



چهارمین دوره مسابقات سراسری ریخته‌گری دانشجویان کشور
دانشگاه صنعتی اصفهان - اسفندماه 1394



چهارمین دوره مسابقات سراسری ریخته‌گری دانشجویان کشور
دانشگاه صنعتی اصفهان

گزارش مرحله مقدماتی چهارمین دوره مسابقات سراسری ریخته‌گری دانشجویان کشور

سوال ریخته‌گری	
نام تیم شرکت کننده	آریا نوین
نام دانشگاه	اصفهان
نام سرپرست تیم	مسعود رنجکش
شماره تلفن همراه	09137297413
پست الکترونیک	Masoud_ranjesh@ymail.com

لطفا در این قسمت چیزی ننویسید.	
کد گروه	2012

1- خلاصه طرح (یک صفحه به علاوه نقشه های مربوطه)

استفاده از مدل فلزی

به دلیل نیاز به دقت ابعادی و کیفیت سطح از مدل آلومینیومی استفاده می کنیم. همچنین به خاطر سهولت در امر قالب گیری مدل را به سه تکه طراحی کرده ایم. که با این کار در هزینه ساخت جعبه ماهیچه و زمان مورد نیاز برای ساخت ماهیچه صرفه جویی کنیم. در نتیجه سرعت قالبگیری و تولید بالا می رود. (برای تفهیم بهتر مطالب در پایان گزارش به نقشه ها و فایل مدل مراجعه شود).

قالب: قالبی که در این روش استفاده می شود به صورت سه لنگه که جنس قالب ماسه سیلیسی مصنوعی و چسب سیلیکات سدیم است. این نوع ماسه پس از خودگیری توسط گاز دی اکسید کربن، صافی سطح خوبی را فراهم می کند. درصد چسب را به میزان 5 درصد وزنی ماسه انتخاب نموده ایم. در ضمن در هنگام استفاده از گاز دی اکسید کربن دبی ورودی را 7.5 لیتر بر دقیقه و زمان دمش گاز دهی را 100 ثانیه در نظر گرفته ایم تا در حین قالبگیری و ذوب ریزی بهترین استحکام را داشته باشیم (نمودار 3-3). از خاک اره برای افزایش قابلیت فروپاشی استفاده می شود که در ماسه پشت بند استفاده خواهد شد.

عملیات کیفی:

1- گاززدایی (آخال زدایی) که به سه روش زیر انجام می شود:

الف: استفاده از ترکیبات کلردار ب: استفاده از گازهای بی اثر نظیر آرگون ج: ذوب در خلاء

روش انتخابی برای این ذوب استفاده از گاز آرگون می باشد.

2- اکسیژن زدایی که به دو روش انجام می شود: الف: مکانیکی: که در این روش از فلاکس های پوششی و تمیز کننده استفاده می شود. ب: روش شیمیایی: در این روش از ترکیباتی استفاده می شود که اکسید قبلی را احیاء و اکسید جدیدی که ایجاد می کند مضر نباشد مثل عنصر برلیم.

جوانه زنی: به منظور ریز کردن ساختار و دانه بندی قطعه تولیدی، استفاده می شود که باعث بالا رفتن خواص مکانیکی می شود و به دو صورت خودی و غیر خودی انجام می گیرد. که روش مورد استفاده ما روش غیر خودی می باشد.

فیلتر کردن ذوب: برای فیلتر کردن و تصویه ذوب از دو نوع فیلتر های سرامیکی و الیافی می توان استفاده کرد.

دما و سرعت بارریزی: دمای ذوب این آلیاژ 615 درجه سانتی گراد می باشد که با توجه به میزان ذوب برای این قطعه فوق ذوب را 45 درجه سانتی گراد در نظر میگیریم که در نتیجه دمای بارریزی 670 الی 700 درجه سانتی گراد می باشد.

نکته: با رسم دوائر محاطی در این قطعه متوجه شدیم که در محل اتصال تیغه ها به استوانه کوچک احتمال کشیدگی و ایجاد مک انقباضی وجود دارد که برای رفع آن تمهیداتی لازم پیش بینی شده است.

برای تفهیم بهتر مطالب در پایان گزارش به نقشه ها و فایل مدل مراجعه شود.

2- جزئیات طراحی اجزاء مدل و قالب (حداکثر 3 صفحه به علاوه نقشه ها، تصاویر و نمودارهای مورد نیاز)

به طور کلی مراحل زیر برای طراحی اجزای مدل و قالب تعریف شده است:

طراحی مدل: مدل از جنس فلز آلومینیوم ساخته می شود. سطح جدایش در این مدل در دو قسمت به شکلی که اولین سطح جدایش در زیر توده و سطح جدایش دیگری در بالای تیغه های مکعبی قرار می گیرد. که می توان مدل را یک تکه و یا حتی دوتکه قالب گیری کرد. همچنین کلیه اجزاء سیستم راهگاهی اعم از اصلی و فرعی پیش ساخته می باشد. جهت حصول اطمینان از قرار گیری دقیق و صحیح سه لنگه درجه بر روی هم از پین راهنما در ماسه قالب استفاده می کنیم.

تذکر: در این طرح ما از جعبه ماهیچه استفاده نکرده ایم در نتیجه حجم گزارش کاهش یافته و این خود سادگی طرح را نشان می دهد.

محاسبات اضافات مدل سازی: در این مرحله باید اضافات مانند اضافات تراش، شیب و اضافه انقباضی در نظر گرفته شود.

اضافه انقباضی: طبق جداول استاندارد A356 به میزان $1.2 - 1.6$ درصد انقباض حجمی دارد در نتیجه ما حدود 1.2 درصد اضافه انقباضی در ساخت مدل در نظر گرفته ایم (باقی مانده اضافه انقباضی در هنگام لق کردن مدل بدست می آید).

شیب: برای سطوح جانبی در نظر گرفته شده است. (با توجه به استاندارد های جدول مدل سازی) برای این سطوح به میزان 1 الی 2 درجه شیب در نظر گرفته شده است، زیرا اختلاف ارتفاع در مدل وجود دارد و در ارتفاع های کم مدل، مقدار شیب را بیشتر و در قسمت هایی که ارتفاع مدل زیاد تر است مقدار شیب کمتر در نظر گرفته شده است.

اضافه تراش: در این مدل، هیچ حساسیتی در مورد سطوح عنوان نشده است. در این طراحی انجام شده در دو قسمت برای افزایش میزان کیفیت سطحی، اضافه تراش عنوان کرده ایم یکی در کف توده و دیگری در محل اتصال فرعی به قطعه می باشد.

طراحی سیستم راهگاهی: ایجاد سیستم راهگاهی صحیح در ریخته گری آلومینیوم در دیرباز به عنوان عامل موثر در ایجاد قطعه سالم شناخته شده است. سیستم راهگاهی و مشخصه های اصلی آنها براساس عوامل اصلی و متالورژیکی ذوب آلومینیوم عبارتند از: الف: تمایل شدید به اکسیداسیون و تولید سرباره. ب: تمایل شدید به تلاطم و دخول گازها. پ: خاصیت شدید جذب گاز. ت: اشکالات فراوان در حذف انقباضات پراکنده.

با توجه به موارد فوق ایجاد سیستم های راهگاهی مطلوب در حذف تلاطم مذاب و ایجاد حرکت آرام و جریان یکنواخت مذاب در پر کردن قالب الزامی است. اهداف سیستم راهگاهی را می توان در عوامل زیر ذکر کرد:

1- تنظیم سرعت و جهت جریان مذاب به گونه ای که پر کردن محفظه قالب را قبل از انجماد تضمین نماید. 2- ایجاد جریان آرام و یکنواخت مذاب بدون هیچگونه تلاطم و جلوگیری از ورود هوا و خوردگی دیواره های قالب. 3- توزیع حرارت در سراسر قالب بنحوی که بتوان به دقت محل مخازن تامین مذاب را تعیین نمود. 4- جلوگیری از ورود ناخالصی های غیر فلزی و آخال ها. 5- برآورد هزینه های اقتصادی نسبت به آلیاژهای برگشتی و هزینه تمیزکاری.

سیستم راهگاهی مورد استفاده در این آلیاژ با توجه به موارد فوق با نسبت $As:AR:AG = 1:3:3$ می باشد که سطح تنگه برابر است با As .

برای نصب راهگاه به این قطعه دو طرح کلی وجود دارد: 1- مدل را می توان معکوس هم قالبگیری کرد به گونه ای که استوانه به قطر کوچک در کف قالب قرار گیرد در این صورت زدن راهگاه فرعی به استوانه و یا حتی تیغه ها وجود دارد اما بسیار نامناسب است و این طرح با چند مشکل مواجه شد: قسمت استوانه و تیغه ها که محل گرم در قطعه می باشند و با زدن راهگاه فرعی آن مناطق گرم تر شده و حتی نمی تواند ذوب مورد نیاز را جبران کند و کشیدگی در استوانه اتفاق خواهد افتاد و به علت این که مذاب گرم از ناحیه استوانه عبور می کند و به قسمت های دیگر می رسد و در این قسمت آخرین ذوب در آن نقطه منجمد می شود که باعث ایجاد مک در آن محل می شود. (همان گونه که قالبگیری و ذوب ریزی برای این روش انجام شد و میزان کشیدگی در تصاویر نشان داده می شود). همچنین مذاب بعد از ورود به قالب راه مناسب و پر کردن یکنواخت قالب را ندارد یا به اصطلاح مذاب گیج می شود و تلاطم و جذب گاز را به همراه خواهد داشت. عمده ترین عیب نصب سیستم راهگاهی به بدنه ی اصلی و جداسازی سیستم از قطعه می باشد. (شکل 1-2)

2- به دلیل مشکلات فوق تصمیم گرفتیم که مدل را به صورت معکوس قالبگیری نکنیم و سیستم راهگاهی را به توفه نصب کنیم که خود این طرح به دو صورت می تواند اجرا شود: الف: تعبیه راهگاه اصلی به صورت دوار که به زیر سه تیغه نصب می شود. این روش نیز قابل قبول نیست چون میدانیم مذاب تمایل دارد تا مسیر مستقیم را طی کند براین اساس در راهگاه دوار به طور مداوم ذوب با جداره راهگاه برخورد می کند و عیوبی همچون تلاطم و جذب گاز را به همراه خواهیم داشت. و مشکل عمده این فرض کاهش قابل توجه راندمان به دلیل استفاده از راهگاه دوار 270 درجه می باشد. ب: تعبیه یک کانال اصلی در درجه ی پایین و نصب راهگاه فرعی به صورتی که بالای راهگاه اصلی قرار گیرد و به سطح خارجی توفه متصل می گردد. این طراحی سیستم راهگاهی قابل قبول است چون تلاطم و جذب گاز را به همراه نخواهد داشت و از لحاظ اقتصادی مرقون به صرفه است و همچنین به دلیل بزرگتر بودن کانال اصلی و فرعی احتمال نیامد از بین می رود و انجماد جهت دار می گردد. (اشکال 2-2)

سیستم راهگاهی:

فرم سیستم راهگاهی: Gate در لنگه بالای درجه و Runner را در لنگه پایینی درجه تعبیه می کنیم و امتداد کانال اصلی به صورت شیب دار می باشد. مزایای اینکار عبارت است از: 1- به دلیل بیشتر بودن چگالی اکسید های مذاب اکسیدهای موجود به کف کانال اصلی می روند و وارد قالب نمی شوند. 2- مذاب به ترتیب ابتدا کانال اصلی و سپس کانال فرعی را پر کرده و مذاب با کمترین آشفته گی وارد قالب می شود. 3- مذاب کثیف اولیه در انتهای راهبار به دام می افتد و پس از پر شدن کامل راهبار مذاب تمیز از کانال فرعی وارد قالب می شود. 4- در این سیستم تنگه در پای راهگاه باریز قرار گرفته است و این امر سبب پر شدن سریع راهگاه باریز و پایداری دبی جریان می گردد.

نکته: تنها عیب سیستم غیر فشاری پایین بودن راندمان ریخته گری آن می باشد. ولی راندمان کلی ریخته گری به دلیل کم بودن خرابی قطعات بالا می باشد.

مزایای استفاده از حوضچه پای راهگاه: 1- کاهش تلاطم سطحی ناشی از جهش اولیه مذاب رسیده به پای راهگاه می گردد. 2- کمک به پر شدن کامل راهگاه و فرستادن مذاب به صورت جبهه ای فشرده به درون راهبار. 3- جذب انرژی حرکتی جریان سقوطی (شکل 1).

در صورت کروی بودن قسمت کف حوضچه پای راهگاه جریان به صورت آشفته در می آید که مطلوب نیست.

مزایای استفاده از حوضچه باریز: 1- جلوگیری از تشکیل حباب و ورود هوا همراه با جریان مذاب به داخل قالب. 2- جلوگیری از تشکیل ورود اکسید ها یا شلاکه به داخل قالب از طریق شناور ساختن آنها در سطح مذاب. 3- حذف اغتشاش و سرعت اولیه مذاب ناشی از باریزی.

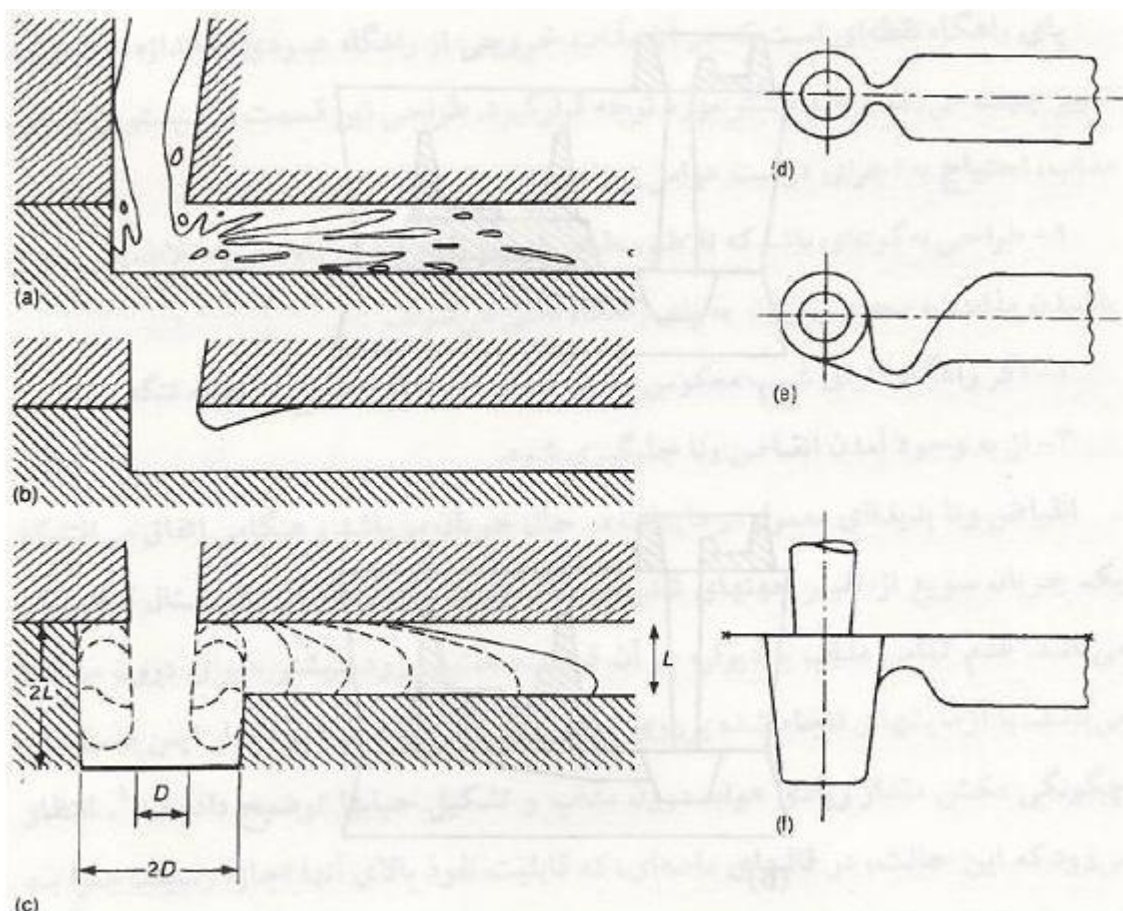
نکته: مقطع کانال اصلی را همچنان که در نقشه مشاهده می شود دوزنقه ای شکل می سازیم. دلیل اینکار کمتر بودن انتقال حرارت مقطع دوزنقه ای نسبت به مستطیلی می باشد.



اشکال 1-2: مدل به صورت معکوس (استوانه کوچک در کف قالب) قالبگیری شده و همان گونه که مشاهده می شود با جداسازی و برش قسمت استوانه کوچک، یک مک در داخل استوانه قرار گرفته است. که این مک سطحی خشن و شکل هندسی نامشخص دارد که مک انقباضی می باشد.



اشکال 2-2: مدل به صورت معکوس قالبگیری نشده (استوانه کوچک در بالای قالب قرار دارد).



شکل 2-3

محاسبات مدل و سیستم راهگاهی و راندمان:

$$V_c = 196/2216 \text{ cm}^3 \text{ حجم قطعه}$$

$$V_t = 216/5 \text{ cm}^3 \text{ حجم کل (قطعه + سیستم)}$$

$$m_c = 514/386 \text{ gr} \text{ وزن قطعه}$$

$$m_t = 582/385 \text{ gr} \text{ وزن کل (قطعه + سیستم)}$$

$$A_c = 526/524 \text{ cm}^2 \text{ سطح قطعه}$$

$$M_t = \frac{V_t}{A_t} = \frac{196/2216}{526/524} = 0.3628 \text{ cm} \text{ مدول کل قطعه}$$

$$M_c = \frac{V_c}{A_c} = \frac{50.24}{69/75} = 0.7202 \text{ cm} \text{ مدول استوانه کوچک}$$

$$T = s \sqrt[3]{\delta \cdot w}$$

$$A_c = \frac{V_c + V_{system}}{\mu T \cdot \sqrt{2ghe}}$$

$$A_c = 1.04 \text{ cm}^2 \text{ سطح مقطع تنگه}$$

$$T = 3s \text{ زمان بارریزی}$$

$$\mu = (0.7 - 0.6) \text{ ضریب ریختگی برای آلیاژهای آلومینیوم}$$

$$\rho = 2/68 \text{ gr/cm}^3 \text{ چگالی}$$

$$S = 1.2 \text{ ضریب تجربی بر حسب سیالیت و شکل سیستم راهگاهی}$$

$$\delta \text{ ضخامت متوسط قطعه بر حسب میلیمتر}$$

$$g = 980 \text{ cm/s}^2 \text{ شتاب ثقل}$$

$$h_e = 10.5 \text{ cm ارتفاع موثر}$$

$$A_s = A_r = A_g, 1 = 3 = 3$$

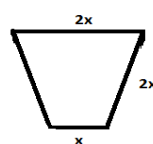
$$A_s = A_c = 1.04 \text{ cm}^2 \quad \frac{\pi d^2}{4} = A_s$$

$$\text{قطر لوله راهگاه} = 1.15 \text{ cm}$$

$$A_r = 4x^2, \quad (3)(1.04) = 4x^2,$$

$$x = 0.93 \text{ cm}$$

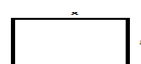
$$2x = 1.86 \text{ cm}$$



$$A_g = 2x^2, \quad (3)(1.04) = 2x^2$$

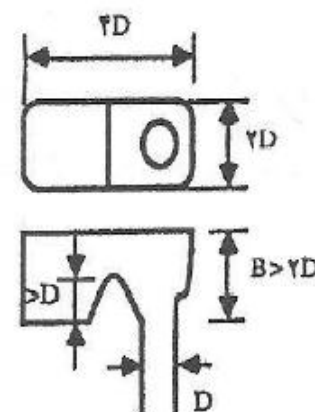
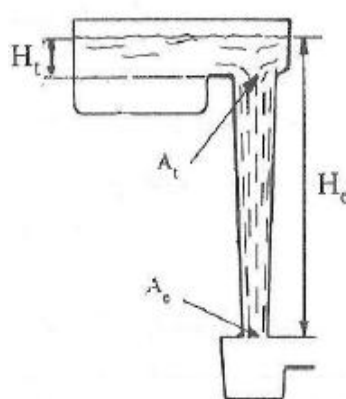
$$x = 1.249 \text{ cm}$$

$$2x = 2.498 \text{ cm}$$



$$\text{راندمان} = \frac{\text{وزن قطعه}}{\text{وزن سیستم} + \text{وزن قطعه}} * 100 = 88.32 \%$$

ابعاد	اجزاء سیستم راهگاهی
17/25	قطر بالای راهگاه (mm)
11/5	قطر پایین راهگاه (mm)
233	سطح بالای راهگاه (mm ²)
104	سطح پایین راهگاه (mm ²)
105	ارتفاع راهگاه (mm)
18.6*18.6*9.3	ابعاد اصلی
260	مساحت اصلی (mm ²)
1	تعداد اصلی
10*31.2	ابعاد فرعی
312	مساحت فرعی (mm ²)
1	تعداد فرعی
3	زمان پر شدن (s)



ابعاد حوضچه بارریز و ستون راهگاه

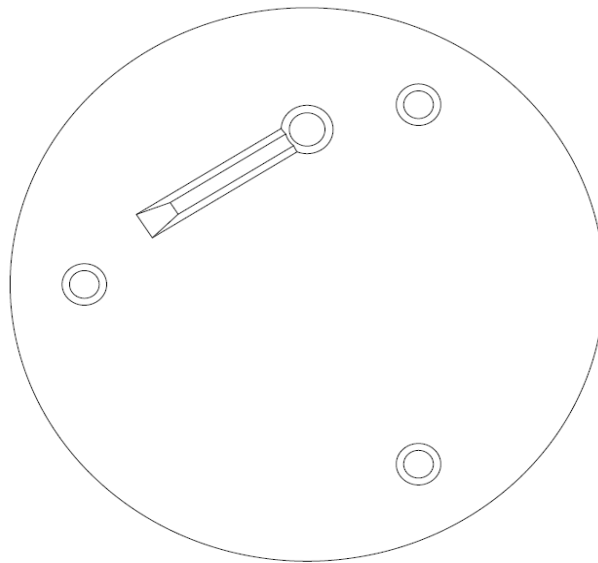
3- عملیات مدل‌سازی، قالبگیری و ماهیچه سازی (حداکثر 2 صفحه به علاوه جداول و نمودارهای مورد نیاز)

طراحی مدل: در ساخت مدل باید اضافات تراشکاری، انقباضی و شیب را در نظر بگیریم. برای ساخت این قطعه ابتدا مدل مادر را از جنس چوب طراحی و می‌سازیم که با توجه به دوام مدل‌های چوبی آنها را به مدل فلزی تبدیل می‌نماییم. جنس مدل فلزی آلومینیومی می‌باشد. مدل طراحی شده از نوع مدل‌های دو تکه با سطح جدایش یکنواخت می‌باشد. در ساخت مدل مادر باید علاوه بر انقباض عملی این آلیاژ یک انقباض مضاعف برای تبدیل مدل چوبی به مدل آلومینیومی لحاظ می‌کنیم. برای قالبگیری این قطعه دو طرح در دست است: 1- مدل را به صورت یک تکه با سطح جدایش یکنواخت بر روی صفحه مدل در دو لنگه قالبگیری می‌کنیم که در این روش به جعبه ماهیچه نیاز است که علاوه بر این که هزینه و زمان ساخت جعبه ماهیچه زیاد است همچنین زمان قالبگیری افزایش و نیازمند هزینه‌های مربوط به نیروی کار جهت ساخت ماهیچه می‌باشد. لازم به ذکر است که گفته شده فقط برای تولید یک قطعه و هیچ گونه تولید انبوهی مد نظر نمی‌باشد. پس ساخت جعبه ماهیچه و همچنین صفحه مدل برای این قطعه که میتوان با روش‌های دیگری قالبگیری کرد لازم نمی‌باشد. به علت کاهش راندمان اقتصادی آن هم برای یک قطعه، این طرح مورد قبول نبود. 2- مدل دو تکه فلزی که در نقشه‌ها مشاهده می‌شود. این طرح به دلیل سهولت در امر قالبگیری و کاهش زمان قالبگیری و در نتیجه آن افزایش راندمان اقتصادی می‌باشد.

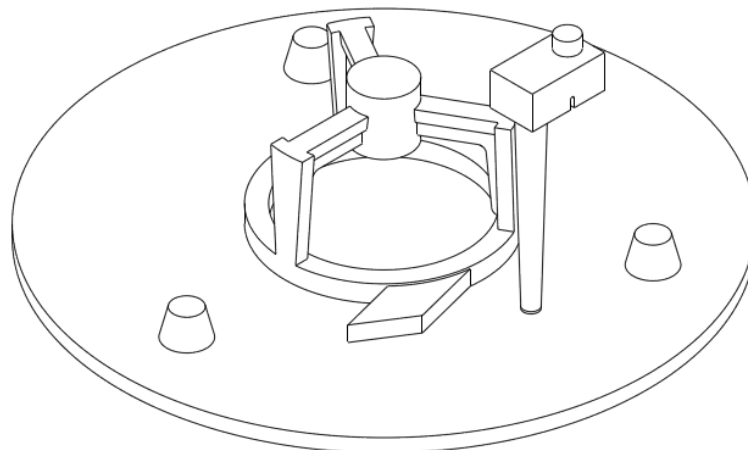
قالب: از جنس ماسه سیلیسی مصنوعی با مش 90 و چسب سیلیکات سدیم با دمش گاز دی اکسید کربن استفاده می‌شود. مقدار چسب مصرفی طبق نمودار 1-3 حدود 4.5 درصد است. استفاده از ماسه سیلیسی با چسب سیلیکات سدیم باعث افزایش کیفیت سطح، همچنین استحکام بالای قالب و بهبود خواص مکانیکی را به همراه دارد. مقدار چسب قالب نیز نکته بسیار مهمی است که با توجه به مواردی چون مش ماسه، میزان استحکام مورد نیاز قالب و زمان نگهداری قالب تا قبل از باریزی انتخاب می‌شود. ماسه مورد استفاده باید همیشه عاری از رطوبت و خشک باشد حداکثر رطوبت مجاز 0.25 درصد است.

هواکش قالب: در حین مذاب ریزی به دلیل سرعت پایین خروج گاز و هوا از بین ماسه‌ها، وجود هواکش در سطوح رویی محفظه (بر روی سطح تیغه‌ها و استوانه) برای خروج هوای محفظه و گازهای ایجاد شده از مذاب و ماسه و... الزامی است. با تعبیه هواکش در محل‌های مناسب به سلامت قطعه کمک زیادی خواهد شد. در صورت عدم استفاده از هواکش، عیوب حبس هوا، میسران، عدم پر شدن قالب، جوشش و ... را خواهیم داشت.

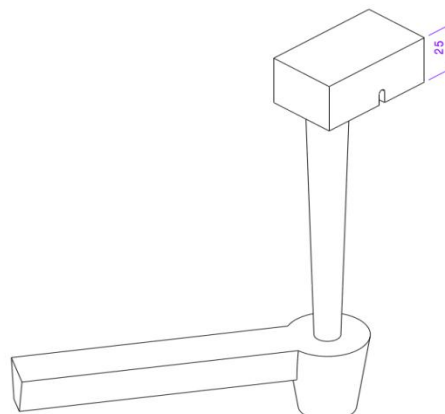
انتخاب سایز درجه: از درجه 10*20*20 استفاده می‌کنیم که برای لنگه سوم، درجه‌ای به ارتفاع 5 سانتی متر مورد نیاز است.



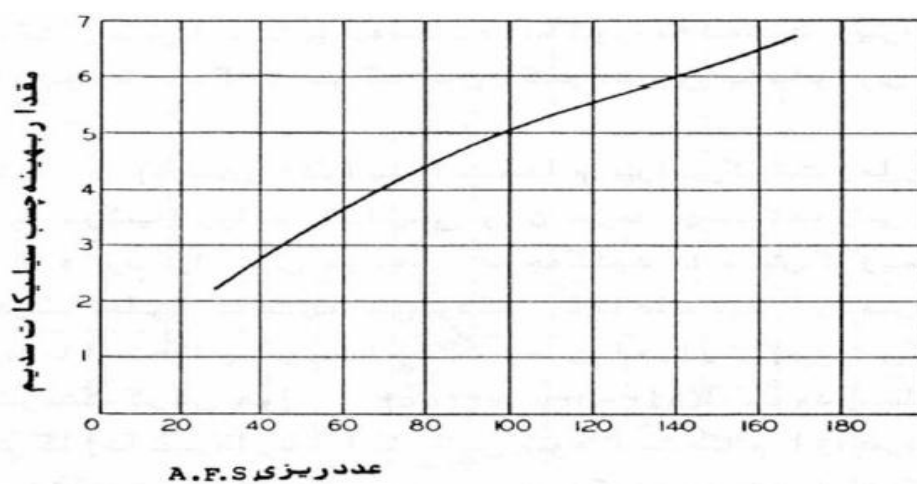
شکل 1-3 این شکل مربوط به تایه پایینی قالب می‌باشد.



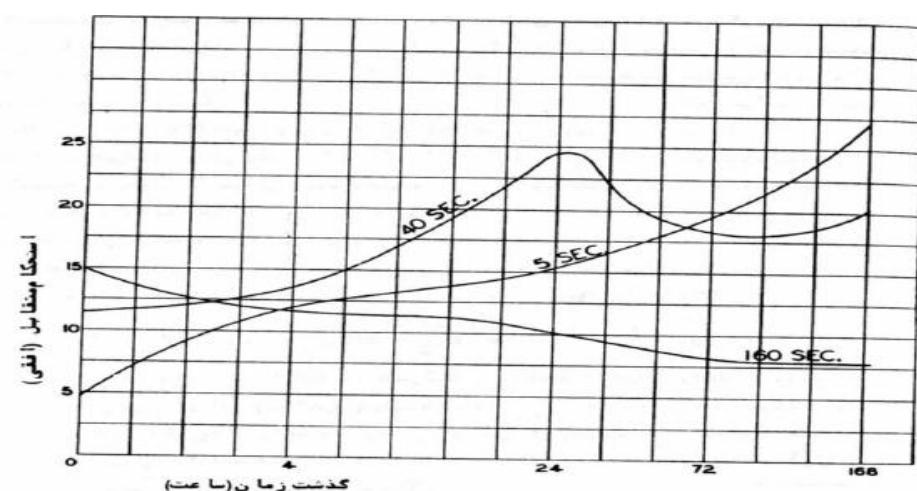
شکل 2-3 تای بالایی مدل ریخته‌گری که خود شامل دو درجه روی هم می‌باشد (جهت در آوردن ماهیچه وسط).



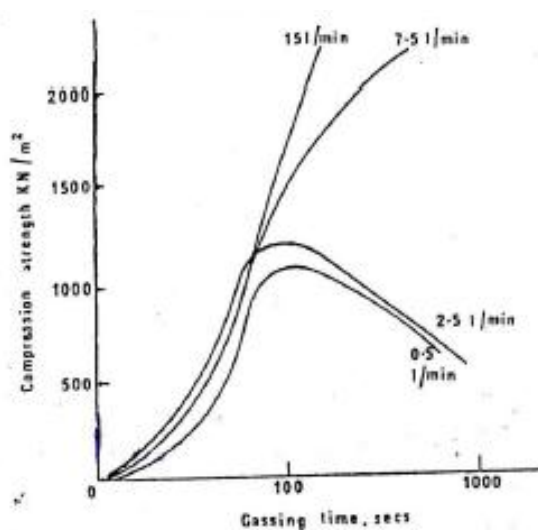
شکل 3- تصویر شماتیک سیستم راه‌گاهی.



نمودار 3-1: مقدار بهینه مصرف چسب سلیکات سدیم نسبت به عدد ریزی (مش) ماسه.

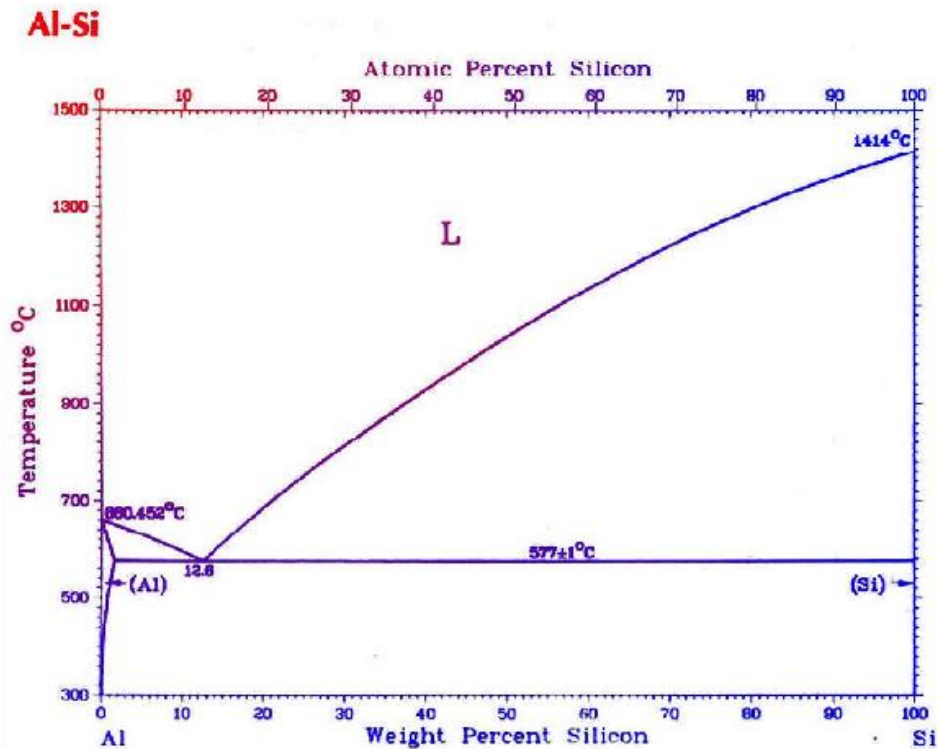


نمودار 3-2: اثر تلفیقی زمان دمش گاز بر استحکام یک مخلوط ماسه قالبگیری با چسب سلیکات سدیم.



نمودار 3-3: رابطه ی دبی گازدهی و زمان گازدهی برای خود گیری ماسه سلیسی مصنوعی.

4- شرایط عملیات ذوب و ریخته‌گری (حداکثر 2 صفحه به علاوه جداول و نمودارهای مورد نیاز)



Al%	Si%	Cu%	Mg%
Bal	6.5 – 7.5	0.25 max	0.20 – 0.45
Mn%	Zn%	Ti%	other
0.35 max	0.35 max	0.25 max	0.05 max

CO ₂ – SAND MOLD	A356 (s)	A356 (l)	
52	90	90	ضریب نفوذ حرارتی (w/mk)
1580	2680	2394	چگالی (Kg/m ³)
1045	963	1080	ظرفیت حرارتی (W/gk)

دمای سالیدوس	دمای لیکوئیدوس	قالب ماسه ای	ذوب	دما (°C)
578	608	25	615	

با توجه به نمودار تعادلی این آلیاژ، مذاب در منطقه هیپوئوتکتیک منجمد می شود. با توجه به این مطلب دامنه انجماد این آلیاژ حدود 60 درجه سانتی گراد است که تقریباً انجماد میانی و متمایل به پوخته ای می باشد. پس اگر دقت کافی در حین تهیه مذاب (دمای فوق ذوب، زمان نگهداری ...) رعایت نشود انجماد به سمت خمیری میل می کند. هر چه انجماد به سمت خمیری برود سیالیت کمتر، میزان انقباضات پراکنده بیشتر و میزان جذب گاز افزایش می یابد در نتیجه دقت کافی در تهیه این آلیاژ الزامی است تا بتوانیم کمترین میزان جذب گاز و عیوب را داشته باشیم.

انواع عملیات کیفی بر روی آلیاژهای آلومینیوم:

1- گاززدایی (آخال زدایی)، 2- اکسید زدایی، 3- هیدروژن زدایی، 4- اصلاح ساختار، 5- جوانه زایی، 6- فیلتر کردن.

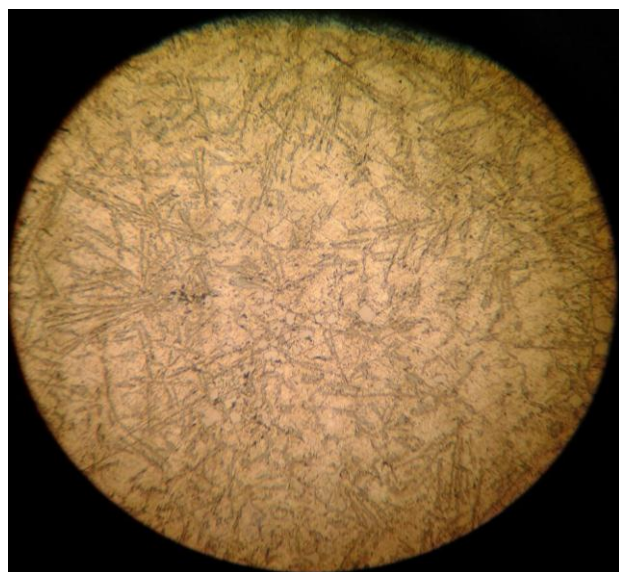
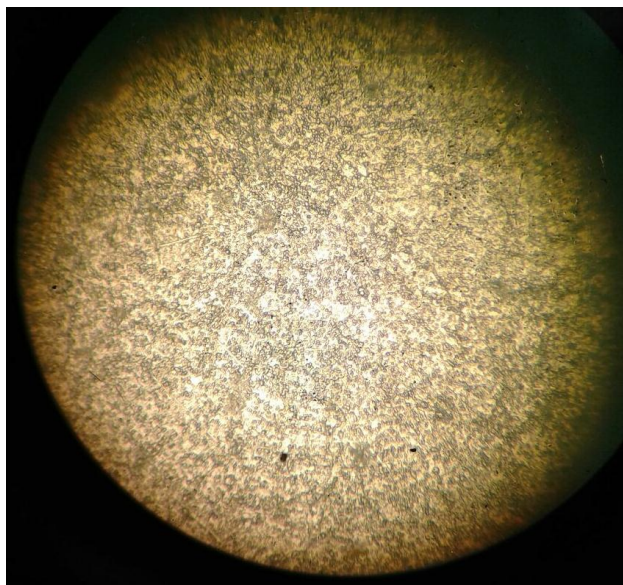
1- گاززدایی: با توجه به هزینه های اقتصادی و همچنین از نظر مواد اولیه موجود در کارگاه روش انتخابی برای گاززدایی، استفاده از گاز بی اثر آرگون است. در گازهای بی اثر بهترین راندمان را از نظر بی اثر بودن به آلیاژ دارا می باشد و همچنین مکانیزم گاززدایی آن از دیگر روش ها بهتر بوده و در زمان کمتری صورت می گیرد. مکانیزم این روش افزایش فشار داخلی مذاب می باشد که با توجه به قوانین ترمودینامیکی مذاب برای رسیدن به تعادل با محیط گازهای محلول در خود را به بیرون می فرستد. در مواد اولیه موجود در کارگاه برای گاززدایی قرص دگازر هم موجود می باشد ولی قرص دگازر چون دارای ترکیبات کلر می باشد، هنگام قرار دادن قرص گاز زدا در مذاب برای انجام عملیات گاززدایی، مشکلی که موجود است، بهم زدن کامل و یکسان مذاب است که بتواند به طور کامل گاززدایی را انجام دهد و همچنین این ترکیبات نسبت به جذب رطوبت حساس هستند، و اگر دقت کافی لحاظ نگردد احتمال دارد قرص دگازر فاسد شده باشد که در این صورت نه تنها خروج گاز نداریم بلکه گازهای مضر و آخال های مذاب افزایش می یابند. مذاب را دچار مشکل و عیوب بکند. البته گاز نیتروژن هم قابل استفاده می تواند باشد ولی به دلیل اینکه ترکیبات نیتريد آلومینیوم می دهد لذا باید گاز کاملاً خنثی استفاده شود تا از اتلاف آلومینیوم موجود جلوگیری به عمل آید. لذا از گاز آرگون استفاده می نماییم. 2- عملیات اکسیدزدایی: به طور کلی مکانیزم های گاززدایی به صورت مکانیکی و و شیمیایی می باشد. روش شیمیایی بیشتر روی ذوب هایی انجام می گیرد که نسبت به تلاطم حساس هستند مانند آلومینیوم-منیزیم همچنین این روش با توجه به امکانات موجود در کارگاه امکان پذیر نیست و هزینه این روش برای این آلیاژ مقرون به صرفه نمی باشد. بنابراین برای اکسید زدایی از روش مکانیکی که شامل استفاده از فلاکس پوششی و فلاکس تمیز کننده می باشد استفاده می کنیم. در نتیجه روش انتخابی ما استفاده از فلاکس پوششی کاورال 11 می باشد. این فلاکس را در دو مرحله یکی قبل از ذوب شدن آلیاژ (نصف فلاکس) و دیگری بعد از ذوب شدن آلیاژ (نصف دیگر فلاکس) به شارژ اضافه می کنیم. 3- عملیات هیدروژن زدایی: از این عملیات بیشتر برای مذاب هایی استفاده می شود که نسبت به تغییر فشار و تلاطم حساس می باشند و برای این آلیاژ استفاده نمی کنیم. 4- اصلاح ساختار: با توجه به موقعیت این آلیاژ در نمودار آلومینیوم-سیلیسیم فاز سیلیسیم در دمای محیط به صورت تیغه ای می باشد که باعث افت خواص مکانیکی می شود. برای رفع این عیب از موادی مثل سدیم یا سربم استفاده می کنیم. شکل نامناسب فاز سیلیسیم را به شکل مناسب تغییر می دهد. که نتیجه آن افزایش استحکام و مقاومت به ضربه می باشد. مواد مورد استفاده برای این منظور با توجه به مواد موجود در کارگاه و به میزان 0.03-0.015 درصد می باشد، تاثیر این مواد در بهبود ساختار با توجه به آزمایش های انجام گرفته بخوبی در تصاویر زیر مشخص شده است. 5- جوانه زنی: برای ریز کردن دانه ها و افزایش خواص مکانیکی روی این آلیاژ باید در آخرین مرحله از مواد جوانه زا که غالباً ترکیبات تیتانیوم و بر می باشد استفاده کنیم. این مواد با توجه به امکانات کارگاه می باشد که میزان افزودن آن 0.01 الی 3 تا 4 درصد وزنی می باشد (شکل 1-4).

6- فیلتر کردن: به طور کلی فیلتر ها به دو نوع سرامیکی (برای آلیاژهای با نقطه ذوب بالا) و فیلترهای الیافی (برای آلیاژهای با نقطه ذوب پایین) تقسیم می شوند. برای آلیاژهای آلومینیوم باید از فیلترهای الیافی استفاده کنیم تا با جلوگیری از ورود آخال ها و ناخالصی ها و اکسیدها و به داخل قطعه، باعث افزایش خواص و کیفیت ذوب وارد شده به درون قالب می شود.

نوع کوره: برای ذوب این آلیاژ می‌توانیم از کوره‌های الکتریکی، گازی و گازوئیلی استفاده کنیم. ولی باید به این نکته توجه کرد که هرچه گازهای ناشی از محصولات احتراق و گازهای تولید شده بیشتر شود و در تماس با ذوب باشند میزان جذب بالا رفته و به طور کلی عیوب افزایش می‌یابند. نتیجه آن صرف هزینه‌های زیاد برای انجام عملیات کیفی می‌باشد. ولی اگر از کوره‌های الکتریکی استفاده کنیم با توجه به این که محصولات احتراقی نداشته در نتیجه ذوب تهیه شده دارای کمترین جذب گاز، بهترین کیفیت و سرعت تولید بالا می‌باشد. همچنین کنترل دقیق دمای فوق ذوب در کوره می‌باشد.

مراحل تهیه آلیاژ: 1- بوته مورد نظر با توجه به وزن قطعه شارژ می‌کنیم. پیش گرم کردن کوره ذوب جهت افزایش راندمان و سرعت ذوب و کاهش حساسیت بوته و کوره به شوک حرارتی می‌باشد. هنگام شارژ فلاکس پوششی کاورال 11 را اضافه می‌کنیم تا هنگام ذوب از جذب اکسیژن و هیدروژن به مقدار کمی بکاهد. همچنین بعد از ذوب آلیاژ، نصف دیگر فلاکس را به مذاب می‌افزاییم که هم به عنوان فلاکس پوششی و هم فلاکس تمیز کننده در آلیاژهای آلومینیوم مطرح هستند. 2- گاززدایی با استفاده از گاز آرگون به نسبت 1 به 100 انجام می‌پذیرد. 3- سرباره گیری: سرباره آلیاژ آلومینیوم به صورت پودر می‌باشد که باید قبل از ذوب ریزی حتماً از مذاب جدا شود. 4- عملیات بهسازی و جوانه زایی که در آخرین مرحله قبل از ذوب ریزی به ترتیب انجام می‌شود.

نکته: از بوته‌های گرافیتی برای تهیه ذوب آلیاژ آلومینیوم استفاده خواهد شد.



شکل 1-4: مقایسه ساختار ذوب ریزی شده ی آلیاژ آلومینیوم A356 اصلاح شده و اصلاح نشده.



شکل 2-4: میزان تخلخل‌های میکروسکوپی در نمونه.

5- سادگی، انجام پذیری، ابتکار و خلاقیت (حداکثر 2 صفحه)

- بطور کلی تمامی طراحی مهندسی باید علاوه بر دقت ابعادی، سالم بودن قطعه و کیفیت سطح، از سادگی و توجیه اقتصادی مطلوبی برخوردار باشند لذا وظیفه یک مهندس طراح، علاوه بر تولید قطعه سالم، کارکرد مناسب و نیز سادگی، انجام پذیری و تکرار پذیری تولید می باشد.
- در ابتدای طراحی باید حداقل چند نکته متداول را مد نظر قرار داد
- (الف) پر کردن قالب توسط مذاب، سالم بودن قطعه
- (ب) سادگی طرح و امکان پذیر بودن
- (پ) ورود مذاب به درون قالب و عدم ورود سرباره، شلاکه، اکسید ها، و...
- (ج) راندمان ریخته گری بالا
- (د) قابلیت در دسترس بودن مواد اولیه
- (و) بهره گیری از خدمات نرم افزاری و فناوری
- (ه) صرفه جویی در زمان و هزینه
- (ی) رعایت نکات زیست محیطی

مزایای سادگی طرح

با توجه به عواملی فوق علاوه بر تمامی تلاش های خود را در سادگی طراحی این قطعه و در نظر گرفتن شرایط اقتصادی برای تولید یک قطعه و حداکثر خواص (مکانیکی و فیزیکی) معطوف ساخته است. انجام پذیری و سادگی این طرح را می توان نتیجه حذف جعبه ماهیچه و مجموعه قالب که شامل سه درجه می باشد خلاصه نمود.

طراحی سیستم راهگامی مناسب یکی از پیچیده ترین مراحل برای یک مهندس ریخته گر می باشد چون حدود 80 درصد عیوبی که در قطعات ریخته گری ظاهر می شوند ناشی از سیستم راهگامی نامناسب اند. به همین دلیل این مسئله به حدی جدی و مهم است که باید تمام نکات ایجاد شده در طراحی سیستم راهگامی کاملاً رعایت شود.

آلیاژهای آلومینیوم به علت اینکه به تلاطم و پاشش ذوب حساس هستند پس سعی بر آن داریم تا مذاب را با حداقل اغتشاش و تلاطم وارد قالب کنیم. پس سیستم راهگامی غیر فشاری (فرعی بر روی اصلی قرار می گیرد) مناسب ترین و بهترین سیستم هایی هستند که بتوانیم حداقل تلاطم را داشته باشیم. در مورد سیستم راهگامی می توان چنین استنباط کرد که در این نوع سیستم راهگامی چون راهگاه اصلی در کف قرار دارد و راهگاه فرعی در بالای آن قرار گرفته، پس امکان ورود ناخالصی ها و آخال ها به داخل قالب کم است و مذاب تمیز وارد قالب می شود که باعث بهبود خواص نهایی فیزیکی و مکانیکی قطعه می گردد. مقطع کانال اصلی دوزنقه ایی شکل است که انتقال حرارت کمتر نسبت به مستطیلی را دارا می باشد.

تذکر: در این نوع طراحی به علت عدم استفاده از روش قطعه آزاد، دقت ابعادی بیشتری را دارا می باشیم.

استفاده از ماسه سیلیسی به جای ماسه تر به خاطر استحکام و کیفیت سطحی بالاتر مورد استفاده قرار گرفته است. مدل هایی که در ماسه سیلیسی مصنوعی قالبگیری می شوند به دلیل استحکام بالایی که پس از خود گیری ناشی از دمش گاز CO2 پیدا می کند، معمولاً با مشکل خروج گاز از قالب مواجه هستند که باید از کانال های هوا و همچنین از ماسه ها با مش بندی 90 استفاده کرد.

راهگاه فرعی را به صورت مورب (همان طوری که در تصاویر نشان داده شده است) ایجاد شده تا هیچ گونه تمرکز حرارتی و خرابی و ماسه شویی را نداشته باشیم و مذاب به صورت چرخشی قالب را پر کند.

امروزه برای اینکه بتوان در بازار کار رقابت داشت و از طرفی به توان به صورت علمی و عملی قطعه ای سالم تولید کرد و همچنین به منظور کاهش خطا و افزایش راندمان ریختگی باید از تکنولوژی های روز دنیا استفاده کرد. همانطور که انتظار می رود در روند طراحی قطعه از نرم افزارهای طراحی (CATIA) و شبیه سازی (proCAST) استفاده کرد. در این برنامه امکان بررسی و ارزیابی طرح های پیشنهادی و بهینه سازی سیستم راهگاہی و تغذیه میسر می گردد که برخی از موارد به شرح زیر می باشد:

- 1- ردیابی نقاط داغ و تخلخل ها
- 2- آنالیز حرارتی قطعه در خصوص تعبیه سیستم راهگاہی و تغذیه
- 3- تجزیه و تحلیل جریان سیال، بررسی میزان اغتشاش در تمامی مراحل پر شدن مذاب در داخل قالب
- 4- پیش بینی نقاط تمرکز انقباضی،
- 5- امکان بررسی وجود ترک گرم در قطعه ریختگی و...

همان طور که مشاهده می شود برای حذف مک ایجاد شده در استوانه از کانال هوا همچنین می توان از پرک هم برای برطرف کردن کامل آن استفاده کرد.

6- برآورد تقریبی هزینه تولید و توجیه اقتصادی طرح (حداکثر 1 صفحه)

توجیه اقتصادی قطعه ریخته‌گری:

در مورد اقتصادی بودن تولید باید چند نکته را در نظر بگیریم. اولاً تعداد قطعه سفارش شده بدین گونه که اگر تعداد کمی قطعه مورد نیاز باشد (مثلاً یک یا دو عدد) می‌توان با همان مدل چوبی اولیه قالب گیری کرد و به قطعه نهایی برسیم ولی اگر تعداد سفارش بالا باشد مدل چوبی دیگر جوابگوی این مسئله نیست و باید مدلی تهیه کنیم که قابلیت تغییر شکل پایین و مقاوم در برابر خیلی از شرایط کارگاهی باشد. در حال کلی می‌توانیم هزینه‌هایی همچون برق یا سوخت مصرفی و هزینه‌هایی همچون ساخت جعبه ماهیچه را نیز به آن اضافه نمود. در مورد هزینه ذوب می‌توان عنوان کرد که اگر راندمان حرارتی را افزایش داد می‌توانیم با هزینه‌های کم‌تری این ذوب را آماده نمود. از این شرایط، ذوب در کوره‌های المنی که راندمان بسیار بالایی نسبت به کوره‌ها با سوخت فسیلی است، را نیز اشاره کرد. همچنین کنترل دمایی بالا در کوره‌های المنی بسیار مفید است. اما در مورد جعبه ماهیچه که به خودی خود یک هزینه اضافی را در این قبال باید پرداخت شود را می‌توان با قالب گیری در سه درجه (که این روش بسیار ارزان‌تر از ساخت جعبه ماهیچه می‌شود) را نیز بر طرف نمود.

در حالت کلی می‌توان جنبه‌های اقتصادی مورد توجه گروه را این گونه تقسیم بندی کرد:

- 1- استفاده از مدل فلزی به جای چوبی و در نتیجه داشتن سطحی با کیفیت سطحی بالا و همچنین قابلیت تولید انبوه از روی مدل. (مقاوم در برابر شرایط جوی، کارگاهی و تغییرات ابعادی)
- 2- چون مدل ساخته شده در ابتدا چوب و سپس به آلومینیوم تبدیل شده هزینه‌ها بسیار کمتر نسبت به روش‌های CNC فرز و تراش می‌باشد.
- 3- سادگی طرح باعث آن بوده که مذاب از کف و به آرامی به سمت بالا حرکت کند و این مورد سبب می‌شود تا تلاطم و جذب گاز بسیار کمتر شود. در نتیجه افزایش راندمان ریخته‌گری و کاهش برگشتی‌ها را حاصل می‌شود.

توضیحات

برآورد هزینه

تجهیزات

در صورت ذوب در کوره کارگاه‌های آزاد این هزینه به 70 الی 80 هزار تومان نیز می‌رسد.	500 تومان	کوره المنی (هر ساعت)
مدل با دقت ابعادی بالا ساخته ایم که هزینه ساخت این مدل در کارگاه‌های آزاد.	150 هزار تومان	مدل چوبی (تولید یک عدد)
تبدیل مدل چوبی به آلومینیومی	10 هزار تومان	ریخته‌گری مدل آلومینیومی
این مواد شامل ماسه سیلیسی مصنوعی، ماسه طبیعی، چسب، گاز CO ₂ و... می‌باشد.	5 هزار تومان	مواد قالب گیری
هزینه تراشکاری و پرداخت نهایی در کارگاه‌های آزاد	10 هزار تومان	تراشکاری و پرداخت نهایی
-----	8 هزار تومان	شمش A356 (یک کیلوگرم)
این هزینه‌های شامل هزینه‌های غیر قابل ذکر می‌باشد.	3 هزار تومان	هزینه‌های مازاد
186500 تومان به همراه هزینه ساخت مدل در کارگاه‌های آزاد	36500 تومان	جمع هزینه‌ها (برای تولید یک قطعه)

توضیحات تکمیلی :

فهرست بالا شامل هزینه هایی که گروه بابت این قطعه صنعتی متحمل شده است، می باشد. همانگونه که مشخص است سنگین ترین این هزینه ها، هزینه ساخت مدل چوبی می باشد.
یکی از موارد مهم حائز اهمیت آن است که گروه با علم کارگاهی خود توانسته این مدل را بسازد و هزینه ساخت این مدل را از موارد بالا حذف کند.

7- توجیه زیست محیطی طرح و فرایند تولید (حداکثر 1 صفحه)

امروزه پرداختن به موضوع «کیفیت محیط زیست» و تحولات مربوط به آنها در سراسر جهان به صورت فراگیر مورد توجه قرار گرفته است. طی سال های اخیر افق جدیدی فرا روی صنعت قرار گرفته است که مکمل حرکت های کیفیت گرا و مبشر نگرشی نو در جهت سازگاری بیشتر با محیط زیست است. «نظام مدیریت محیط زیست» نتیجه نهایی دیدگاه های حفاظت از محیط زیست، هماهنگی با محیط زیست، بهره برداری بهینه از منابع و انرژی و آلودگی ها است. در این نگرش معیار ها و شاخص های انتخاب خدمات و محصولات، تنها کیفیت نیست، بلکه هماهنگی و سازگاری آنها با محیط زیست نیز در این انتخاب مورد توجه قرار می گیرد.

با توجه به موارد گفته شده در قسمت بالا توانستیم با استفاده از کوره های المنی باعث جلوگیری از انتشار گاز های مضر، بالا بردن راندمان حرارتی در نتیجه کمتر هدر رفتن انرژی دوما با استفاده از انرژی برگشت پذیر (برق) توانستیم در حفظ این منابع برگشت ناپذیر کمکی در سهم خودی خود داشته باشیم.

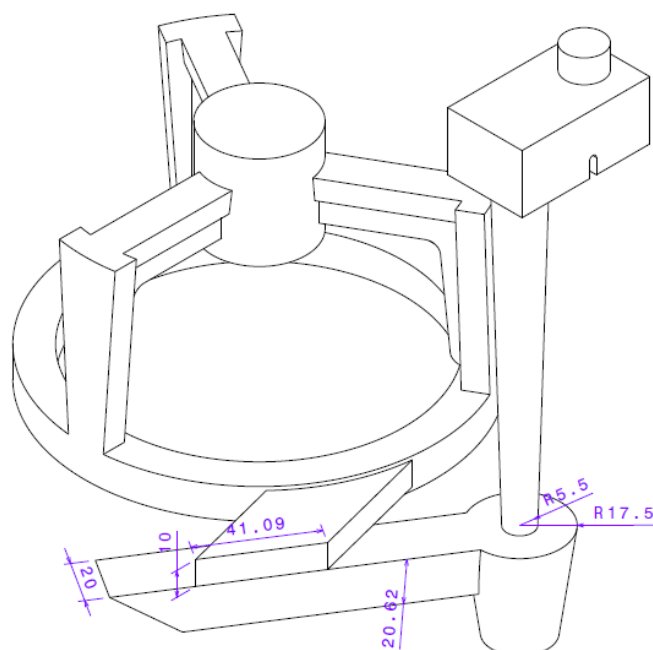
همچنین فرایند ذوب در کوره های زمینی سبب میشود تا شعله و گاز های احتراقی ناشی از آن به صورت مستقیم با سطح مذاب در تماس باشد که باعث جذب گازها را به داخل مذاب و سوختن و اکسید شدن بیشتر مذاب آلومینیوم می گردد. و در نهایت برای خروج کامل گازها و آخال ها نیاز است که فرایند گاززدایی به مدت زمان بیشتری انجام شود. که سبب استفاده بیشتر از منابع طبیعی می باشد. پس می توان با انتخاب صحیح کوره (کوره های المنی) ذوبی مناسب با کمترین ضررات محیطی را تولید کرد.

استفاده کمتر و بهینه در گاز دی اکسید کربن و می باشد.

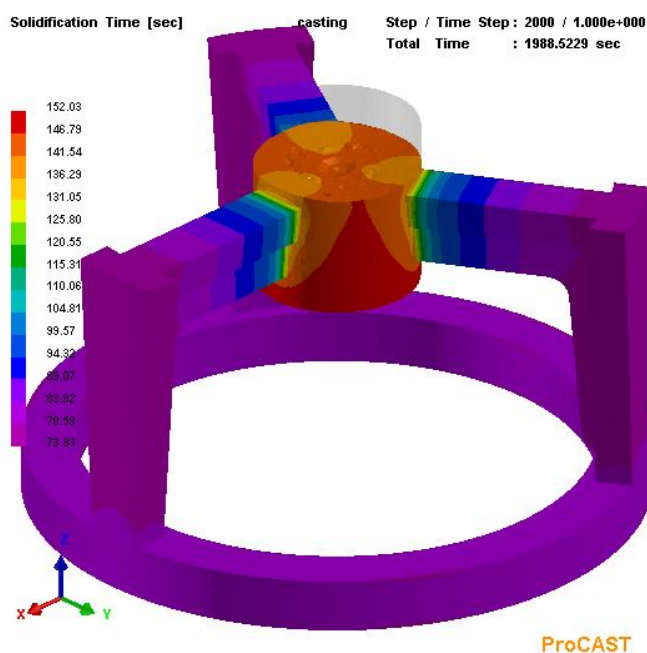
از مدل های فومی که در اثر سوختن آلودگی هوایی ایجاد می کند استفاده نکرده ایم همچنین از ماسه های چراغی در قالب گیری استفاده نکرده چون گاز سمی در اثر سفت شدت ایجاد می کند.

منابع و مراجع:

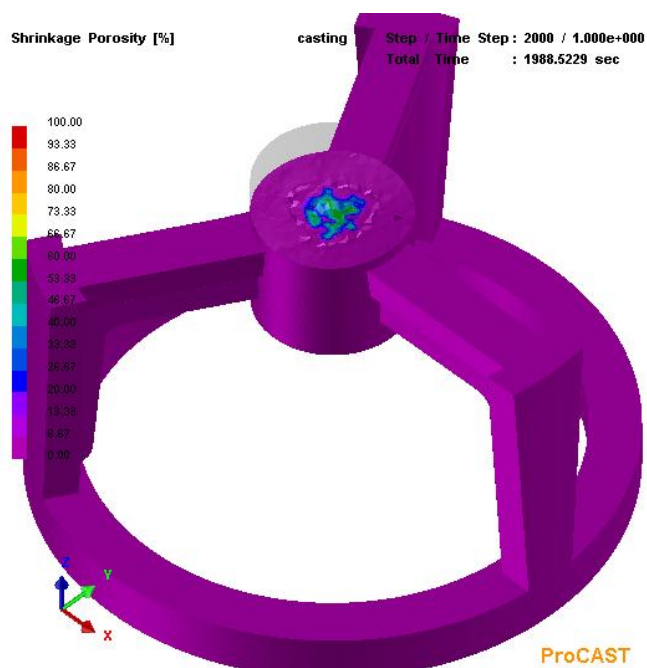
- [1] Complete Casting Handbook. Metal Casting Processes, Techniques and Design-Elsevier Butterworth-Heinemann (2011).
- [2] Beckermann, Ch, Water Modeling of Steel Flow, Air Entrainment and Filtration, Department of Mechanical Engineering, The University of Iowa, Iowa City, Iowa 52242, September 1992.
- [3] Kida, Shigeo (2001). Life, Structure, and Dynamical Role of Vortical Motion in Turbulence (PDF). IUTAM Symposium on Tubes, Sheets and Singularities in Fluid Dynamics. Zakopane, Poland.
- [4] Campbell, J, CASTINGS, second edition, Elsevier, 2003.
- [5] Gaskell, R, An Introduction to Transport Phenomena in Materials Engineering, Macmillan Publishing Company, 1992.
- [6] Warzecha, M, Numerical Modelling of Non-metallic Inclusion Separation in a Continuous Casting Tundish, Czestochowa University of Technology, Poland.
- [7] Ting, L. (1991). Viscous Vortical Flows. Lecture notes in physics. Springer-Verlag. ISBN 3-540-53713-9.
- [8] حجازی، ج، انجماد و اصول متالورژیکی ریخته‌گری، دانشگاه علم و صنعت ایران، 1388.
- [9] خسروی، ر، اصول طراحی سیستم‌های راهگاہی و تغذیه گذاری چدن‌ها، جامعه ریختگران ایران، چاپ اول، مرداد 1368.
- [10] ثقفیان لاریجانی، ح، اصول متالورژی ریخته‌گری، ویرایش دوم، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، 1384.



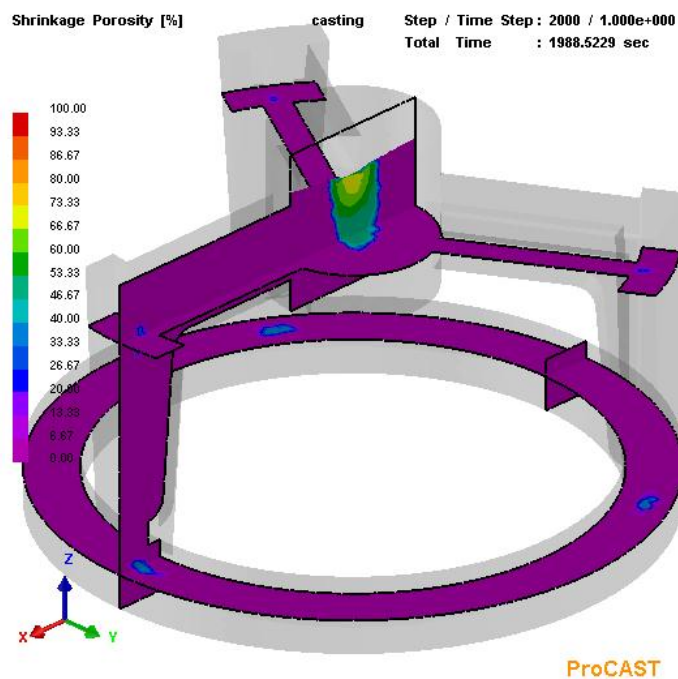
شکل 1- نمای ایزومتریک قطعه به همراه سیستم راهگامی.



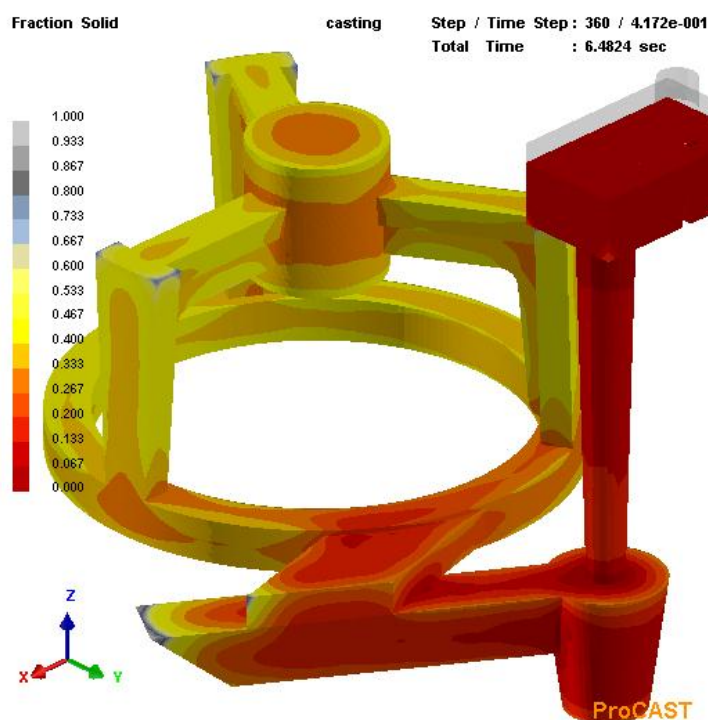
شکل 2- کانتور زمان انجماد در قطعه بدون سیستم راهگامی.



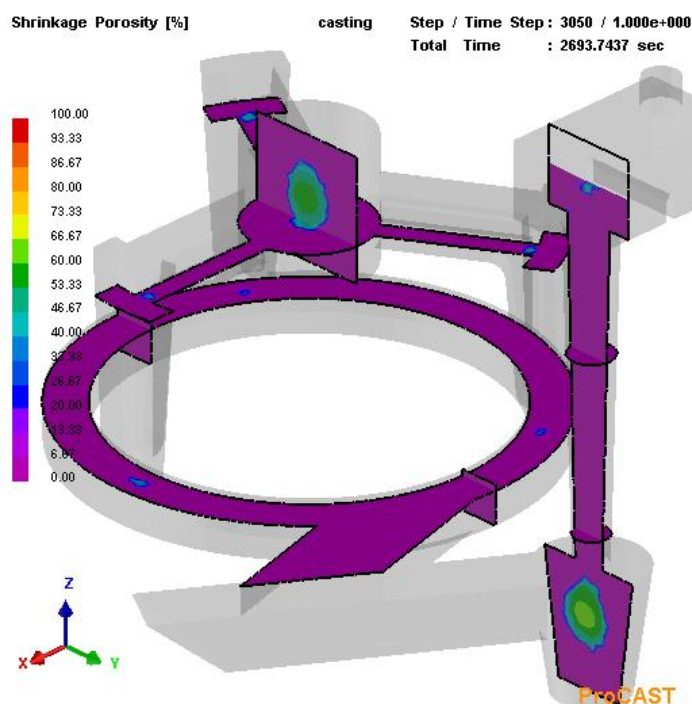
شکل 3- کانتور تخلخل انقباضی در قطعه بدون سیستم راه‌گاهی.



شکل 4- کانتور تخلخل انقباضی در برش قطعه بدون سیستم راه‌گاهی.



شکل 5- کانتور کسر انجماد قطعه مورد نظر به همراه سیستم راهگای، بدون طراحی تغذیه و مبرد.



شکل 6- کانتور مک انقباضی قطعه مورد نظر به همراه سیستم راهگای، بدون طراحی تغذیه و مبرد.



چهارمین دوره مسابقات سراسری ریخته‌گری دانشجویان کشور دانشگاه صنعتی اصفهان - اسفندماه 1394
