیت هستند.

ج) نوع زمینه: چدن های خاکستری معمولی میتوانند دارای زمینه فریت، پرلیت و یا مخلوطی از فریت و پرلیت باشند. زمینه فریت سختی و استحکام کششی پایین دارد. لازم به ذکر است که فریت موجود در چدنها به دلیل دارا بودن عناصری نظیر سیلیسیم، منگنز، نیکل و مس دارای سختی و استحکام بالاتری نسبت به فریت موجود در فولادها است. زمینه پرلیت به دلیل لایه‌های فریت و سمنتیت از استحکام بالاتری برخوردار است.همچنین به دلیل وجود سیلیسیم بالا در چدن ها درصد کربن موجود در پرلیت میتواند کمتر از ۰/۸% باشد و این مقدار کربن بر اساس ترکیب شیمیایی و سرعت سرد شدن متغیر

است. با توجه به اینکه فریت استحکام کم و پرلیت استحکام بالاتر دارد میتوان با ایجاد زمینه با نسبت های متفاوتی از فریت و پرلیت، چدن هایی با خواص متنوع تولید کرد.

برای مشاهده نوع زمینه پس از پرداختکاری و قبل از بررسی میکروسکوپی باید از محلول مناسب به منظور اچ کردن استفاده شود. در صورتیکه ترکیب شیمیایی و سرعت سرد شدن مناسب انتخاب نشود ممکن است در نقاطی از قطعه به جای گرافیت، سمنتیت تشکیل شود. از آنجاییکه کاربید تشکیل شده به عنوان عیب محسوب میشود باید جهت جلوگیری از تشکیل آن، کنترلهای لازم انجام شود. میزان ضخامت تأثیر زیادی در نحوه انجماد از حالت مذاب دارد و میتواند سبب تغییر خواص گردد. بنابراین میزان کربن معادل باید بر اساس ضخامت تنظیم گردد تا بتوان زمینه مورد نظر و در نتیجه استحکام و سختی دلخواه را به دست آورد.



عملیات ذوب چدن

برای تهیه مذاب چدن خاکستری همانطور که قبلا گفته شد میتوان از انواع کوره های ذوب استفاده کرد. اما نحوة انتخاب کوره مناسب، بستگی به عواملی از جمله کیفیت و مقدار مذاب مورد نیاز دارد. کوره های بوته ای، مذابی با کیفیت بالا تولید میکنند اما به دلیل ظرفیت و همچنین بازده حرارتی پایین، بیشتر برای آلیاژهای غیرآهنی کاربرد دارند.

کوره کوپل ظرفیت تولید بالا دارد اما به دلیل آلوده سازی محیطزیست و عدم توانایی کنترل دقیق آنالیز چدن کمتر استفاده میشود. البته برای برطرف کردن این مسائل بیشتر کارخانجات از روش ذوب دوگانه استفاده میکنند یعنی ذوب توسط کوره کوپل و تنظیم دما و ترکیب شیمیایی توسط کوره القایی انجام میگیرد.کوره های شعله ای نوع ثابت و دوار میتوانند به همین منظور یعنی ذوب نمودن چدن های خاکستری استفاده شوند. البته نوع دوار به دلیل راندمان بالاتر بیشتر کاربرد دارد. ولی به علت تماس مستقیم محصول احتراق یعنی شعله با مواد شارژ و در نتیجه مذاب، احتمال تغییر ترکیب شیمیایی و سوختن عناصر مفید نظیر کربن، سیلیسیم و سایر عناصر وجود دارد. همچنین گوگرد میتواند جذب مذاب گردد.

کوره های برقی مخصوصاً القایی به دلایل متعدد از جمله کارکرد بدون صدا و آلایندگی کمتر محیط زیست (عدم استفاده از سوخت فسیلی) تولید مذاب یکنواخت از نظر ترکیب شیمیایی و درجه حرارت، راندمان حرارتی بالا، دارا بودن ظرفیت های پایین و بالا، تلفات حداقل عناصر مفید ذوب، کنترل دما به دلخواه و دسترسی آسان به مذاب، در صنعت کاربرد فراوان دارند لازم به ذکر است که سرمایه گذاری اولیه در مورد این کوره ها نسبت به سایر کوره ها بالاتر است.

مواد شارژ برای چدن خاکستری: این مواد برای تولید چدن خاکستری عبارتند از شمش و قراضه چدن، برگشتی ها، قراضه فولاد، مواد کربن ده و فرو آلیاژها. نحوه استفاده از آنها به نوع کوره بستگی دارد. لازم به ذکر است یک شارژ میتواند مخلوطی از مواد بالا باشد.

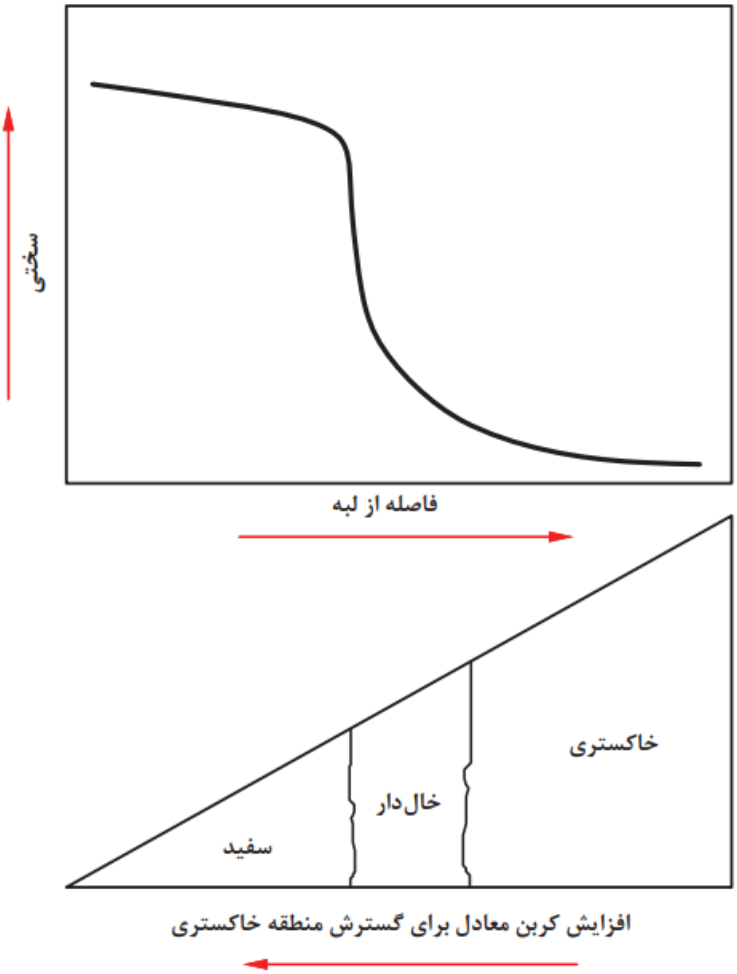
نکته: در مورد کوره های بوتهای و شعله ای نمی توان از قراضه فولاد استفاده کرد. همچنین در مورد کوره کوپل حداکثر ۳۰ درصد مواد شارژ باید قراضه فولاد باشد اما در کوره القایی شارژ میتواند صد درصد قراضه فولاد با ترکیب شیمیایی مشخص بوده که فاقد ناخالصی های اضافی و اکسیدی باشند.

با توجه به اینکه قراضه فولاد دارای درصد کربن پایین است در هنگام ذوب مرتب باید مواد کربن ده متناسب با وزن قراضه فولاد به مذاب افزوده شود. بیشترین کاربرد در بین مواد کربن ده را گرانول مواد کربن ده دارد که حاوی ۹۹ درصد کربن بوده و جذب آن به راحتی صورت میگیرد.

پس از آماده شدن مذاب برای اطمینان از ترکیب شیمیایی، از آن جهت آزمایش کوانتومتری نمونه گیری میشود. این نمونه باید در قالب های فلزی ریخته شود تا با سرعت بالا سرد شده و کربن آن نتواند آزاد شود زیرا وجود کربن آزاد (گرافیت) باعث خطا در نتیجه خواهد شد. در مورد مذاب با کربن معادل بالا، چون امکان آزاد شدن مقداری گرافیت وجود دارد تمامی سیلیسیم قبل از انجام آزمایش به مذاب اضافه نمیشود بلکه ابتدا مقداری از آن اضافه شده و پس از انجام آزمایش بقیه آن اضافه میشود.

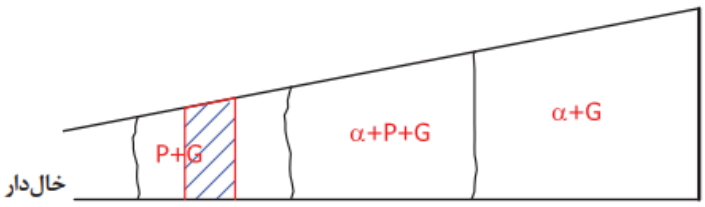
همچنین اگر مدل قالبگیری شده جهت مذاب ریزی، به گونه ای باشد که دارای ضخامت های کم و زیاد باشد و احتمال نرسیدن مذاب (نیامد کردن) به قسمت هایی از قالب وجود داشته باشد آزمایش سیالیت نیز باید انجام شود.

برای این منظور بیشتر از آزمایش مارپیچ استفاده میشود. به علاوه تست گوه نیز میتواند راهنمای بسیار مؤثری جهت اطمینان از کربن معادل انتخابی نسبت به ضخامت قطعه باشد. شکل مقطع طولی یکگوه و ساختارهای احتمالی در آن را نشان میدهد.



همانطور که ملاحظه میشود در مقطع یک گوه ساختارهای متفاوتی مشاهده میشود. در منطقه سفید به دلیل سرعت انجماد بالا، کربن نتوانسته آزاد شود و به همان حالت ترکیب (کاربید آهن) باقی مانده در نتیجه گرافیت تشکیل نشده و ساختاری متشکل از سمنتیت و پرلیت وجود خواهد داشت. منطقة خالدار چون سرعت انجماد کندتری نسبت به محدوده سفید دارد در نتیجه علاوه بر ساختار سمنتیت و پرلیت مقداری گرافیت نیز ایجاد میشود. مناطق سفید و خال دار به هیچ وجه نبایستی در چدن های خاکستری به وجود آیند و در صورتی که ضخامت قطعه ریختگی کمتر از حداکثر ضخامت منطقه خالدار باشد بایستی کربن معادل را افزایش داد.

در مورد منطقه خاکستری نیز چون دارای ضخامتهای متفاوت است بنابراین نوع زمینه و همچنین اندازه گرافیت میتواند متفاوت باشد اگر این منطقه را به صورت جداگانه در نظر بگیریم مطابق شکل زیر خواهد بود.



همانطور که ملاحظه میشود منطقه خاکستری از مناطق پرلیت، فریت و پرلیت و بالاخره فریت که افزایش و یا کاهش کربن معادل میتوان این مناطق را به چپ و یا راست تغییر مکان داد و یا اصلا هر سه منطقه همراه با گرافیتهای لایه ای اما با اندازه های متفاوت هستند، تشکیل شده است. با منطقه ای را از بین برد. اصولا چدنی از نظر استحکام کششی مورد قبول است که در منطقه پرلیت به همراه گرافیت یعنی کمی بعد از محدوده خالدار (منطقه هاشور خورده) باشد بنابراین ضخامت این ناحیه برای ساخت قطعات، بیشتر مورد توجه قرار میگیرد.

موادی که به عنوان جوانه زا در صنعت مورد استفاده قرار میگیرند موادی هستند با ترکیباتی از کربن و سیلیسیم و یا مخلوطی از هر دو، که برای افزایش میزان قدرت جوانه زایی، عناصری نظیر کلسیم، باریم و آلومینیوم نیز به آنها اضافه میشود. ماده جوانه زای مصرفی اکثراً فروسیلیس ۷۵ درصد و یا محصولات تجاری آماده در بازار تحت نام ایناکولین، سوپرسید و زیرسینوک است. میزان مصرف این مواد بر اساس وزن مذاب بوده و حداکثر قدرت آنها تا میزان ۰/۴ درصد وزن مذاب است و هیچگاه نبایستی بیش از ۰/۶ درصد وزن مذاب باشد زیرا باعث کاهش استحکام میگردد.

روش های جوانه زایی یا تلقیح

عمل جوانه زایی همانطور که قبلاً بیان شد باید به گونه ای انجام شود که فاصله زمانی بین این عمل و انجماد مذاب حداقل باشد زیرا پس از افزودن این مواد به مذاب به مرور زمان اثر آنها کم شده به طوری که پس از گذشت ۵ الی ۱۰ دقیقه تقریباً بی تأثیر میشوند به همین منظور از دو روش به صورت زیر استفاده میگردد.

۱. **جوانه زایی در پاتیل**: در این روش مواد جوانه زا به دو حالت به مذاب اضافه میشود. حالت اول اضافه کردن جوانه زا در ناودان خروج مذاب از کوره هنگام بارگیری پاتیل. حالت دوم ریختن مواد جوانه زا در کف پاتیل قبل از بارگیری مذاب. در بسیاری از موارد اضافه کردن جوانه زا هنگام ریختن مذاب به درون پاتیل و به تدریج صورت میگیرد.

۲. **جوانه زایی در قالب:** در این روش جوانه زا هنگام انتقال مذاب از پاتیل به درون حوضچه بارریز ریخته شده و یا درون محفظه ای طراحی شده داخل سیستم راهگاهی اضافه میشود.

کارآیی جوانه زایی در قالب بالاتر است اما اجرای آن مشکل تر از جوانه زدایی در پاتیل است.

اندازه دانه های مواد جوانه زا از اهمیت بالایی برخوردار است. برای انجام جوانه زایی در قالب، معمولا از مواد ریز در حدود ۲ میلیمتر و در مورد جوانه زایی در پاتیل از مواد درشت تر حدود ۵ الی ۱۰ میلیمتر با توجه به وزن مذاب استفاده میشود.

لازم به ذکر است که برای انتقال مذاب از کوره به قالب از پاتیل استفاده میشود و پاتیل ها بر اساس چگونگی خروج مذاب از آنها به منظور ریختن مذاب به درون راهگاه به سه گروه یعنی سرریز، میان ریز (قوری شکل) و کف ریز تقسیم

بندی میشوند. در پاتیل سرریز حتماً بایستی سربارهگیری به صورت کامل انجام شود ولی در دو نوع دیگر نیاز به عمل سرباره گیری نمی باشد.

مواد قالب

پس از آماده شدن مذاب این مواد درون قالب هایی که قبلاً آماده شده اند، بارریزی میشوند. بنابراین قالب بایستی دارای شرایطی باشد: که اولاً از درجه دیرگدازی بالایی برخوردار بوده و ثانیاً استحکام کافی داشته تا در مسیر حرکت مذاب چدن که نسبتاً سنگین میباشد خراب نگردد.

به طور کلی از مواد قالب مختلفی که در صنعت رایج است، استفاده میشود. ماسه های مورد استفاده معمولا دارای ترکیب شیمیایی ۹۵ تا ۹۹ درصد اکسید سیلیس با دانه بندی های متفاوت هستند. در قالب های ماسه تر علاوه بر ماسه و بنتونیت و آب، مقداری پودر گرافیت یا زغال سنگ (به میزان ۱ الی ۳ درصد) برای افزایش کیفیت سطحی به مخلوط اضافه می نمایند. قالب هایی که با استفاده از چسب سیلیکات سدیم (آب شیشه) و دمیدن گاز $2CO$ سخت میشوند به دلیل استحکام بالا و در نتیجه کوچک تر شدن تغذیه ها و کاهش میزان برگشتی، استفاده روزافزونی پیدا کرده است.

در صورت لزوم میتوان از مواد پوشش قالب که از مواد نسوز (دیرگداز) محلول در آب یا الکل تشکیل شده و در بازار تحت عنوان تجاری مولد کت موجود است، به منظور افزایش کیفیت سطحی استفاده نمود.

تغذیه گذاری چدن های خاکستری

همانطور که میدانید آلیاژها و فلزات به طور کلی در مرحله تبدیل از مذاب به جامد، یعنی از زمانی که هسته های جامد درون مذاب تشکیل شده و تا انجماد کامل مذاب، انقباض دارند، که وظیفهٔ جبران آن بر عهده تغذیه است. در مورد چدن های خاکستری این مسئله متفاوت است یعنی در مرحله تبدیل به دلیل اینکه گرافیت آزاد شده و رسوب میکند و نقاطی را در شبکه اشغال می نماید به جای انقباض، انبساط و افزایش حجم در قطعه صورت میگیرد. بنابراین در ابتدا به نظر میرسد که چدن ها نیاز به تغذیه ندارند اما در واقع چنین نیست زیرا اکثر مواقع این انبساط به قالب منتقل گردیده و باعث این نکته را بایستی در نظر داشت که میزان حجم تغذیه لازم برای قطعات چدن خاکستری و یا اصولا میشود تا دیواره های قالب مقداری به عقب رانده شده و انقباض در قالب باقی بماند. اما در مجموع چدن هایی که حاوی گرافیت می باشند کمتر از سایر آلیاژها است.

با توجه به مطالب فوق و بر اساس میزان کربن معادل و شکل قطعه و همچنین استحکام قالب، تغذیه گذاری چدن ها میتواند به روش های متفاوتی انجام شود و یا حتی بعضی مواقع بدون نیاز به تغذیه قطعه را تولید نمود. رایج ترین روش های تغذیه گذاری را میتوان به صورت زیر خالصه نمود:

الف) روش های معمولی: این روش ها که در مورد کلیه آلیاژها به کار برده میشود، میتوانند در مورد چدن ها نیز استفاده گردند که مهمترین آنها در استفاده از مدول انجماد قطعه و تغذیه است که پس از محاسبه مدول قطعه، مدول تغذیه را مقداری بزرگتر انتخاب و سپس ابعاد تغذیه را محاسبه مینمایند.

ب) تغذیه گذاری فشاری: همانطور که از نام آن مشخص است در این روش از فشار ایجاد شده و انبساطی که در اثر آزاد شدن گرافیت در مرحله انجماد صورت میگیرد، استفاده شده و تغذیه ها را بسیار کوچک تر در نظر میگیرند. این حالت در صورتی امکان پذیر است که اولاً کربن معادل مذاب خیلی پایین تر از نقطه یوتکتیک نبوده و ثانیاً قالب از استحکام کافی برخوردار باشد یعنی از ماسه ۲co تولید شده باشد. همچنین مدول انجماد قطعه یعنی نسبت حجم خشک و یا با استفاده از روش به سطح کل آن کمتر از ۰/۶ نبوده و ماکزیمم حدود ۲ باشد قطعاتی که دارای مدول پایین هستند اکثراً توسط سیستم راهگاهی تغذیه میشوند.

ج) تغذیه گذاری به روش تقلیل فشار : این روش نوع دیگری از تغذیه گذاری قطعات چدنی است. اگر چه اساس و پایه گذاری آن بر مبنای قطعاتی است که مدول آنها بیش از ۲/۵ سانتیمتر بوده و در قالبهای با استحکام کم، نظیر قالبهای پوسته ای و ماسهای تر قالبگیری شده اند، اما امروزه کاربرد وسیعتر پیدا کرده و در مورد اکثر قطعات چدنی استفاده میشود.

صول انجام محاسبات بر پایه قسمتی از قطعه میباشد که بزرگترین مدول را دارد (M_b)یعنی ابتدا آن را محاسبه نموده و سپس مدول تغذیه لازم را حساب میکنند.

$$M_r = FM_b$$

محاسبه ابعاد گلویی در این روش بسیار حائز اهمیت میباشد زیرا هدف استفاده از این روش این است که مذاب در حال تبدیل شدن به جامد به دلیل داشتن انبساط، باعث افزایش حجم قالب ماسه ای نشده و در ابتدا مقداری از فشار انبساط مذاب موجود در قالب به تغذیه برگشت داده میشود و سپس گلویی منجمد شده و مقداری از فشار به منظور جبران حفره انقباضی در قالب باقی میماند. به همین منظور مدل گلویی را ۰/۳۵ الی ۰/۵۵ مدول قسمت ضخیم قطعه در نظر میگیرند و یا با استفاده از رابطه $M_n=0/6M_r$ تعیین نموده و چون گلویی را به شکل مکعب در نظر میگیرند طول ضلع گلویی به صورت زیر محاسبه میگردد.

$$M_n = \frac{a}{۴} \Rightarrow a = ۴M_n$$

چدن با گرافیت کروی (داکتیل یا نشکن – (SG (Spheroidal Graphite

با وجود اینکه چدن های با گرافیت های ورقه ای، مزایا و خواص مفیدی دارند اما به دلیل دارا بودن استحکام کششی و مقاومت به ضربه پایین کاربرد آنها بعضی مواقع محدود میشود. برای اینکه بتوان چدنی تولید نمود که در شرایط سخت از نظر خواص مکانیکی کارایی داشته باشد می بایست گرافیت ها از حالت ورقه ای خارج شده و به صورت کروی درآیند. به همین منظور با تغییراتی که در ترکیب شیمیایی مذاب ایجاد میشود میتوان به این مهم دست یافت.

زمینه هایی که میتوانند در چدن های داکتیل معمولی وجود داشته باشند همانند چدن ها با گرافیت های ورقه ای، فریت، پرلیت و یا مخلوطی از فریت و پرلیت به همراه گرافیت های کروی است. اگر حداکثر انعطاف پذیری مورد نظر باشد، زمینه فریتی و در صورتی که حداکثر استحکام فشاری نیاز باشد زمینه پرلیتی بایستی ایجاد شود. به طوری که با تغییر زمینه، چدن های داکتیل میتوانند استحکام کششی ما بین ۴۰ الی ۷۰ کیلوگرم بر میلیمتر مربع داشته باشد. اندازه گرافیت کروی توسط دو عامل میتواند تحت تأثیر قرار گیرد. عامل اول سرعت انجماد است به طوری که هر قدر سرعت انجماد بالاتر باشد تعداد گرافیت های کروی در واحد سطح بیشتر میشود. این مسئله را میتوان با ریختن مذاب در قالب هایی با نوع و ضخامت های متفاوت و بررسی تعداد گرافیت ها در واحد سطح، به خوبی مشخص نمود.

عامل دوم جوانه زایی است. به طوری که اگر این عمل با موفقیت انجام شود، تعداد گرافیت ها در واحد سطح به طور چشمگیر افزایش مییابد.

عملیات ذوب

برای تهیه مذاب به منظور تولید قطعات از جنس چدن نشکن، کوره های دوار و کوپل مناسب نیستند زیرا احتمال جذب گوگرد توسط مذاب وجود دارد. اما میتوان در حجم کم از کوره زمینی و برای تولید بالا از کوره القایی به خوبی استفاده کرد. در کوره زمینی شارژ باید صد در صد شمش مخصوص (شمشی که درصد سیلیسیم آن خیلی بالا نبوده و گوگرد بسیار پایین دارد) ویا شمش مخصوص به همراه حداکثر ۳۰ درصد برگشتی های کارگاه باشد، اما در کوره القایی مواد شارژی از تنوع بالاتری برخوردار است که عبارتند از:

۱. **شمش مخصوص**: که میتواند به طور کامل، شارژ از آن باشد.

۲. **قراضه فولاد:** با توجه به اینکه هزینه خرید شمش بالا است، به منظور کاهش قیمت تمام شده شارژ میتواند صددرصد قراضه فولاد و یا مخلوطی از قراضه فولاد و شمش مخصوص باشد. در این حالت ابتدا باید قراضه فولاد را ذوب و کربندهی کرد سپس شمش مخصوص اضافه شود.

۳. **مواد کربن ده:** ماده کربن ده که همان گرانول (پترولیوم کک) است نسبت به چدن خاکستری متفاوت بوده و گرانول کم سولفور بایستی استفاده شود که نسبت به گرانول پر سولفور قیمت بالاتری دارد.

۴. **فروآلیاژها:** که در مورد چدن داکتیل معمولی فروسیلیس ۷۵ درصد و در مورد چدن های داکتیل آلیاژی از انواع فرو آلیاژها و یا مواد خالص آلیاژی استفاده میشود.

روشهای کروی سازی گرافیت

قبل از اینکه به روش های کروی سازی پرداخته شود، لازم است این نکته تذکر داده شود که رایج ترین ماده کروی کننده گرافیت، منیزیم است. اما این عنصر به دلیل برخی مشکالت که عبارتند از نقطه جوش پایین (حدود ۱۱۰۰ درجه سلسیوس)، فشار بخار بالا، وزن مخصوص کم، امکان شناور شدن در سطح مذاب، اکسیده شدن و از بین رفتن، به طور خالص به ندرت استفاده شده و بیشتر به صورت ترکیب با آهن و سیلیسیم (فرو سیلیکو منیزیم) با عیار ۵ الی ۱۰ درصد منیزیم و ۵۰ درصد سیلیسیم و بقیه آهن مورد استفاده قرار میگیرد. نقش منیزیم در مذاب چدن عبارت است از: ۱. اکسیژن زدایی و گوگردزدایی. ۲. کروی نمودن گرافیت و...

با توجه به اینکه افزودن آلیاژ فروسیلیکو منیزیم به مذاب نیز میتواند خطراتی به دنبال داشته باشد و باعث کاهش میزان جذب شود از این رو تحت شرایط خاص به روشهای زیر آن را به مذاب اضافه مینمایند.

۱. **روش فروبری:** در این روش پس از آماده شدن مذاب، مقدار آلیاژ منیزیم دار (فرو منیزیم یا فرو سیلیکو منیزیم) را بر اساس وزن در داخل کلاهک فروبرنده متصل به میله قرار داده و به سرعت به ته مذاب درون پاتیل فرو میبرند و در همان محل نگه داشته تا واکنش بین منیزیم و مذاب پایان یابد. این روش با اینکه راندمان نسبتاً مناسبی دارد ولی به دلیل پارهای مشکلات کمتر استفاده میشود.

۲. **روش ساندویچی**: بیشترین کاربرد را در بین روش های کروی سازی به خود اختصاص داده، زیرا نیاز به هزینة اضافی نداشته و به علاوه به راحتی امکان پذیر میباشد. به همین منظور پاتیلهایی مطابق شکل زیر که ارتفاع زیاد و قطر کم ($\frac{H}{D}$ = ۲) دارند طوری انتخاب میشوند که پس از ریختن مذاب درون آن، $\frac{۱}{۲}$ ارتفاع بالای پاتیل خالی باشد. زیرا در هنگام جذب منیزیم مذاب تلاطم داشته و امکان بیرون ریختن آن وجود دارد.

سپس در کف پاتیل محفظه ای به منظور قرار دادن آلیاژ منیزیم دار در نظر گرفته میشود. پس از گرم نمودن پاتیل، آلیاژ منیزیمدار را در محفظه قرار داده و روی آن را با ورق فوالدی یا براده چدن و یا با مقداری ماسه چسبدار میپوشانند و به سرعت مذاب را در طرف دیگر پاتیل میریزند تا به تدریج واکنش آلیاژ منیزیم دار با مذاب پایان یابد.

۳. **روش افزودن منیزیم در راهگاه:** روشی جدید برای کروی نمودن گرافیت ها میباشد. در این روش آلیاژ منیزیمدار به صورت ذراتی با اندازه بین ۸ ـ ۵ میلیمتر درون محفظه ای در سیستم راهگاهی به نام محفظه فعل و انفعال قرار داده میشود سپس مذاب با گوگرد کم را درون قالب میریزند.

مذاب در جریان تماس با منیزیم در محفظه فعل و انفعال، منیزیم لازم را جذب کرده و سپس وارد محفظه قالب میشود. این روش دارای مزایایی از جمله عدم آلودگی محیطزیست، عملکرد بهتر جهت کروی نمودن و همچنین صرفه جویی در مصرف آلیاژ کرویکننده را به همراه دارد. ولی عملاً به دلیل مشکلات طراحی محفظه فعل و انفعال و همچنین امکان ورود ناخالصی به محفظه قالب فقط در تولید انبوه قطعات با وزن معین کاربرد دارد.

جوانه زایی

این عمل در مورد چدن خاکستری اگر چه حائز اهمیت است اما برای چدن داکتیل امری کاملا ضروری است. زیرا چدن های داکتیل اولاً به دلیل تمایل بیشتر برای ایجاد کاربیدهای ناخواسته نسبت به چدن های خاکستری، امکان وجود کاربیدهای سخت مخصوصاً در مقاطع نازک تر را دارند و ثانیا عمل جوانه زایی باعث میشود که تعداد گرافیت های کروی در واحد سطح بیشتر شده و در نتیجه استحکام افزایش یابد. روش کار مشابه به چدن های خاکستری است با این تفاوت که عمل جوانه زایی میبایست پس از افزودن منیزیم به مذاب و همزمان با آن انجام شود. مواد جوانهزا در اینجا نیز مشابه چدنهای خاکستری ترکیباتی شامل کربن و سیلیسیم میباشند و هیچ تفاوتی در این مورد وجود ندارد.

شکل انواع گرافیت کروی

گرافیت های نوع ۷، I،II و VI همگی گرافیت های کروی هستند. نوع یک کاملاً ایده آل و نوع دو تأثیر بسیار جزئی در خواص مکانیکی دارد. اما دو نوع پنج و شش به عنوان عیب در تولید گرافیت کروی محسوب میشوند و زمانی شکل میگیرند که عمل کروی سازی و همچنین جوانه زایی به خوبی انجام نشده باشد.

پودمان چهارم قالب گیری پوسته ای

قالب گیری پوسته ای

مقدمه

ریخته گری در قالب های پوسته ای یک روش تولید قطعات است که تاریخ ابداع آن به اواسط قرن بیستم بر میگردد. مهندس و بازرگان آلمانی به نام یوهانس کرونینگ در سال ۱۹۴۴در آلمان این روش را اختراع کرد که در مقایسه با اکثر روش های دیگر توانایی تولید قطعات ساده تا پیچیده با دقت ابعادی بالا را دارا است.

قالب در این روش از دو پوسته تشکیل میشود و هنگامی که دو پوسته کنار هم قرار میگیرند محفظه قالب و سیستم راهگاهی هم شکل میگیرد. هر پوسته از تماس مخلوط ماسه با صفحه مدل فلزی گرم به وجود میآید. در اصل درون ماسه از یک نوع رزین گرما سخت (ترموست) استفاده شده است.

هنگامی که مخلوط ماسه گرم میشود، رزین باعث چسبیدن دانه های ماسه به یکدیگر میشود و در نهایت شکل صفحه مدل فلزی که شامل مدل و سیستم راهگاهی است درون ماسه تعبیه میشود.

مراحل مختلف قالب گیری پوسته ای

ساخت مدل صفحه ای فلزی و حرارت دادن آن؛ پاشیدن مخلوط ماسه روی صفحه مدل و ساخت پوسته؛ جدا کردن پوسته ها از صفحه مدل؛ کنار هم قرار دادن پوسته ها و چسباندن آنها به هم و ساخت قالب پوسته ای؛ قرار دادن قالب درون محفظه ای جهت بارریزی و استفاده از ماسه پشت بند (در صورت نیاز) و مذاب ریزی.

مزایا و محدودیت های قالب گیری پوسته ای

مزایا:

قطعاتی که توسط این روش تولید میشوند کیفیت سطح بالایی دارند و کوچک ترین جزئیات مدل روی سطح آنها به خوبی نشان داده میشود. این خصوصیت به همراه دقت ابعادی بالا، این روش را از نظر این دو ویژگی در کنار روش هایی مانند ریخته گری در قالب های ریژه قرار میدهد.

چنانچه به دلایلی پوسته های تولید شده مورد استفاده قرار نگرفت میتوان آنها را به مدت ۶ ماه در انبار نگه داشت. این پوسته ها در مقابل رطوبت مقاومت بالایی دارند به طوری که میتوان آنها را در محیط های مرطوب نیز انبار کرد.

به علت اینکه در قالب گیری پوسته ای از مدل های فلزی (به ویژه چدن خاکستری) استفاده میشود، سائیده شدن و فرسایش مدل ها کمتر است. این مورد کمک میکند تا تعداد زیادی قالب را بدون تعویض صفحه مدل تولید کرد.

پوسته ها در حرارت های بالا بسیار مقاوم هستند. به همین علت در مقایسه با ریخته گری در ماسه تر، عیوبی مانند آخال های غیر فلزی و ماسه سوزی کمتر است.

پوسته های تولید شده هر چند ضخامت زیادی ندارند اما استحکام بالایی دارند. همچنین به علت سبک بودن به راحتی میتوان آنها را جابجا کرد.

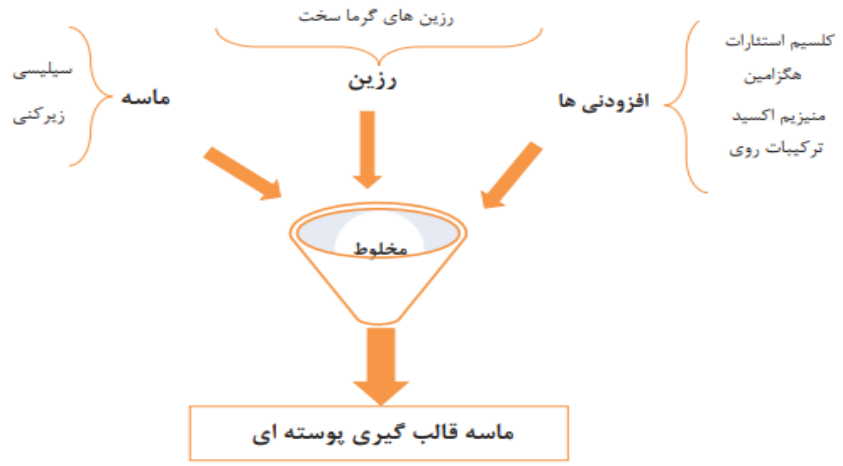
محدودیتها:

از محدودیت های این روش قیمت بالای ساخت صفحه مدل است به طوری که فقط با تولید انبوه میتواند توجیه اقتصادی داشته باشد تا هزینه های ساخت صفحه مدل را جبران کند.

رزین بکار رفته در ماسه، گران است. در وزنه ای برابر هزینه خرید ماسه رزیندار چند برابر ماسه سیلیسی است.

محدودیت وزن قطعات نیز در این روش وجود دارد. به طور معمول وزن قطعات در قالب گیری پوسته ای حداکثر به ۸۰ کیلوگرم می رسد.

مخلوط ماسه قالب گیری پوسته ای



ماسه مورد استفاده از نوع سیلیسی یا زیرکنی یا مخلوطی از آنها است. معمولا ریزی ماسه در محدوده

۸۰ تا ۱۵۰ مش است. اما آنچه که مهم است عاری بودن ماسه از هر گونه خاک است. بنابراین ماسه ها، قبل از مخلوط شدن، شسته شده و خشک میشوند.

رزین های به کار رفته در مخلوط ماسه از نوع رزین های گرما سخت هستند، که معمولا رزین های فنلی که با نامهای رزین فنلیک، رزین فنل فرمالدئید و رزین فنوپلاست نیز شناخته میشوند، از پرکاربردترین رزین های مورد استفاده برای این امر هستند. این رزین ها یا به صورت محلول مانند محلول در الکل یا به صورت خشک به ماسه اضافه میشوند. مقدار رزین ۳ تا ۸ درصد وزن ماسه در نظر گرفته میشود. هر چند بر اساس نوع فرایند مخلوط، ممکن است این بازه گسترده تر باشد. ص۱۰۸

به طور گسترده در تمام دنیا برای تهیه ماسه رزیندار از فرایند پوشش داغ استفاده میکنند و اکثر کشورهای جهان از این تکنولوژی برای تهیه ماسه رزین بهره می برند. در این روش ماسه در حدود ۱۲۰ تا ۱۵۰ درجه سیلسیوس حرارت داده شده و سپس به داخل مخلوط کن ماسه ریخته میشود. بعد از آن، رزین جامد پولکی به مخلوط کن اضافه شده تا در اثر تماس با ماسه داغ، ذوب شده و سطح ذرات ماسه با آن پوشش داده شود. پس از این عمل، هگزامین را به صورت محلول آبی به داخل مخلوط کن میریزند تا فرایند اضافه کردن مواد کامل شود. با دمش هوای گرم، آب موجود در مخلوط بخار شده و به بیرون رانده می ً شود. قبل از اینکه مخلوط کاملا خنک شود روی یک صفحه غربال لرزان تخلیه شده تا ماسه های کلوخه، شکسته شوند. در انتهای کار مخلوط به سمت یک سیکلون هدایت شده تا علاوه بر جدا کردن ماسه های دانه ریز، تا دمای محیط نیز خنک شوند.

فرایند دیگری که بیشتر در کشور هند رواج دارد به نام فرایند پوشش هوای گرم معروف است در این فرایند از الکل برای حل کردن رزین استفاده میشود.

مدل و صفحه مدل در فرایند قالب گیری پوسته ای

در فرایند قالب گیری پوسته ای از یک مدل فلزی صفحه ای، استفاده میشود. علاوه بر مدل، تمامی اجزای سیستم راهگاهی نیز روی صفحه، طراحی و نصب میگردد. در این روش میتوان از انواع مدل های یک تکه، دو تکه و انواع مدل های ماهیچه دار استفاده کرد. جنس مدل ها معمولا از چدن است. قیمت بالای مدل و ساخت آن یکی از مشکلات قالب گیری پوسته ای برای تولیدات کم است. همچنین از آلومینیوم و مواد ارزان تر در ساخت مدل نیز میتوان استفاده کرد. ص۱۱۰

جهت خارج کردن مدل از درون ماسه، بعد از حرارت دیدن، شیب کافی در مدل در نظر گرفته میشود.

به دلیل تفاوت در میزان انبساط، از فلزات و آلیاژهای متفاوت در ساخت یک مدل صفحه ای استفاده نمیشود. حالت ایده آل این است که مدل در تمام دماها هیچگونه انبساط و انقباضی نداشته باشد.

اما متاسفانه این حالت ایده آل برای هیچ آلیاژی صادق نیست و بنابراین با توجه به شرایط انبساط و انقباض فلزات و آلیاژها، استفاده از مدل های فلزی با حداقل میزان انبساط و انقباض روی صفحه مدل توصیه میشود که در ساخت مدل و مدل صفحه ای این نکته باید رعایت شود. ابعاد و اندازه صفحه مدل بایستی با توجه به ابعاد و اندازه محفظه یا مخزن ماسه طراحی شود. در این روش میتوان از چند مدل به صورت خوشه ای روی مدل صفحه ای استفاده کرد. جهت جدا شدن صفحه مدل از پوسته، پین های پران روی صفحه مدل تعبیه میشود.

حرارت دادن صفحه مدل

به طور کلی در فرایند قالب گیری پوست های برای ساخت پوسته قالب، احتیاج به یک سیکل حرارتی است. صفحه مدل باید تا دمایی حدود ۲۵۰ تا ۳۰۰ درجه سلسیوس حرارت داده شود تا در تماس با ماسه رزین دار سبب چسبیدن ذرات ماسه به یکدیگر شود. معمولا حرارت را از دو طریق میتوان تأمین کرد: گرمایش گازی و گرمایش الکتریکی که انتخاب هر یک برای این کار کاملاً سلیقه ای است. اما به دلایلی استفاده از گرمایش گازی ترجیح داده میشود.

هنگامی که تیراژ تولید بالا باشد یا اندازه قطعات خیلی بزرگ باشد استفاده از انرژی الکتریکی هم از لحاظ هزینه مصرف و هم از لحاظ هزینه تجهیزات مقرون به صرفه نیست، بنابراین بهتر است از گرمایش گازی استفاده شود. هنگام گرم کردن مدل صفحه ای بزرگ با استفاده از گاز، از سیستم های چند مشعلی استفاده میشود.

باید دقت شود که نقاط مختلف مدل صفحه ای، اختلاف دمایی زیاد نداشته باشند و زمان پایان عملیات حرارت دادن، به اختلاف حداقل و حداکثر دمای مدل صفحه ای توجه شود. کنترل دمای مدل صفحه ای برای تولید پوسته با کیفیت خیلی مهم است. زمانی که ضخامت پوسته زیاد باشد دمای بالای مدل صفحه ای سبب سوزاندن پوسته به دلیل رزین درون ماسه شده و بر عکس، دمای پائین، سبب شکستگی پوسته در هنگام جدا کردن می شود.

روش های ساخت پوسته

برای ساخت پوسته دو روش اصلی وجود دارد روش دمشی (Blowing) و روش مخزن جعبه ای (DumpBox).

روش اول اگر چه مزایایی مانند تولید پوسته هایی با ماسه کمتر و متراکمتر دارد اما به تجهیزات گران قیمت احتیاج دارد. برخلاف روش اول، روش دوم ساده است و برای اجرای آن به تجهیزات خاصی نیاز نیست. همین عوامل سبب کاربرد بیشتر این روش شده است.

روش دمشی: در روش دمشی علاوه بر طراحی مدل صفحه ای، به یک صفحه پشت بند نیز احتیاج است. هر صفحه پشت بند براساس شکل مدل صفحه ای طراحی و ساخته میشود که این خود باعث افزایش هزینه دراین روش است. فاصله بین این دو صفحه ضخامت لایة قالب را تعیین میکند. پس از آنکه مدل صفحه ای و صفحه پشت بند آن به حرارت لازم رسید، ماسه بین فضای این دود میده و متراکم میشود. از این روش علاوه بر ساخت پوسته قالب، برای تولید ماهیچه نیز استفاده فراوان میشود.

روش مخزن جعبه ای: این روش بسیار ساده است. مدل صفحهای گرم شده روی مخزن ماسه قرار میگیرد و پس از محکم شدن صفحه به مخزن، کل مجموعه یک گردش ۱۸۰ درجه ای داده میشود.

بنابراین ماسه روی مدل صفحه ای ریخته میشود تا پوسته اولیه شکل بگیرد. بعد از دقایقی دوباره مجموعه مخزن و مدل صفحه ای به حالت اولیه بر میگردد و ماسه های اضافی به مخزن بر میگردد.

پس از جدا کردن مدل صفحه ای از مخزن، پوسته را از مدل جدا میکنند.

پودمان پنجم ریخته گری قطعات تزیینی

ریخته گری قطعات تزیینی

مقدمه

آشنایی بشر با فلز به بیش از ۱۰۰۰۰ سال میرسد، اما کشف مراحل ذوب و ریخته گری فلزات به معنای امروز، که یکی از گام های اصلی پیشرفت تمدن بشری است، به ۴۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح بر میگردد.

هر چند نمیتوان به طور قطعی مکان اصلی این کشف بزرگ را نام برد، اما آثاری از ذوب فلزات در مناطق بین النهرین، ایران و حتی کشورهای جنوب شرق آسیا همانند تایلند پیدا شده است. اولین کارهای ریخته گری به ساخت شمشیر، ادوات جنگی و کشاورزی اختصاص داشته است. برای ساخت این ابزار غالباً از سنگ به عنوان قالب استفاده میشد. عیب پلیسه، که در قطعات ریختگی کاملا مشهود است، نشان دهندهٔ این واقعیت است که قالب های مورد استفاده در آن زمان از دقت کافی برخوردار نبودند.

بعد از میلاد مسیح هم شاهد کارهای برجسته ای از ریخته گری دقیق هستیم. در قرن یازده میلادی در هند مجسمه ۹۶ سانتی متری برنزی به نام ارباب رقص به وسیله سلسله چوال ساخته شد. در قرن سیزده میلادی نیز آثار هنری متعددی به سفارش بعضی از پادشاهان همانند هنری سوم، خلق شده است. اما اوج این کارها که شهرت جهانی دارد مجسمه برنزی (پرسیوس با سر مدوزا)است که توسط مجسمه ساز معروف ایتالیایی بنونوتو چلینی بعد از دوران عصر تاریک اروپا به نمایش عموم گذاشته شد که امروزه هم در شهر فلورانس ایتالیا وجود دارد.

تولید مدرن و واقعی ریخته گری دقیق (نه فقط مخصوص قطعات هنری) در سال ۱۹۴۰ هنگام جنگ جهانی دوم توسط ایالات متحده به مرحله اجرا درآمد. در آن زمان صنعت گران ریخته گری آمریکا برای اولین بار، مدل های مومی خوشه ای تولید کردند و با استفاده از مواد قالب گیری چسبدار، ریخته گری را به صورت انبوه رواج دادند. قابل ذکر است تا قبل از این تاریخ برای تولید قطعات با روش ریخته گری دقیق، مدل مومیکه غالباً از جنس موم طبیعی بود را در میان قالب گِلی قرار میدادند و پس از خارج کردن موم، ریخته گری میکردند.

انواع قالب در تولید قطعات تزیینی

تمام فرایندهای ریخته گری صرف نظر از نوع آلیاژ ریختگی در یک وجه مشترک هستند و آن قالب است. برای ساخت و تولید قطعه به روش ریخته گری، وجود محفظه ای به نام قالب برای شکل گیری قطعه الزامی است. اگر از این رده بندی استفاده شود میتوان فرایندهای ریخته گری را به دو گروه بزرگ طبقه بندی کرد :

-ریخته گری در قالب های موقت -ریخته گری در قالب های دائمی

انتخاب نوع روش ریخته گری برای تولید یک قطعه براساس چند عامل انجام میگیرد. که مهمترین آنها عبارتاند از :

نوع فلز یا آلیاژ ریختگی - تعداد قطعه - پیچیدگی قطعه - بزرگی و اندازه قطعه - قیمت تمام شده هر قطعه

برای اکثر قطعات تزیینی همانند مجسمه ها، مهمترین بحث، پیچیدگی و ظرافت قطعه است. شکل این قطعات به گونه ای است که برای تولید آن هیچگونه روشی به جز ریخته گری دقیق جوابگو نیست.

ریخته گری دقیق واژه دقیق نه تنها به دقت ابعادی و تولورانس محدود نمیشود بلکه به بالا بودن کیفیت سطحی و توانایی در تولید قطعه ای که تمام جزئیات مدل را نشان دهد نیز اشاره دارد.

ریخته گری دقیق (Investment Casting)

واژه دقیق نه تنها به دقت ابعادی و تولورانس محدود نمیشود بلکه به بالا بودن کیفیت سطحی و توانایی در تولید قطعهای که تمام جزئیات مدل را نشان دهد نیز اشاره دارد.

ریخته گری دقیق یک روش و تکنیک قدیمی است. مدل هایی که در این روش استفاده میشوند در طول فرایند از بین میروند. به عبارتی دیگر نه تنها قالب بلکه مدل های استفاده شده نیز یکبار مصرف هستند. مدل ها از موم یا پلاستیک درست میشوند. در این فرایند پس از تولید مدل مومی، به دو شکل میتوان قالب را آماده کرد . در روش اول که به روش توپر معروف است مدل یا خوشه مدل ها در میان درج های قرار میگیرند و اطراف آن مواد نسوز چسب دار ریخته میشود. اما در روش دوم که نام آن پوسته ای سرامیکی است ، قالب از پوشش دادن مدل یا خوشه مدلها با دوغاب سرامیکی ایجاد میشود. بعد از آنکه قالب آماده شد، از طریق ذوب شدن یا سوختن مدل های مومی، محفظه ای خالی درون قالب به وجود میآید و سپس مذاب ریزی انجام میگیرد.

موم (Wax)

در ریخته گری دقیق ماده اولیه برای تهیه مدل ها، موم است. موم ها حاوی استرها، اسیدها و الکل‌های بسیار چرب هستند. در برابر رطوبت بسیار مقاوم هستند اما در برابر حرارت و فشارهای مکانیکی ماندگاری ندارند. موم ها در دمای اتاق جامدند، در الکل و آب غیرمحلولند و در اتر حل میشوند و معمولا در حرارت بالاتر از ۶۰ درجه سلسیوس ذوب میشوند.

انواع موم: مومها عموما ه گروههای زیر دسته بندی میشوند:

مومهای تولید شده از نفت و مواد معدنی - مومهای طبیعی (موم زنبور عسل و موم های گیاهی و نباتی) – موم های مصنوعی یا سنتزی

مومهای تولید شده از نفت و مواد معدنی

پارافین : از مشتقات نفت و از ارزانترین موم ها است که به طور گسترده در شمع سازی به کار گرفته میشود. به سادگی قابل دسترس است اما به دلیل شکنندگی آن، به تنهایی کمتر مورد استفاده قرار میگیرد. معمولا با مخلوطی از موم های دیگر به عنوان موم ریخته گری کاربرد دارد

نکته: چهار نوع پارافین در بازار موجود است. پارافین معمولی، پارافین کریستالی، پارافین پولکی و پارافین ژله ای. بهترین نوع پارافین برای مدلسازی از نوع پارافین کریستالی است که قیمت مناسبی دارد. پارافین معمولی با قیمت پائینتر، از نظر شکل ظاهری مشابه پارافین کریستالی است اما انقباض زیادی در هنگام انجماد دارد با این حال برای مدلسازی قابل استفاده است.

مونتان: یک موم فسیلی است که از زغال سنگ استخراج میشود. به علت غلظت بالای الکل و اسیدهای چرب، بسیار سخت است. اگر چه از زغال سنگ به دست میآید اما رنگ آن میتواند در گستره قهوه ای تیره تا سفید باشد. محدوده ذوب آن ۸۲ تا ۹۵ درجه سلسیوس است.

قالب های فلزی

ساخت مدل مومی مهمترین مرحله برای تولید قطعات تزیینی است. مدل های مومی به دو روش ساخته میشوند. در حالت اول تجربه و مهارت مدلساز مورد نیاز است. این روش هنوز هم در بعضی از کشورهای دنیا همانند هندوستان و نپال رواج دارد. برای ساخت مدل ابتدا یک ماهیچه گِلی نزدیک به شکل مجسمه اصلی درست میکنند سپس با استفاده از نوارهای مومی جزئیات لازم را روی ماهیچه طراحی میکنند تا مجسمه شکل پیدا کند. این کار بسیار وقت گیر است.

در روش دوم برای ساخت مدل مومی از قالب استفاده میکنند. این قالب ها براساس نوع جنس به قالب های فلزی، گچی و سیلیکونی تقسیم بندی میشوند.

قالبهای فلزی

برای تولید مدل مومی این قالب ها جزء بهترین قالب ها هستند. علاوه بر قالب های فلزی دستگاه تزریق موم نیز مورد نیاز است تا موم را با فشار و دمای مناسب درون قالب تزریق کند. این قالب ها علاوه بر سرعت و دقت، میتوانند تا حدی از انقباض موم هنگام انجماد جلوگیری کنند. باید متذکر شد که این قالب ها زمانی کاربرد دارند که نیاز است از یک نمونه تعداد زیادی قطعه ساخته شود در غیر این صورت به علت هزینه بالای ساخت قالب، مقرون به صرفه نیستند.

قالب های گچی

قالب های گچی به عنوان ساده ترین و ارزانترین قالب ها برای شکل دادن موم و ساختن مدل های مومیم حسوب میشوند. برای کسانی که هیچگونه تجربه ای از ساخت مدل مومی ندارند، استفاده از این نوع قالب ها شروع خوبی است. با قالب گچی میتوان تعداد زیادی مدل مومی یکنواخت تولید کرد.

مدلهای اولیه ساده و ترجیحاً دو تکه برای این کار مناسب تر هستند.

مدل اولیه میتواند از پلاستیک، فلز، گچ و یا حتی مدل گِلی باشد. قالب های گچی برای تولید مدل هایی که شیب منفی یا تورفتگی های جانبی دارند و یا از پیچیدگی خاصی برخوردار هستند،

محدودیت دارند.

قالبهای سیلیکونی

سیلیکون ها پلیمرهای معدنی هستند که در زنجیره اصلی آنها به جای اتم های کربن، پیوندهای O.Si.O قرار گرفته و زنجیره های جانبی آنها آلی است. سیلیکون های قالب گیری از نوع سیلیکون های لاستیکی بوده که به نام سیلیکون های RTV-2 یا سیلیکون های پخت شونده دو جزئی در دمای محیط (هوا سخت) معروف هستند. جزء اول سیلیکون و جزء دوم هاردنر است. با اضافه کردن جزء دوم به اول بعد از مدتی مادهای کاملاً انعطاف پذیر به دست می‌آید. شرکت های تولیدی این نوع سیلیکون را در قوطی های یک کیلویی تا ظرف هایی با وزن بالا در بازار عرضه می کنند.

مونتاژ کردن مدل های مومی (ساخت خوشه)

در فرایند ریخته گری دقیق مدل های مومی را میتوان از نظر اندازه به سه دسته تقسیم بندی کرد:

دسته اول شامل مدل های خیلی بزرگ و پیچیده میشود که در این حالت اجزای مختلف مدل به طور جداگانه و در قالب های مختلف تولید و در نهایت با مونتاژکردن آنها بر روی یکدیگر شکل نهایی مدل درست میشود.

دسته دوم مخصوص مدل های بزرگ است که برای ساختن مدل فقط از یک نوع قالب استفاده میشود.

دسته سوم متعلق به مدل های کوچک و متوسط است. هر چند مدل ها با یک نوع قالب تولید میشوند اما برای صرفه جویی در زمان و بالا بردن راندمان ریختگی، مدل ها را بر روی یک راهگاه مشترک نصب میکنند. تعداد مدل های مونتاژ شده روی راهگاه مشترک بیشتر بستگی به اندازه آنها دارد. بعد از مونتاژ کردن، بقیه مراحل ریخته گری دقیق، نه برای یک مدل تنها، بلکه بر روی خوشه درست شده انجام میگیرد. معمولا راهباره را با قطعه، همزمان در یک نوع قالب تولید میکنند و مجموعه سیستم راهگاهی هم در یک قالب جداگانه درست میشوند.

روش ریخته گری دقیق (توپر، ساخت قالبهای گچی)

بعد از تولید مدل مومیبه دو طریق میتوان قالب آن را ساخت. یکی از این روشها قالبهای ریخته گری توپر هستند.

در این روش مدل مومی را درون درجه قرار میدهند و سپس مواد نسوز دوغابی اطراف آن میریزند. پس از سخت شدن دوغاب عملیات موم زدایی را انجام میدهند. گچ کیفیت سطحی بسیار بالایی دارد و از دوغاب آن میتوان به عنوان دوغاب سرامیکی در روش توپر استفاده کرد به همین علت دوغاب گچ در ریخته گری دقیق به خصوص طلاسازی کاربرد زیادی پیدا کرده است.

روش ریخته گری دقیق پوسته سرامیکی

مانند روش توپر در این روش نیز قدم اول ساخت مدل مومی و مونتاژکردن آن است. بعد از این مرحله تفاوت روش پوسته سرامیکی با روش توپر مشخص میشود. در این روش خوشه آماده شده درون دوغاب سرامیکی فرو برده شده و پس از بیرون آوردن آن از دوغاب، در معرض جریان باران ماسه خشک قرار داده می شود.

با این کار یک لایه از مواد نسوز روی مدل یا خوشه مدل مومی، شکل میگیرد. بعد از آن که پوسته تشکیل شده خشک شد دوباره مراحل دوغاب سرامیکی، پاشش ماسه و خشک شدن پوسته تکرار میشود. این مراحل تا زمانی ادامه پیدا میکند که ضخامت پوسته تشکیل شده تحمل مذاب را داشته باشد. پس از ساخت پوسته سرامیکی، عملیات موم زدایی انجام میگیرد تا قالب برای مذاب ریزی آماده باشد.

دوغاب سرامیکی

دوغاب سرامیکی از سه جزء اصلی تشکیل شده است:

۱. پودر مواد دیرگداز

۲. مایع چسب دار

۳. افزودنی هایی

جهت تغییر خواص دوغاب نسبت پودر مواد دیرگداز به مایع چسب دار برای ترکیبات متفاوت متغیر است اما معمولاً نسبت دو سوم به یک سوم در نظر میگیرند. سیلیس، زیرکونیم و آلومین بیشترین مصرف را به عنوان پودر مواد دیر گداز دارند که غالباً مخلوطی از آنها را به عنوان مواد دیرگداز در نظر میگیرند.

نکته: برای اینکه پوسته سرامیکی بتواند تمام جزئیات مدلهای مومی را نشان دهد باید مواد دیر گداز دوغاب، بسیار ریز و اندازهای در حدود ۳۰۰ مش داشته باشند. به همین علت از واژه پودر برای آن استفاده میشود.

از مخلوط سدیم سیلیکات (آب شیشه) با آب و یا محلول سیلیکا کلوئیدی (dal silicaColloi) با آب به عنوان مایع چسب دار استفاده میشود.

نکته: کیفیت سطحی قطعات با دوغاب سیلیکا کلوئیدی بسیار بهتر از دوغاب سدیم سیلیکات است. از طرف دیگر مدت زمان خشکشدن پوستهای که با دوغاب سدیم سیلیکات ساخته میشود بسیار زیاد است و ممکن است تا یک هفته به طول بیانجامد.

استفاده از مواد افزودنی، بیشتر به عنوان چسب و یا عاملتر شوندگی و یا مواد ضد کف مطرح است. ترکیباتی همچون سدیم آلکیل سولفات، امولسیون سیلیکونی و یا پلی وینیل الکل به عنوان مواد افزودنی به دوغاب اضافه میکنند.

ایران عرضه
IRANARZE.IR
فروشگاه کالاهای دانلودی

❖ فصل دوم: نکات مهم قالب گیری و آلیاژسازی پایه دوازدهم کد ۲۱۲۵۳۳ تالیف ایران عرضه

۱- کاربرد آلومینیوم در پنج حوزه ی فعالیتی: ساختمانی، مخازن و بسته بندی، حمل ونقل، هادی های برق، ماشین سازی و تجهیزات تقسیم میگردد.

۲- آلومینیوم از سنگ معدنی به نام بوکسیت که معمولا حاوی ۶۰ _۴۰ درصد آلومینای هیدراته به همراه ناخالصی هایی مانند آهن اکسید، سیلیس و تیتانیم است تهیه میشود.

۳- آلومینیوم پس از آلیاژهای آهنی بیشترین مصرف صنعتی را در بازارهای جهانی دارد .

٤- قطعات آلومینیومی یا از طریق ریخته گیری تولید میشوند (آلیاژهای ریختگی) و یا بعد از ریخته گری به صورت شمش از طریق نورد و یا اکستروژن ساخته میشوند (آلیاژهای کارپذیر).

۵- ریخته گری در ماسه، قدیمی ترین و معمولی ترین روش مورد استفاده برای ریخته گری آلومینیوم است. این روش برای تولید درتعداد کم یا برای ساختن قطعات با طرح های پیچیده مورد استفاده قرار میگیرد.

٦- هدف از سیستم راهگاهی، رساندن مذاب به محفظه ی قالب با سرعت مناسب بدون افت حرارتی شدید، جلوگیری از تلاطم و جذب گاز، سرباره و ناخالصی میباشد.

۷- نسبت راهگاهی بیانگر نسبت معینی بین سطوح مقاطع اجزای یک سیستم راهگاهی است. در واقع نسبت سطح مقطع کانال راهگاه بارریز به سطح مقطع کانال اصلی به مجموع سطوح مقاطع کانال های فرعی(A_s: A_r: A_g) بیان میشود.

۸- تغذیه گذاری فرایندی است جهت جلوگیری از تشکیل حفره های انقباضی در قطعات ریختگی در طی انجماد که باعث بهبود خواص مکانیکی و تولید اقتصادی تر میشود.

۹- وقتی به یک فلز گرما داده میشود، درجه حرارت آن بالا میرود و فعالیت ارتعاشی اتم های آن زیاد شده و در نتیجه پیوند بین اتم ها شکسته شده و فلز به حالت مایع در می‌آید. این عمل در کوره های ریخته گری انجام میشود.

۱۰- مس به دلیل نقطه ذوب بالا نسبت به آلومینیوم، به صورت خالص به آلومینیوم اضافه نمیشود و بیشتر از هاردنرهای ۵۰-۵۰ و ۶۷- ۳۳ استفاده میشود.

۱۱- در آلیاژهای آلومینیوم ـ منیزیم به هیچ عنوان از سدیم به عنوان ریزکننده استفاده نمیشود، همچنین از فلاکس ها و گاززداهایی که دارای سدیم هستند استفاده نمیشود چون سدیم تأثیر منفی در این آلیاژ دارد و باعث کاهش خواص مکانیکی آلیاژ میشود.

۱۲- مس یکی از فلزات مهم است که در دو حالت خالص و آلیاژ، کاربرد وسیعی دارد.

۱۳- ماسه ی طبیعی با دانه های ریز و درصد مناسب خاک رس معمولاً از شکل پذیری بیشتری نسبت به ماسه های مصنوعی و ساختگی (با چسب های بنتونیتی) برخوردارند.

۱٤- قالب های گریز از مرکز بیشتر جهت ریخته گری بوش های برنجی و برنزی مورد استفاده قرار میگیرد.

۱۵- در سیستم راهگاهی آلیاژهای مس معمولاً ضخیم بودن کانال اصلی برای ایجاد توقف اولیه و تقلیل فشار مذاب میباشد. که گاه بوسیله حوضچهٔ پای راهگاه نیز تأمین میگردد.

۱٦- شارژ کردن بوته براساس بیشترین انتقال حرارت انجام میشود. انتقال حرارت لازم جهت ذوب در کوره های بوته ای از طریق هدایت، جابجایی و تشعشع انجام میگیرد.

۱۷- فسفر پرکاربردترین عنصر اکسیژن زدا در آلیاژهای مس میباشد که به صورت فسفر برنز کاربرد دارد.

۱۸- کوره های القایی نیاز به هم زدن مذاب ندارد، ولی در کوره های بوته ای تحت فلاکس پوششی، آلومینیوم را مرحله به مرحله اضافه نموده و پس از هر مرحله مذاب را هم میزنند.

۱۹- به طور کلی آلیاژهای آهنی به دو گروه اصلی فولادها و چدن ها تقسیم میشوند. فولادها به دلیل داشتن نقطه ذوب بالاتر نسبت به چدن ها عموماً در کوره های الکتریکی ذوب میشوند.

۲۰- کوره های بوته ای، مذابی با کیفیت بالا تولید میکنند اما به دلیل ظرفیت و همچنین بازده حرارتی پایین، بیشتر برای آلیاژهای غیرآهنی کاربرد دارند.

۲۱- موادی که به عنوان جوانه زا در صنعت مورد استفاده قرار میگیرند موادی هستند با ترکیباتی از کربن و سیلیسیم و یا مخلوطی از هر دو، که برای افزایش میزان قدرت جوانه زایی، عناصری نظیر کلسیم، باریم و آلومینیوم نیز به آنها اضافه میشود.

۲۲- برای اینکه بتوان چدنی تولید نمود که در شرایط سخت از نظر خواص مکانیکی کارایی داشته باشد می بایست گرافیت ها از حالت ورقه ای خارج شده و به صورت کروی درآیند.

۲۳- روش ساندویچی بیشترین کاربرد را در بین روش های کروی سازی به خود اختصاص داده، زیرا نیاز به هزینهٔ اضافی نداشته و به علاوه به راحتی امکان پذیر میباشد.

۲٤- به علت اینکه در قالب گیری پوسته ای از مدل های فلزی (به ویژه چدن خاکستری) استفاده میشود، سائیده شدن و فرسایش مدل ها کمتر است.

۲۵- فرایند دیگری که بیشتر در کشور هند رواج دارد به نام فرایند پوشش هوای گرم معروف است در این فرایند از الکل برای حل کردن رزین استفاده میشود.

۲٦- برای ساخت پوسته دو روش اصلی وجود دارد روش دمشی و روش مخزن جعبه ای. برخلاف روش اول، روش دوم ساده است و برای اجرای آن به تجهیزات خاصی نیاز نیست. همین عوامل سبب کاربرد بیشتر این روش شده است.

۲۷- تمام فرایندهای ریخته گری صرف نظر از نوع آلیاژ ریختگی در یک وجه مشترک هستند و آن قالب است.

۲۸- قالب های گچی به عنوان ساده ترین و ارزانترین قالب ها برای شکل دادن موم و ساختن مدل های مومیم حسوب میشوند. برای کسانی که هیچگونه تجربه ای از ساخت مدل مومی ندارند، استفاده از این نوع قالب ها شروع خوبی است.

۲۹- سیلیکون ها پلیمرهای معدنی هستند که در زنجیره ی اصلی آنها به جای اتم های کربن، پیوندهای O.Si.O قرار گرفته و زنجیره های جانبی آنها آلی است.

۳۰- برای اینکه پوسته سرامیکی بتواند تمام جزئیات مدلهای مومی را نشان دهد باید مواد دیر گداز دوغاب، بسیار ریز و اندازهای در حدود ۳۰۰ مش داشته باشند. به همین علت از واژه ی پودر برای آن استفاده میشود.