

روش های تولید

قسمت چهارم

۱-۱۰- انقباض در اثر انجماد

پس از ریختن مذاب در قالب و آغاز سرد شدن بیشتر فلزات و آلیاژها به طور قابل توجهی منقبض می شود.

سه مرحله اصلی انقباض عبارتند از:

انقباض مایع در اثر سرد شدن تا دمای شروع انجماد

انقباض انجماد که هنگام تبدیل مایع به جامد رخ می دهد

انقباض در حالت جامد که در اثر سرد شدن قطعه تا دمای اتاق.

مقدار انقباض مایع به ضریب انبساط حرارتی که یکی از خواص فلز است و مقدار فوق گرم بستگی دارد.

با توجه به اینکه در طول مدت سرد شدن فلز درون قالب، جریان فلز در درون سیستم راهگامی برقرار است، انقباض حالت مایع مشکل چندانی برای ریخته گری به وجود نخواهد آورد.

انقباض واقعی فلزات با یکدیگر متفاوت است و بعضی فلزات هنگام انجماد منقبض نمی شود. برخی از آنها عملاً مثل چدن خاکستری که در آن گرافیت های ورقه ای با چگالی کم به عنوان جزئی از ساختار منجمد می شود منبسط می شوند.

نکته مهم هنگام انقباض در اثر انجماد اطلاع از شکل حفره های حاصل و کنترل آنهاست.

فلزات و آلیاژهایی که دامنه انجماد شان کوتاه است مثل فلزات خالص و آلیاژهای یوتکتوئید، تمایل به ایجاد حفره های بزرگ یا لوله ای شکل در اثر انجماد دارند.

با طراحی به گونه ای که انجماد جهت دار صورت گیرد می توان این نقص را از بین برد.

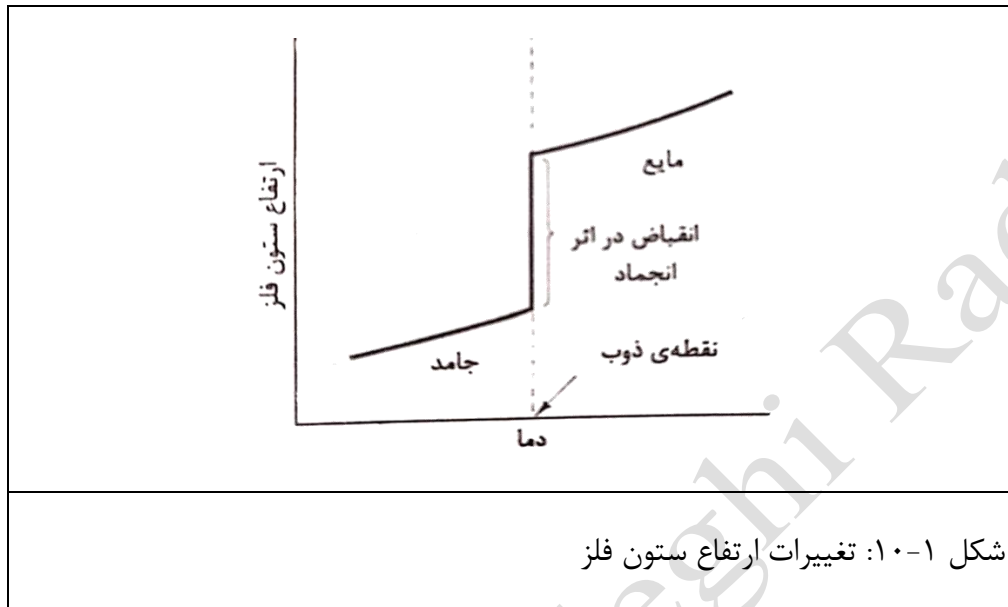
در نتیجه همانطور که فلز منجمد و منقبض می شود، کسری مذاب به طور پیوسته از مجرای اصلی جبران می شود.

در نهایت آخرین انقباض در مجرای اصلی یا مدخل سیستم راه گامی صورت می گیرد.

آلیاژهایی که دامنه انجماد شان بزرگ است، یک دوره زمانی دارند که در آن ماده در شرایط خمیری یعنی مایع و جامد وجود دارد.

همانطور که ماده سرد می شود مقدار جامد افزایش می یابد و بسته های کوچک مایع باقیمانده را احاطه می کند.

در این حالت غیر ممکن است که بتوان مذاب تغذیه کننده را برای جبران انقباض به قسمت سردتر هدایت کرد. در نتیجه قطعه حاصل دارای حفره های انقباضی کوچک ولی متعدد خواهد بود که در تمام حجم آن پراکنده شده اند



جلوگیری از اینگونه انقباض ها توسط سیستم راه گاهی و مجرای اصلی بسیار دشوار است و باید این حقیقت را پذیرفت که در برخی موارد به جز تولید یک قطعه متخلخل چاره دیگری وجود ندارد.

در صورتی که قطعه برای کاربردهای آب بندی یا هوابندی مورد نظر باشد می توان آن را توسط عملیات بعدی اشباع کرد یعنی حفره ها با مواد صمغی یا فلزاتی با ذوب پایین تر پر کرد.

قطعات ریخته گری با تخلخل های پراکنده معمولاً شکل پذیری، چقرمگی و عمر خستگی ضعیفی دارد.

پس از انجماد قطعه تا رسیدن به دمای اتاق باز هم منقبض می شود این انقباض در حالت جامد معمولاً انقباض مدلساز ها نامیده می شود.

این تغییر ابعاد با بزرگتر گرفتن ابعاد مدل یا فضای قالب قابل جبران است.

به علاوه هنگام استفاده از قالب های دائمی مثل ریخته گری حدید های که قالب های فلزی در آن به کار می رود ملاحظات دیگری نیز باید در نظر گرفته شود.

مقاومت قالب در مقابل انقباض قطعه، نیروهای کششی در آن به وجود می آورد که این نیروها می توانند در قطعه شکاف ایجاد کنند در نتیجه خارج ساختن قطعه از قالب به محض انجماد برای رفع نقص یاد شده مناسب است.

۱-۱- تغذیه کننده ها (Riser) و طراحی آن ها

تغذیه کننده ها به عنوان مخازنی اضافی برای تغذیه مذاب به قطعه در حال انجماد و جبران کاستی حاصل از انقباض طراحی می شوند.

برای انجام این وظیفه لازم است مذاب موجود در این قسمت ها پس از قطعه منجمد شود.

در غیر این صورت اگر مذاب تنظیم کننده زودتر منجمد شود، مذاب از قطعه به سمت آن جریان می یابد و در نتیجه انقباض قطعه بیشتر خواهد شد.

لذا قطعه باید به نحوی طراحی شود که انجماد آن جهت دار باشد، یعنی انجماد از نقاط انتهایی قطعه شروع و به تغذیه کننده ختم شود.

بدین ترتیب تغذیه کننده تمام کاستی های حاصل از انقباض را جبران می کند زیرا به طور پیوسته جریان مذاب به داخل قالب جریان دارد.

در شکل زیر یک قطعه آلومینیومی سه پله ای مشاهده می شود که با تغذیه کننده و بدون تغذیه کننده ریخته گری شده است.

توجه کنید که تغذیه کننده طوری تعبیه شده است که انجماد جهت دار از سمت قسمت نازک به سمت کلفت حرکت می کند و حفره انقباضی از قطعه به سوی تغذیه کننده رانده می شود.

اگر این گونه انقباض ممکن نباشد وجود چند تغذیه کننده لازم است تا قسمت های مختلف قطعه به طرف تغذیه کننده های مربوط منجمد شود.

به علاوه تغذیه کننده باید طوری طراحی شود که در مصرف فلز صرفه جویی شود.

بازده ریخته گری را حاصل تقسیم وزن قطعه به وزن کلی یعنی وزن قطعه، تغذیه کننده، میله راهگاه و ورودی تعریف کنیم.

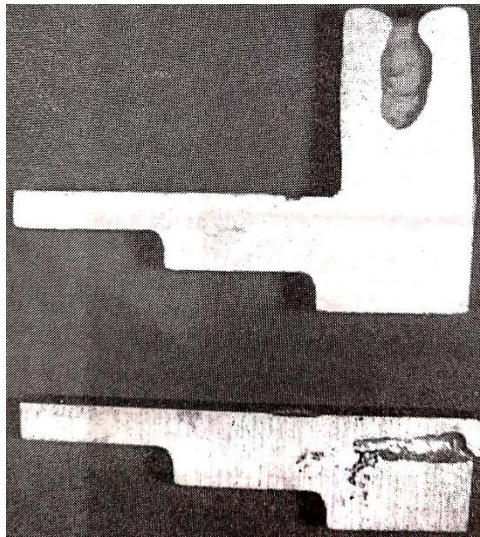
واضح است تا حد امکان باید تغذیه کننده را کوچک بسازیم با در نظر گرفتن اندازه شکل و محل مناسب برای تغذیه کننده و همچنین نحوه اتصال مناسب به قطعه می توان بهینه سازی را انجام داد.

با توجه به قانون چوورینف شکل مناسب برای تغذیه کننده آن است که نسبت سطح به حجم آن کوچک باشد تا در نتیجه مدت انجماد در آن طولانی شود.

برای این منظور کره شکل بسیار مناسبی است ولی ساختن مدل کروی شکل برای مدلساز و جدا کردن مدل از قالب برای قالب گیر دشوار است.

در نتیجه شکل مطلوب تغذیه کننده استوانه ای است که نسبت ارتفاع آن به قطرش تابع ماهیت آلیاژ موقعیت تغذیه کننده، اندازه درجه و دیگر متغیرهاست.

غالباً نسبت ارتفاع به قطر برابر با ۱ نسبت مناسب است.



شکل ۱-۱۱: قطعه آلومینیوم سه پله ای

تغذیه کننده باید به گونه ای تعبیه می شود که انجماد جهت دار از انتهای حفره قالب به طرف تغذیه کننده صورت گیرد.

از آنجا که ضخیم ترین قسمت قطعه آخرین جایی است که منجمد می شود لذا باید تغذیه کننده بتواند مستقیماً این قسمت ها را تغذیه کند.

نحوه تعبیه تغذیه کننده ها بسیار متنوع است **تغذیه کننده بالایی** نوعی است که در بالای قطعه قرار دارد به خاطر این محل استقرار مذاب برای تغذیه مسیر کوتاهی را طی کرده و فضای کمی از دجه را اشغال می کند و در نتیجه با آزادی عمل بیشتری می توان سیستم راهگامی و خود مدل را آرایش داد.

تغذیه کننده های جانبی نزدیک به فضای خالی قالب در امتداد افقی در طول خط جدایش قرار دارد.

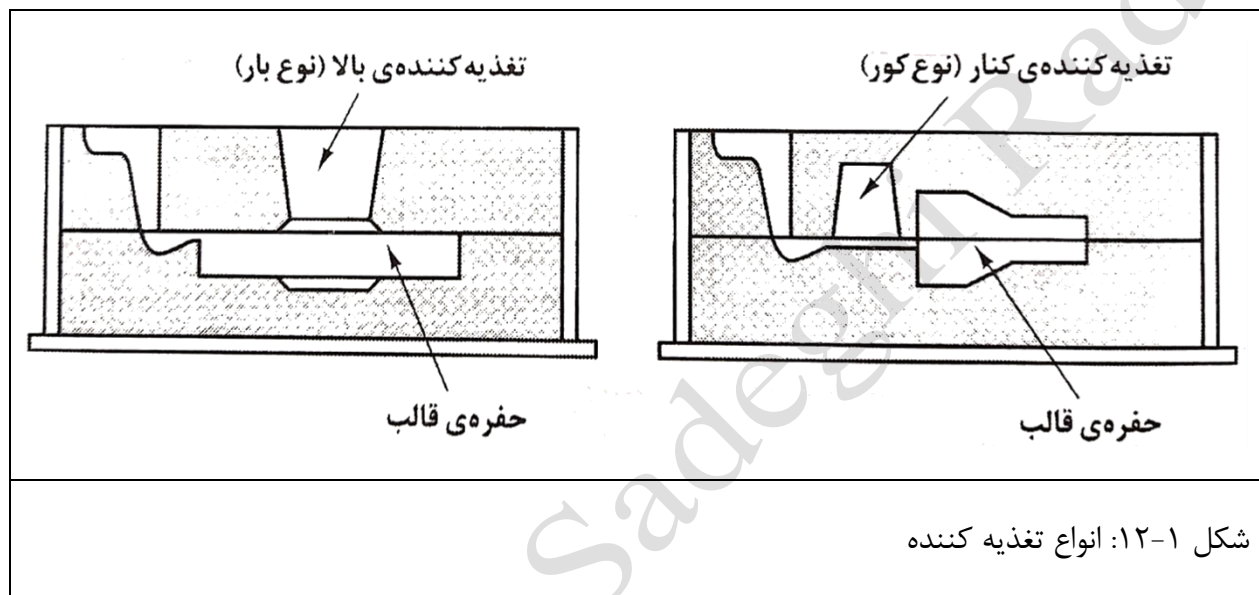
تغذیه کننده که در داخل قالب محدود می شود **تغذیه کننده کور** نام دارد و نوعی که با جو ارتباط دارد به نوع باز موسوم است.

تغذیه کننده های کور معمولاً از تغذیه کننده های باز بزرگترند که علت آن انجماد و از دست رفتن گرمای اضافی است و از آنجا ناشی می شود که سطح بالایی تغذیه کننده در تماس با ماده قالب است.

تغذیه کننده های زنده یا گرم، تامین کننده آخرین فلز داغ ورودی به قالب هنگام شروع سرد شدن و منجمد شدن مذاب موجود در قالب هستند.

در نتیجه نسبت به تغذیه کننده مرده یا سرد که با فلزی پر شده اند که قبلاً به فضای قالب جریان داشته است کوچکتر ساخته می شوند.

تغذیه کننده های بالایی اغلب نوع مرده و آن هایی که جزء سیستم راهگامی هستند نوع زنده هستند.



با استفاده از قانون چوورینف و در نظر گرفتن زمان انجماد کلی تغذیه کننده به میزان بیشتر از این زمان برای قطعه می توان کوچکترین اندازه تغذیه کننده را به دست آورد.

از آنجا که هم تغذیه کننده و هم قطعه از یک فلز تغذیه می شوند و در یک قالب قرار دارند مقدار ثابت B برای هر دو ناحیه یکی است.

با فرض $n = 2$ و اختلاف زمان انجماد 0.25% برای اطمینان یعنی زمان انجماد تغذیه کننده 0.25% طولانی تر از قطعات داریم

$$t_{Riser} = 1.25t_{Part} \rightarrow (V / A)_{Riser}^2 = 1.25(V / A)_{Part}^2$$

با داشتن این اطلاعات محاسبه اندازه تغذیه کننده مستلزم انتخاب یک شکل هندسی و معمولاً شکل استوانه ای است.

استوانه ای به قطر D و ارتفاع H حجم و مساحت سطح به شکل زیر به دست می آید

$$V = \pi D^2 H / 4$$

$$A = \pi D H + 2(\pi D^2 / 4)$$

با انتخاب ارتفاع تغذیه کننده به عنوان تابعی از قطر را می توان نسبت V / A تغذیه کننده را با عبارتی ساده و با یک مجهول D بیان کرد.

نسبت V / A برای قطع با توجه به هندسه شکل آن معلوم خواهد بود با قرار دادن این مقدار در رابطه چوورینف به صورت ارائه شده در بالا می توان مقدار D را به دست آورد.

به هر حال باید توجه شود که اگر تغذیه کننده و قطعه مثل تغذیه کننده بالایی دارای یک سطح مشترک باشند باید سطح مشترک از هر دو کسر شود زیرا این سطح مشترک سطح انتقال حرارت نیست.

البته روش های پیچیده تری نیز برای محاسبه اندازه تغذیه کننده ها وجود دارد ولی در اینجا فقط روش چوورینف گفته شد.

آخرین جنبه در طراحی تغذیه کننده ها چگونگی اتصال آنها به قطع است.

از آنجا که بلاخره تغذیه کننده باید از قطع جدا شود لذا محل اتصال در حد امکان باید کوچک باشد.

از سوی دیگر همین مجرا باید آنقدر فراخ باشد که پیش از پایان یافتن جریان تغذیه مذاب در آن منجمد نشود که جریان تغذیه را متوقف نماید

تغذیه کننده ها باید نزدیک قطعه و با اتصال نسبتاً کوتاه قرار می گیرند.

لذا اتصال های کوتاه مناسب ترین نوع هستند زیرا ماده قالب که اتصال را احاطه کرده است هم از قطعه و هم از تغذیه کننده حرارت می گیرد.

در نتیجه قالب در این قسمت به سرعت گرم می شود و در تمام طول ریختن مذاب گرم می ماند و انجماد ناخواسته در مجرا رخ نمی دهد.