



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	ماهان ذوب
نام دانشگاه	صنعتی اصفهان
نام سرپرست تیم	حسن پناهی
شماره تلفن همراه	09136541271
پست الکترونیک	Hasan.p2009@yahoo.com

لطفا در این قسمت چیزی ننویسید.	
کد گروه	2020

1- خلاصه طرح

مدل : برای قطعه معرفی شده از مدل دو تکه چوبی استفاده گردید بدین صورت که قسمت استوانه ای شکل و بازوها به یکدیگر متصل بوده و از قسمت رینگگی شکل جدا می شوند . برای اجرای این طراحی 2 لنگه درجه نیاز است به سایز نمود. بکار گیری این نحوه قالبگیری باعث عدم نیاز به تولید جعبه ماهیچه می باشد . طراحی و ساخت جعبه ماهیچه قطعه فوق کمی پیچیده و گران قیمت است، از طرفی سعی شد از طراحی استفاده شود که حداکثر انعطاف پذیری در تولید و توجیه اقتصادی (از تعداد کم تا تعداد متوسط) را داشته باشد . لازم به ذکر است که برای تولید تعداد کم از یک قطعه ساده می توان از مدل های یک بار مصرف پلی استایرن نیز استفاده نمود ولیکن بدلیل نیاز به دقت ابعادی، همچنین پیچیده بودن مدل می توان بصورت دستی و یا با استفاده از دستگاه CNC جهت ساخت مدل اقدام نمود که در هر دو حالت جهت حصول کیفیت مطلوب باید برای پرداخت نهایی قطعه باز هم از CNC کمک گرفت که هزینه ای معادل ساخت یک مدل چوبی باید پرداخته شود ، مدلی که امکان بایگانی و استفاده های بعدی را فراهم می آورد .

قالب : قالب از دو لنگه درجه با ارتفاع 15 سانتیمتر ساخته شد. لنگه رویی (الزاماً جهت اجتناب از جعبه ماهیچه) از ماسه با چسب سیلیکات سدیم ساخته می شود . لنگه زیرین از ماسه تر قالبگیری خواهد شد . درصد چسب ماسه بین 3.5 تا 5 درصد بسته به تولید کننده و غلظت چسب انتخاب خواهد شد . زمان گازدهی اهمیت زیادی دارد و با توجه به نمودار در حالت بهینه جهت حصول استحکام و فروپاشی پس از بارریزی انتخاب می شود . البته انجام تدابیری برای افزایش خاصیت فروپاشی ماهیچه وسط، جهت ممانعت از ایجاد ترک گرم در محل اتصال پایه ها الزامی است.

ذوب و عملیات کیفی : از بین کوره های اعلام شده ، کوره زمینی با سوخت گاز طبیعی برای ذوب آلومینیوم از منظر راندمان و زمان ذوب دهی، زیست محیطی، کیفیت ذوب حاصل و موارد اقتصادی در اولویت قرار می گیرد . برای عمل ذوب لازم است از ابتدا تا انتها، پروسه ذوب تحت فلاکسینگ انجام شود که همان فلاکس اعلام شده (Coveral) می باشد. شارژ کوره شمش آلومینیوم استاندارد می باشد. برای اکسیژن زدایی مکانیکی (زدودن اکسیدها) می توان از فلاکس پوششی بهره برد و برای گاززدایی استفاده از ترکیبات کلروره ارجحیت دارد ، بر اساس تحقیقات انجام گرفته گازهای بی اثر تنها زمانی عملکرد مطلوب خود را نشان می دهند که بصورت ترکیبی با کلرورها یا گاز کلر بوده و بصورت سیستم چرخشی (Mobily یا Rotary) داخل ذوب دمیده شوند که امکان انجام چنین فرآیندی در این سطح وجود ندارد. در آلیاژهای هیپو یوتکتیک آلومینیوم بدلیل وجود ساختار یوتکتیکی تقریباً پیوسته مابین ساختار پرویوتکتیک غنی از آلومینیوم به نوعی کنترل کننده خواص است لذا اصلاح ساختار در کنار جوانه زنی اهمیت فراوان دارد بنابراین از ترکیبات بهساز 11 Neucleant به مقدار مناسب استفاده می گردد.

2- جزئیات طراحی اجزاء مدل و قالب

در طراحی مدل با توجه به جداول انقباض استاندارد به ابعاد نمونه اضافه خواهد شد. شیب ها باید بر اساس ارتفاع داده شوند که 1 الی 1.5 میلیمتر برای پایه ها که بلندترین ارتفاع را دارند کافیست. جنس مدل از چوب و پس از آن مدل آلومینیومی انتخاب شد که ارزان، با دوام متوسط و دارای دقت ابعادی قابل قبولی است و با رنگ آمیزی صحیح عمر قابل توجهی داشته و می توان آنرا برای مصارف بعدی بایگانی نمود؛ البته می توان از مدل های فومی نیز استفاده نمود لیکن دقت ابعادی این مدلها بصورت دست ساز به اندازه مدل چوبی نخواهد بود مگر اینکه مدل توسط فرز CNC ساین شود و در هر حال اگر دقت ابعادی نیز تامین شود کیفیت قالب و به تبع آن قطعه (با توجه به سیالیت و ترکندگی ذوب آلومینیوم) اصلاً قابل قبول نمی باشد و لزوم ماشینکاری قطعه را ایجاب می کند که در کل باعث بالا رفتن هزینه ها خواهد شد. در تعداد کم استفاده از جعبه ماهیچه به هیچ وجه مقرون به صرفه نمی باشد خصوصاً برای چنین مدلی که جعبه ماهیچه آن پیچیده می شود، لذا مدل به نحوی طراحی شد که نیاز به جعبه ماهیچه نبوده و با روش قالبگیری صحیح قطعه ای با کیفیت و دقت مطلوب حاصل خواهد شد.

جدول الف - استاندارد شیب مدل براساس دین ۱۵۱۱

ارتفاع برحسب میلی متر	شیب برحسب درجه	ارتفاع برحسب میلی متر	شیب برحسب میلی متر
تا ۱۰	۳	تا ۲۵۰	۱/۵
۱۸-۱۰	۲	۳۲۰-۲۵۰	۲
۳۰-۱۸	۱ و ۳'	۵۰۰-۳۲۰	۳
۵۰-۳۰	۱	۸۰۰-۵۰۰	۴/۵
۸۰-۵۰	۲۵'	۱۲۰۰-۸۰۰	۷
۱۸۰-۸۰	۳۰'	۲۰۰۰-۱۲۰۰	۱۱
-	-	۴۰۰۰-۲۰۰۰	۲۱

جدول ب - شیب مدل براساس روش های قالب گیری دین ۱۵۱۱ آلمان

شرح	ارتفاع برحسب میلی متر	نسبت شیب به ارتفاع
حالت اول: مدل از قالب جدا می شود.	تا ۱۰	۱/۳۰
	تا ۱۰۰۰	۱/۲۰۰
حالت دوم: قالب از مدل جدا می شود و مدل در قالب زیری باقی می ماند و یا قالب روی همراه با مدل از قالب زیری جدا می شود.	تا ۱۰	۱/۱۵
	تا ۱۰۰۰	۱/۱۰۰
حالت سوم: ماسه از ماسه و یا قالب از قالب جدا می شود و مدلی در قالب رجود ندارد (مانند قالب گیری شابلونی).	تا ۱۰	۱/۵
	تا ۱۰۰۰	۱/۱۵

جنس فلز	درصد انقباض تئوری	درصد انقباض عملی
چدن خاکستری	۱	۱/۳.....۲/۵
چدن با گرافیت کروی بدون عملیات حرارتی	۱/۲	۲.....۵/۸
چدن با گرافیت کروی با عملیات حرارتی	۰/۵	۰/۸.....۰
چدن نمیر سفید (GTW)	۱/۶	۲.....۱
چدن نمیر سیاه (GTS)	۰/۵	۱/۵.....۰
فولاد ریختگی	۲	۲/۵.....۱/۵
فولاد منگنز	۲/۳	۲/۸.....۲/۳
آلیاژهای آلومینیم	۱/۲	۱/۵.....۰/۸
آلیاژهای منیزیم	۱/۲	۱/۵.....۱
مس الکترولیت	۱/۹	۲/۱.....۱/۵
آلیاژ مس و قلع (برنز)	۱/۵	۲.....۵/۸
آلیاژ مس و قلع و روی (برنج فرم)	۱/۳	۱/۶.....۰/۸
آلیاژ مس و روی (برنج)	۱/۲	۱/۸.....۰/۸
آلیاژهای مس مخصوص [Cu-Zn-Mn (Fe-Al)]	۲	۲/۳.....۱/۸
آلیاژهای آلومینیم برتر	۲/۱	۲/۳.....۱/۹
آلیاژ روی	۱/۳	۱/۵.....۱/۱
فلزات سفید (آلیاژهای سرب و قلع)	۰/۵	۰/۶.....۰/۴

مشخصات قالب :

آلیاژهای Al با کلیه روشهای مختلف ریخته گری (در ماسه، در گچ، پوسته های و در سرامیک) و در قالب های فلزی و تحت فشار قابلیت ریخته گری دارند. تمام آلیاژهای صنعتی و تجاری این عنصر بایکی از طرق فوق تولید میگرد که از آن میان، ریخته گری در ماسه، در قالب های فلزی و تحت فشار از گسترش بیشتری برخوردار است. به دلیل نقطه ذوب و وزن مخصوص کم این آلیاژها، قالب های مورد استفاده کمتر تحت تاثیر واکنشهای حرارتی و هیدروستاتیکی مذاب قرار می گیرند و از این رو سطح ریختگی و دقت ابعادی آن از کیفیت بهتری نسبت به سایر آلیاژهای سنگین و آهنی برخوردار است. لازم به تذکر است که روش ریختگی و کنترل شرایط ریختگی در خواص مکانیکی محصول نهایی از اهمیت ویژه ای برخوردار است و فقط ترکیب شیمیایی آلیاژ نمی تواند خواص مکانیکی و فیزیکی را تعیین کند. برای قالبگیری از ماسه طبیعی برای یک درجه و برای دوم و از ماسه با چسب سیلیکات سدیم استفاده می شود.

در این طرح ابتدا رینگ پایینی (تکه اول) در درجه زیری با ماسه تر معمولی قالبگیری شده و پس از آن درجه برگردانده می شود. پس از آن تیرک ها که با استوانه روی هم سوار شده اند (تکه دوم)، روی رینگ قرار گرفته و جای راهگاه را مشخص می کنیم و ماهیچه وسط با ماسه سیلیسی با چسب سیلیکات سدیم قالب گیری شده و پس از قرار دادن مبرد ها و ساده کردن تا سطح مورد نظر، مدل تغذیه روی استوانه قرار گرفته و قالبگیری ادامه می یابد.

پس از آن ابتدا درجه رویی را برداشته و سپس مدل (تکه دوم) را از قالب خارج نموده و درجه جفت شده و 180 درجه برگردانده می شود. پس از آن درجه زیری را بالا آورده و مدل (تکه اول) را خارج می کنیم و سیستم راهگاهی که با چوب تعبیه کرده ایم را، چوب ها را خارج می کنیم.

سیستم راهگاهی:

بهترین نوع سیستم راهگاهی برای این آلیاژ غیر فشاری بوده که از نسبت 1:6:6 استفاده کردیم. از یک اصلی و یک فرعی بدین منظور استفاده شده است. در این سیستم مذاب به آرامی وارد قالب می شود و کوچکترین تلاطمی وجود ندارد.

حجم مذاب عبوری از تنگه $V=$

ضریب ریخته گری $\mu=$

ارتفاع لوله راهگاه $He=$

زمان ریخته گری $T=$

ضریب ثابت $S=(1/2)$

وزن قطعه $W= (KG)$

حداقل ضخامت قطعه $D= (mm)$

شتاب ثقل زمین $G=(980)$

ارتفاع موثر بارریزی $He=$

ابعاد گرد شده است.

ابعاد (میلیمتر)	اجزای سیستم راهگاهی
150	ارتفاع لوله راهگاه
15	قطر بالای لوله راهگاه
10	قطر پایین لوله راهگاه
10	عرض راهباره اصلی
20	عمق راهباره اصلی
35	عرض راهباره فرعی
7	عمق راهباره فرعی

سیستم تغذیه گذاری:

در طراحی تغذیه از روش مدول استفاده کردیم و ابعاد تغذیه با توجه به مدول قسمت ضخیم قطعه یعنی استوانه که مدولی تقریباً 0.73 داشت، به دست آمد.

با توجه به تغذیه ی رویی از نسبت $H=D$ برای تغیه استفاده شد.

$$Mr = 1.2 Mc \longrightarrow Mr = D/5$$

ابعاد (میلیمتر)	اجزای سیستم تغذیه گذاری
42	قطر و ارتفاع
30	قطر گلوبی
5	ارتفاع گلوبی

مبرد:

از مبرد مسی به ابعاد $20*50*50$ زیر استوانه استفاده می شود.
البته در بدنه قالب نیز از مبرد بدون تماس استفاده می شود.

راندمان در این روش به بیش از 70 درصد می رسد.

3- عملیات مدل سازی، قالب گیری و ماهیچه سازی

مدلسازی :

در این طراحی مراحل زیر انجام می گیرد:

در مرحله اول اضافات انقباض با توجه به استاندارد های مربوطه به تمامی ابعاد مدل اضافه شد (حدوداً 1.2 - 1.5 درصد) که البته دو مرحله حساب می شود چون علاوه بر مدل چوبی، یک مدل آلومینیومی نیز درست شده و از روی آن قالب گیری می شود.

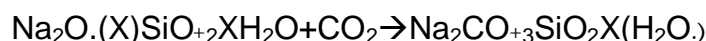
در مرحله بعد با توجه به نوع قالب گیری که دارای دو سطح جدایش است و با توجه به ابعاد مدل و ارتفاع ها به مدل مربوطه شیب برای خارج سازی از قالب اضافه شده است.

پس از انجام مراحل فوق ابتدا مدل چوبی ساخته شده و از روی آن یک مدل آلومینیومی ریخته می شود.

پس از مراحل بالا مدل را تمیز و پولیش نموده و آماده برای قالب گیری می نماییم.

ماسه با چسب سیلیکات سدیم :

در این فرآیند از سیلیکات سدیم به عنوان چسب اصلی جهت استحکام بخشی ماسه ها استفاده می شود. به طوری که در حالت تر وقتی که چسب سیلیکات سدیم با ماسه مخلوط شد آن را روی مدل ریخته گری یا داخل جعبه ماهیچه ریخته و با نیروی کم کوبیده می شود خود را حفظ کند. سپس گاز به درون ماسه تزریق شده و باعث تکمیل واکنش استحکام بخشی ماسه شده و استحکام آن را به مقدار زیادی افزایش می دهد. این واکنش بین ماسه و سیلیکات سدیم (آب شیشه) و CO_2 است :



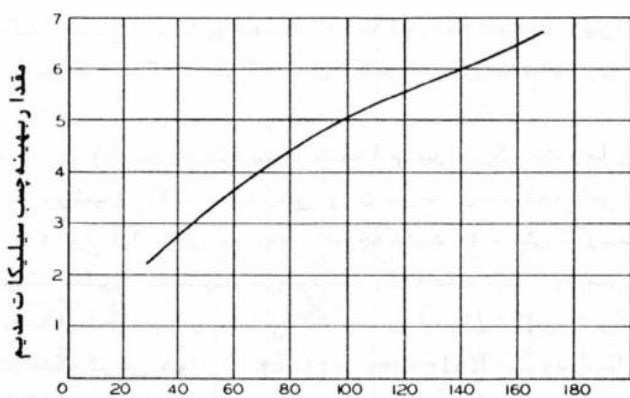
گازدهی توسط نازل یا پروب در این روش از سطحخارجی قالب انجام می شود . فاصله بین هر دو سوراخ به میزان 150 میلیمتر کافی است. پس از آن در هر یک از سوراخ ها CO_2 می دمیم. دبی گاز حدودا 4 تا 7 کیلوگرم بر ساعت و فشار آن 20 تا 40 PSI است.

مزایای روش CO_2

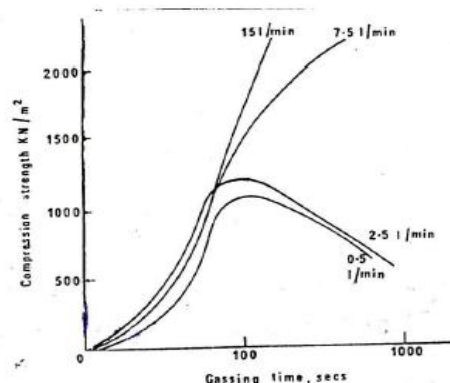
- 1) این روش شبیه قالبگیری ماسه تر بوده ،فقط استحکام آن بالاتر است. لذا برای نگه داشتن شکل قطعات پیچیده احتیاج به آرماتور بندی اضافی درون ماسه نیست.
- 2) استفاده از این چسب و اجرای روش قالبگیری نیاز به افراد متخصص و وسایل پیشرفته ندارد.
- 3) قالب و ماهیچه های تولید شده در این روش احتیاج به خشک شدن در گرم خانه ندارند.
- 4) قالبها و ماهیچه های تولیدی با این روش دارای صافی سطح و دقت ابعادی بالایی بوده ،لذا کیفیت سطح قطعه نهایی نیز بالا خواهد بود
- 5) به علت وجود خاک رس خیلی کم در این روش قابلیت عبور گاز در قالب و ماهیچه ها بالا است.
- 6) از نظر محیط زیست و سلامتی پرسنل این روش بر سایر چسبهای شیمیایی برتری دارد زیرا چسب سیلیکات سدیم غیر سمی، بی بو و غیر قابل احتراق است.
- 7) چون این چسب به راحتی در آب حل می شود لذا استفاده مجدد ماسه های مصرفی ممکن خواهد بود.

معایب روش CO_2

- 1) عیب و محدودیت اساسی این روش مربوط به پایین بودن قابلیت خرد شوندگی قالب پس از اتمام ریخته گری است.
 - 2) در ثابت نگه داشتن مقادیر چسب، ماسه و گاز در محدوده مشخصی باید دقت به خرج داد. زیرا خروج از آن منجر به اشکال در قالبگیری و ایجاد قطعات معیوب خواهد شد.
 - 3) زمان نگهداری ماسه مخلوط با سیلیکات سدیم خیلی محدود است. یعنی باید سریعاً عمل قالبگیری و گازدهی را انجام داد و گرنه در اثر جذب CO_2 از هوا ماسه سفت می گردد.
- برای هریک از معایب فوق می توان چاره ای اندیشید و هیچ یک به عنوان مانعی برای کاربرد این روش برای قطعه آلومینیومی نمی باشد .



عدد ریزه A.F.S



نمودار رابطه ی دبی گاز دهی و زمان گاز دهی برای خود گیری ماسه سیلیسی مصنوعی

ماسه با چسب طبیعی :

ماسه با چسب طبیعی محتوی تا 20 درصد خاک ریز و مواد ناخالصی می باشد. کیفیت این نوع ماسه برای قالبگیری ماهیچه سازی بستگی به :

- مقدار چسب
 - ترکیب شیمیایی ناخالصی
 - نوع مذاب ریختگی دارد
- این ماده در طبیعت بصورت پیش آماده شده وجود دارد. برای استفاده از این نوع ماسه ها تنها مرطوب کردن آنها کافیست . از این نوع ماسه در ریخته گری فلزات غیر آهنی با نقطه ذوب پایین نظیر آلومینیوم، برنج ها، برنز ها و قطعات کوچک چدنی استفاده می شود. بطور قطع این گونه ماسه ها برای ریخته گری قطعات بزرگ چدنی مناسب نیست معایب عمده این نوع ماسه ها عبارت از:
- الف- پایین بودن درجه دیرگدازی
 - ب- همراه داشتن درصد تقریبا زیادی اکسید های قلیایی و آهک می باشد.
- برای حصول کیفیت سطح مطلوب توجه به سه نکته ، دانه بندی ماسه ، درصد چسب کافی و کوبش کافی اهمیت دارد البته استفاده از پوشش نیز بی تاثیر نیست .

قالبگیری :

برای قالبگیری نیز به شرح زیر عمل می کنیم. در این طرح ابتدا رینگ پایینی (تکه اول) در درجه زیری با ماسه تر معمولی قالبگیری شده و پس از آن درجه برگردانده می شود.

پس از آن تیرک ها که با استوانه روی هم سوار شده اند (تکه دوم)، روی رینگ قرار گرفته و جای راهگاه را مشخص می کنیم و ماهیچه وسط با ماسه سیلیسی با چسب سیلیکات سدیم قالب گیری شده و پس از قرار دادن مبرد ها و ساده کردن تا سطح مورد نظر، مدل تغذیه روی استوانه قرار گرفته و قالبگیری ادامه می یابد.

پس از آن ابتدا درجه رویی را برداشته و سپس مدل (تکه دوم) را از قالب خارج نموده و درجه جفت شده و 180 درجه برگردانده می شود.

پس از آن درجه زیری را بالا آورده و مدل (تکه اول) را خارج می کنیم و سیستم راهگاهی که با چوب تعبیه کرده ایم را، چوب ها را خارج می کنیم.

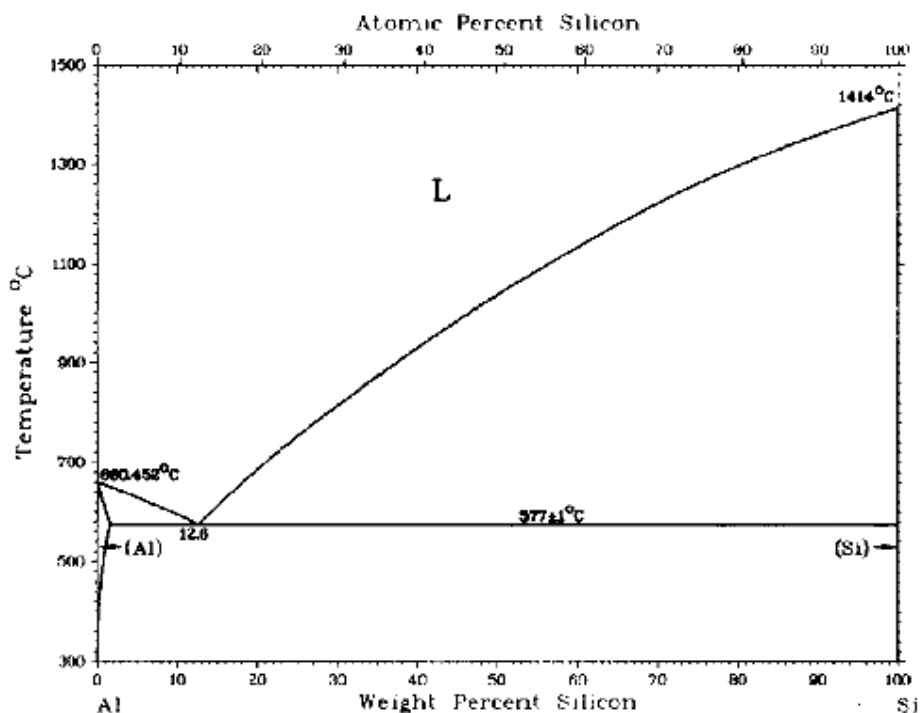
4- شرایط عملیات ذوب و ریخته‌گری

UK / INDIA	ISO	EN AC-	FRANCE	GERMANY	ITALY UNI	USA AA / ASTM	USA SAE	JAPAN
LM 25	Al-Si7Mg	42 000	A-S7G	G-AlSi7Mg	3599	A356	323	AC 4C

Component	Si	Cu	Mg	Ti	Fe	Mn	Zn	Al
Wt %	6.5-7.5	Max. 0.2	0.25-0.45	Max 0.2	Max. 0.2	Max. 0.1	Max. 0.1	93

THERMAL PROPERTIES

A356.0-F	VALUE	COMMENTS	A356.0-T6	VALUES	COMMENTS
CTE, linear 20 deg. C, um/m-deg. C	-	20-100 deg. C	CTE, linear 20 deg. C, um/m-deg. C	21.4	20-100 deg. C
CTE, linear 250 deg. C, um/m-deg. C	-	20-300 deg. C	CTE, linear 250 deg. C, um/m-deg. C	23.2	20-300 deg. C
Thermal Conductivity, W/m-K	-	-	Thermal Conductivity, W/Mk	151	-
Melting Point, deg. F	1035	Solidus	Melting Point, deg. F	1035	Solidus
Solidus, deg. F	1035	-	Solidus, deg. F	1035	-
Liquidus, deg. F	1135	-	Liquidus, deg. F	1135	-



از جداول و نمودارهای فوق مشخص می‌شود که این آلیاژ هیپو یوتکتیک و دارای دامنه انجمادی بین 55 الی 60 درجه سانتیگراد می‌باشد. دامنه انجماد فوق نزدیک به انجماد میانی است لذا در صورت عدم کنترل صحیح شرایط ذوب، قالب و دیگر پارامترها منجر به وجود مناطق گرم می‌شود که می‌توانند بر رویه انجماد تاثیر گذاشته و مشکلاتی ایجاد نمایند. بواسطه وجود دامنه انجماد حتی در همین مقدار امکان جذب گاز طی پروسه ذوب و ریخته‌گری بالاست که پس از اتمام بارریزی و شروع انجماد ذوب باعث تولید حفرات گازی پراکنده شده و کلیه خواص مورد انتظار از قطعه را تنزل می‌دهد. علاوه بر جذب گاز باید توجه داشت آلیاژهای آلومینیوم تولید سرباره و آخالهای اکسیدی دارند و اکسیژن در آنها بصورت حل شده باقی نمی‌ماند. انتخاب کوره براساس موارد برشمرده به اضافه موارد اقتصادی و زیست محیطی انجام می‌گیرد و بایستی به نحوی باشد که ذوب در حداقل زمان ممکن و با بهترین قیمت و کمترین آلایندگی تولید شود.

شارژ انتخاب شده جهت ذوب شمش استاندارد آلیاژ آلومینیوم A356 می‌باشد. برای ذوب آلیاژهای آلومینیوم کوره های متعددی را می‌توان برشمرد که از نظر کیفیت بهترین آن ذوب در کوره های مقاومتری اتمسفر کنترل شده است که کمترین انحلال و گاز و تولید ترکیبات ناخواسته و بواسطه آن کمترین عملیات گاززدایی را نیاز دارد، لیکن با توجه به شرایط پیش رو، استفاده از کوره زمینی گازی مد نظر قرار گرفت: 1- مقدار ذوب کم 2- پایین بودن نقطه ذوب آلیاژ 3- عدم تماس شعله و محصولات احتراق با ذوب و کیفیت قابل قبول ذوب 4- تولید دوده و آلودگی کمتر توسط کوره گازی نسبت به گازوئیلی (محصولات احتراق بیشتر ناشی از احتراق ناقص هیدروکربنهای گازوئیل که نسبت به گاز طبیعی سنگین تر هستند) 5- راندمان مناسب کوره گازی خصوصا اگر کوره از حالت سرد شروع به کار کند برخلاف کوره گازوئیلی 6- ارزان و ساده بودن در قیاس با کوره های مقاومتری

کوره های زمینی (بوته ای): همانطور که از نام آنها پیداست برای عمل ذوب از بوته استفاده می‌شود. انتقال حرارت در این کوره ها بیشتر از طریق هدایت به شارژ داخل بوته انجام می‌گیرد. حرارت به سه طریق منتقل می‌شود: 1- هدایت. 2- جابجائی. 3- تشعشعی این کوره ها به علت سادگی ساخت، سهولت شرایط کار، ارزانی و کیفیت مذاب خوب تا به امروز در کارگاههای کوچک مورد استفاده قرار می‌گیرد. بوته های ذوب: (جنس بوته ها) جنس بوته ها که استفاده می‌کنند به شرح زیر است: بوته های آهن خالص- بوته های فولادی- بوته های چدنی- بوته های شاموتی- بوته های گرافیتی- بوته های سیلیکون کاربیدی- بوته های دیگر.

آهن خالص برای فلزاتی که نقطه ذوب کمتری نسبت به آهن دارند و خوردگی کمتری دارند- از بوته های آهنی برای ذوب موادی که نقطه ذوب آنها پائین تر از نقطه ذوب آهن خالص است (1539-1536 درجه سانتیگراد) استفاده می‌کنند. منیزیم را در داخل این بوته ذوب می‌کنند، چون با بهترین آجر نسوز نمی‌توان منیزیم را ذوب کرد. در ایران بیشتر از بوته های چدنی استفاده می‌شود. از بوته های فولادی برای ذوب آلیاژها با نقطه ذوب کم و آلیاژهایی که میل ترکیبی زیادی نسبت به اکسیژن دارند مثل آلیاژهای منیزیم که علاقه دارند اکسیژن مواد نسوز را جذب کنند، استفاده می‌کنند. فولادهای معمولی خوردگی بیشتری دارند و مذاب آلیاژهای مختلف تدریجاً آن را می‌خورند (یعنی بدنه را در خود حل می‌کنند). بوته های گرافیتی همانطور که از نام این بوته ها پیداست، جنس این بوته ها از گرافیت می‌باشد. بوته های گرافیتی بدلیل اینکه نقطه ذوب بالا داشته و گرافیت نیز نسوز بودن از انتقال حرارت زیادی نیز برخوردار است هدایت خوبی داشته و حرارت را از جداره خود به داخل بوته هدایت می‌کند. بوته های سیلیکون کاربیدی: این نوع بوته ها از استحکام بیشتری برخوردارند و ماده سیلیکون کارباید در اثر حرارت، کمی منقبض و منبسط می‌شود و یکی از بهترین موادی است که به شوک حرارتی مقاوم است. بهترین بوته جهت ذوب آلومینیوم بوته چدنی آلیاژی و یا بوته های سیلیکون کاربیدی است. بهترست تا حد امکان از بوته گرافیتی استفاده نشود زیرا باعث تشکیل ترکیبات کاربیدی با آلومینیوم بصورت Al_4C_3 می‌گردد.

انواع عملیات کیفی: گاز و آخال زدایی، اکسیژن زدایی، جوانه زایی و بهسازی (اصلاح ساختار یوتکتیکی)

هیدروژن بدلیل قطر اتمی کوچک در اغلب فلزات و آلیاژها انحلال داشته و از مهمترین منابع ایجاد مک های گازی به شمار می‌رود. مهمترین و ساده ترین راه ورود هیدروژن به ذوب وجود رطوبت و ترکیبات هیدراته روی ابزارآلات، شارژ، اتمسفر کوره و ... می‌باشد که جهت جلوگیری از این امر حتماً باید از ابزارآلات و شمش و بوته پیشگرم شده استفاده نمود، شعله کوره را خنثی کرد، زمان ذوب و نگه داری پس از ذوب را

حداقل نمود و در نهایت از فلاکسینگ و عملیات گاززدایی استفاده کرد.

روش های گاز زدایی

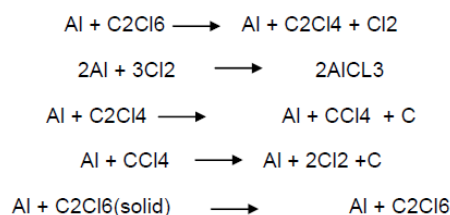
ذوب در خلا:

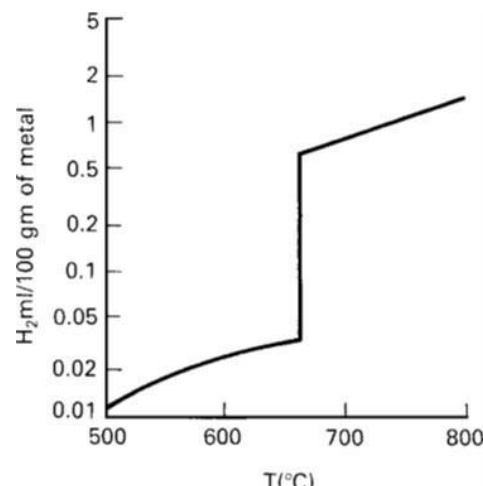
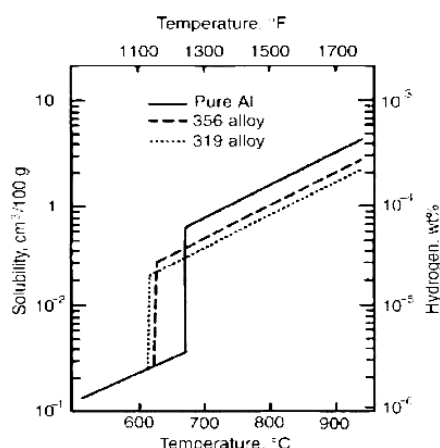
در این روش فشار اتمسفر را در روی سطح مذاب کاهش داده که این امر باعث می شود که گاز های حل شده در مذاب به علت اختلاف فشار بین سطوح بیرونی مذاب و داخلی مذاب از مذاب خارج شوند که در صنعت ریخته گری این روش بهترین روش برای گاززدایی به شمار می رود اما به علت نیاز به تجهیزات گران قیمت کمتر استفاده می شود و عموماً بیشتر از دگازور ها و گاززدا ها استفاده می شود .
استفاده از دگازور :

که این مواد شامل ترکیبات کلر بوده که این ترکیبات می توانند هیدروژن را از محیط مذاب خارج کنند که معمولاً ترکیبات مانند هگزاکلرور متان . هگزاکلرور متان با هیدروژن واکنش ایجاد کرده و ایجاد گاز HCl می نماید که این گاز به علت سبکی خود را به سمت بالا می کشد و از مذاب آلومینیم خارج می شود . با توجه به وجود تیتانیوم در اغلب آلیاژهای آلومینیوم، کربن باقی مانده با تیتانیوم موجود در مذاب ایجاد کاربید تیتانیوم TiC می نماید که این ترکیب جهت جوانه زایی مذاب آلومینیوم استفاده می شود .
استفاده از دمش گاز خنثی:

در این روش با افزایش فشار در داخل مذاب و ایجاد اختلاف فشار بین مذاب و محیط بیرون موجب خروج گاز های مضر از مذاب می شود . که گاز های خنثی برای مذاب آلومینیوم شامل نیتروژن و آرگون می شود .
مزیت های روش گاززدایی به صورت گاز خنثی :

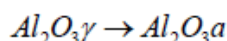
در این روش گاز هیدروژن پس از دمیده شدن در پایین پاتیل مذاب آلومینیوم گاز خود را به سمت بالا کشیده و در حین بالا آمدن گازهایی چون هیدروژن را جذب خود می نماید و همچنین ناخالصی های موجود در مذاب را جذب خود کرده و وارد سرباره می نماید .
برای گاز و آخال زدایی که دو عمل توأم هستند از نظر بالا بودن هزینه روش نگهداری تحت خلاء، دمش گاز بی اثر و ترکیبات تولید کننده گاز بی اثر به ترتیب قرار می گیرند . البته از نظر عملکرد از خوب به ضعیف نیز به همین ترتیب می باشند . با توجه به اثرات زیست محیطی ترکیبات تولید کننده گاز خنثی که معمولاً کلرور ها هستند، روش دمش گاز خنثی برای گاز و آخال زدایی مدنظر اکثریت افراد قرار می گیرد اما برای این طرح، برای گاززدایی استفاده از ترکیبات کلروره ارجحیت دارد ؛ بر اساس تحقیقات انجام گرفته گازهای بی اثر تنها زمانی عملکرد مطلوب خود را نشان می دهند که بصورت ترکیبی با کلرورها یا گاز کلر بوده و بصورت سیستم چرخشی (Rotary یا Mobily) داخل ذوب دمیده شوند که امکان انجام چنین فرآیندی در این سطح وجود ندارد، ضمن اینکه استفاده از گاز کلر یا ترکیبات آن برای حصول کارایی مناسب بدلیل واکنش با ذوب در این روش الزامی است و مسئله زیست محیطی به قوه خود باقیست. روش دمش گاز خنثی تنها زمانی اهمیت دارد که در واحدهای صنعتی عظیم با نرخ تولید بالا بکار گرفته شود که میزان تولید گازهای سمی آنها در سال را به طور قابل توجهی کاهش دهد (از کتاب مسعود امامی آلیاژهای ریختگی آلومینیوم و فرآیندهای بهسازی) . واکنش گاز کلر با ذوب به قرار زیر است :





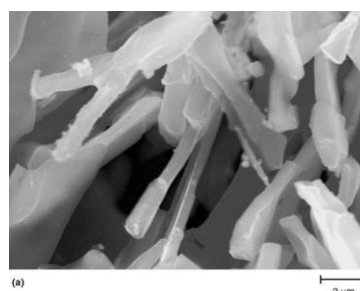
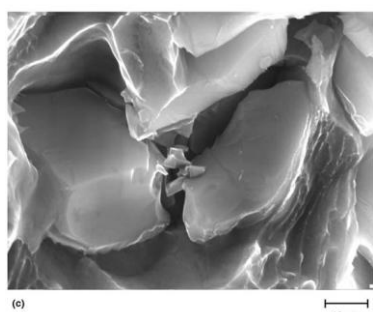
دو نمودار فوق درصد هیدروژن جذب شده را بر اساس دما ذوب نشان می دهند

اکسیژن در آلیاژهای آلومینیوم بصورت حل شده باقی نمی ماند بلکه طی واکنشی به اکسید آلومینیوم تبدیل می شود که دو نوع آلفا و گاما دارد. نوع آلفا در دماهای بالا تشکیل شده، چگال و در ذوب شناور است و خارج ساختن آن به سهولت انجام نمی گیرد لذا در آلیاژهای آلومینیوم دلیلی به دلایل دیگری که کنترل دمای ذوب را الزامی می کرد افزوده می شود که جلوگیری از تشکیل اکسید نوع دوم می باشد. برای اکسیژن زدایی ساده ترین، عمومی ترین و در عین حال ارزانترین روش استفاده از ترکیبات پایه سدیم موسوم به کاورال است که می تواند به عنوان فلاکس پوششی و تمیز کننده عمل نماید. بهترین روش برای اکسیژن و گاززدایی ممانعت از ورود آنها به داخل ذوب می باشد که توسط فلاکسینگ اصولی به حداقل خود می رسد و نیاز به اعمال کیفی را به حداقل می رساند.



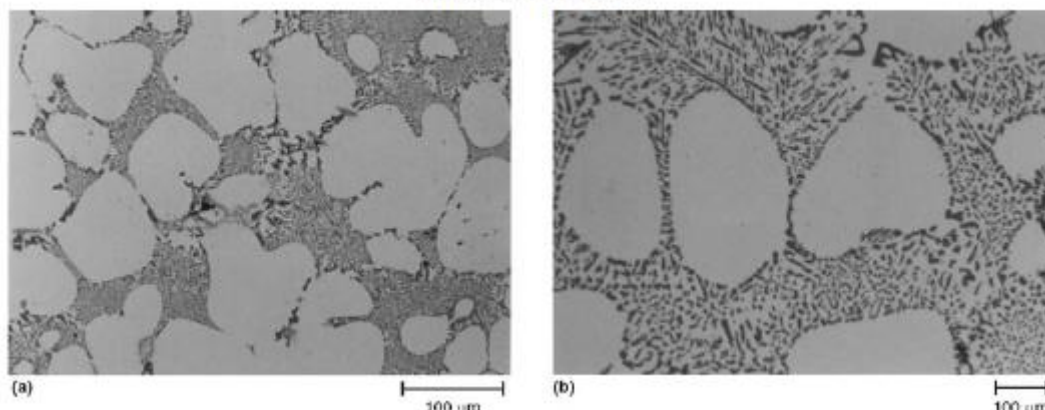
عملیات بهسازی:

افزودن استرانسیم بمنظور اصلاح ساختار سیلیسیم یوتکتیکی از حالت درشت و سوزنی به حالت ظریف و رشته ای شکل، هم اکنون بعنوان یک فرایند مهم در ذوب آلیاژهای آلومینیوم-سیلیسیم مورد استفاده قرار می گیرد. یکی از اثرات جانبی عملیات بهسازی با استرانسیم، افزایش تخلخل در قطعات ریخته‌گری است. عملیات بهسازی با سدیم، استرانسیم و کلسیم سبب افزایش نسبتاً شدید تعداد و ابعاد تخلخل های ریز و پراکنده در قطعات ریخته‌گری می شوند. همچنین بر اساس تحقیقات به عمل آمده اثرات عملیات بهسازی با سدیم و کلسیم به مراتب بیشتر از عملیات بهسازی با استرانسیم است. البته از آنجائی که در اثر عملیات بهسازی اغلب تخلخل های انقباضی درشت توسط ریز مک های گازی جایگزین می گردند، یک جنبه مثبت این پدیده کاهش نیاز به تغذیه است. در ارتباط با جوانه زایی و اصلاح ساختار باید اشاره داشت که در آنالیز این آلیاژ مقدار 0.1 درصد تیتانیوم دیده می شود که علاوه بر ایجاد تحت انجماد ترکیبی مناسب می تواند به عنوان جوانه زا عمل کند ولیکن باید بصورت ترکیبی بصورت کاربرد باشد. از آنجا که در مواد موجود دو ترکیب Nuclean 2 و 11 مشاهده می شود لذا باید از یکی از این دو استفاده کرد که نوع 11 بدلیل عملکرد بهتر و در اولویت قرار دارد.



تصویر سمت چپ تیغه های سیلیسیم در یک آلیاژ هیپو یوتکتیک و تصویر سمت راست سیلیسیم اصلاح شده مشاهده می شود.

Microstructures



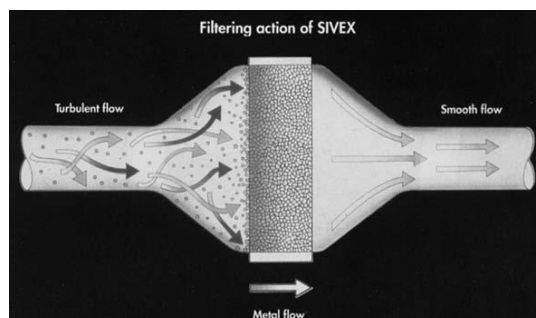
اثر عملیات بهسازی در دو بزرگنمایی مختلف توسط میکروسکوپ نوری

تصفیه و فیلترینگ ذوب :

تصفیه فلز مایع به یکی از فرایندهای ضروری در تولید فلزات خالص تبدیل شده است. این موضوع خصوصاً در صنعت آلومینیوم که با افزایش تقاضا برای کیفیت بالای محصولات روبرو است، صادق است. تصفیه آلومینیوم به عنوان آخرین تکنیک خالصسازی مورد استفاده قبل از ریخته‌گری فلز بسیار گسترش یافته است و ضرورت تحقیقات بیشتر بر روی این فرایند احساس میشود. خارج کردن ناخالصیهای جامد سیالیت فلز را بهبود می بخشد و در نتیجه قابلیت ریختگی را زیاد میکند. بعلاوه، ساختار بدست آمده منجر به خواص مکانیکی مطلوب می شود، مثلاً استحکام و انعطاف پذیری افزایش و قابلیت شکل پذیری و ماشینکاری بهبود مییابد، همچنین فلز بدون ناخالصی ساییدگی ابزار را کم می کند؛ اما فرایند تصفیه، فرایندی ناپایدار است یعنی با زمان تغییر میکند. این موضوع به دلیل آن است که ذرات گیر افتاده درون فیلتر، خواص فیلتر را تغییر میدهند و به اصطلاح "پیری فیلتر" رخ می دهد.

در بخشی از تحقیقاتی که توسط آقای دکتر حبیب اله زاده و پروفیسور جان کمپل انجام شده است، چگونگی سیلان آلیاژهای Al-Si در داخل سیستم خاصی از فیلتر، شامل ورودی و خروجی مذاب، تله حبایگیر و فیلتر سرامیکی - اسفنجی با تخلخل 20 ppi و با بکارگیری دستگاه فیلمبرداری با اشعه ایکس مطالعه گردیده است. عدد رینولدز بدست آمده در این پژوهش حدوداً صد برابر کمتر از عدد مورد نیاز برای حضور جریان آشفته بوده و حاکی از جریانی بسیار آرام و لایه ای در فیلتر می باشد. در خارج از فیلتر نیز، عدد رینولدز بدست آمده، دلالت بر حضور جریانی نسبتاً لایه ای دارد. نتایج بدست آمده حاکی از آن است که :

سیستم فیلتر صحیح میتواند براحتی شدت جریانهای متلاطم مذاب را تخفیف بخشد، و باعث افت فشار در جریان مذاب بدلیل تبرید و اصطکاک فیلتر شود و در نتیجه میزان عیوب ریختگی را در قطعه کاهش دهد؛ اما باید به این نکته نیز توجه کرد که میزان افت فشار و کاهش شدت جریان باعث عیب نیامد در قطعه نشود.



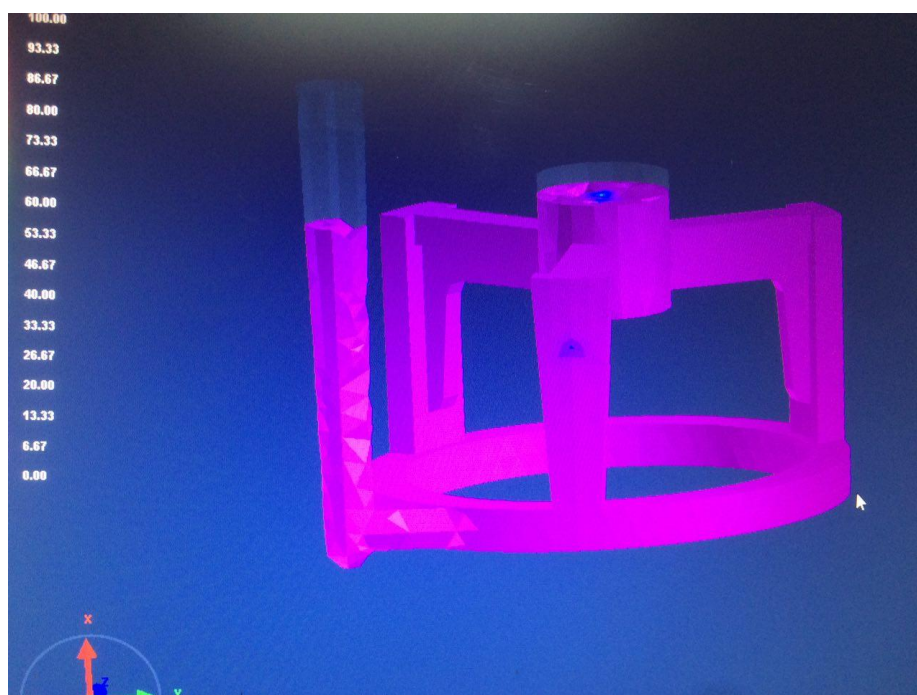
عملیات ذوب :

در ابتدا بوته را بازرسی و از وجود الودگی های قبلی تمیز نموده و سپس کوره را روشن می کنیم تا کوره و بوته پیشگرم شوند خصوصاً بوته که به شوک های حرارتی حساس است . مقدار شمش لازم را همراه با فلاکس کافی (برای هر 50 کیلو ذوب 1 کیلوگرم کاورال) داخل بوته شارژ کرده و داخل کوره قرار می دهیم . شعله کوره خنثی باشد زیرا هم اکسیژن وهم هیدروژن برای ذوب خطر ساز هستند . پس از اتمام ذوب ، بوته خارج شده سرباره گیری می شود و حال نوبت به عملیات گاززدایی با دگازور می رسد که باید خشک و بدون رطوبت باشد و توسط پلانجر آهنی پیشگرم شده داخل بوته خوراک داده شود . بهترست حین این عملیات از هود و ماسک استفاده کرد . سپس با فلکس آخالهایی را که حین گاززدایی از ذوب خارج می شوند را جمع آوری کرده و در مرحله آخر بهسازی را توسط قرص نئوکلانت 11 انجام می دهیم . آلیاژهای آلومینیوم حتماً باید قبل از ذوب ریزی به طور کامل سرباره زدایی شوند . دمای فوق ذوب برای این قطعه بهترست حداقل (بین 40 تا 60 درجه) باشد و نیاز به دمای 700 و بالاتر از آن نمی باشد .

5- سادگی، انجام پذیری، ابتکار و خلاقیت

این طرح از لحاظ ساخت مدل بسیار ساده است و نیازی به ساخت ماهیچه نیست. در قالبگیری این طرح با هم فکری مناسب اعضای گروه به روشی خلاقانه رسیدیم که دارای دو سطح جدایش است و در عین حال نیازی به درجه سوم نیست. برای دقت بالا مدل ها روی هم پین می شوند تا قابلیت انجام پذیری قالبگیری فراهم شود و در عین حال از بی دقتی جلوگیری شود. در ابتدا ما پس از ساخت مدل، نمونه ای را بدون تغذیه ریخته گری کردیم که همانطور که در نرافزار پروکست هم مشاهده شد، ناحیه استوانه ای دچار انقباض گردید. اشکال زیر:

شکل زیر قطعه ریخته گری شده در نرافزار پروکست بدون تغذیه و مبرد را نشان می دهد.

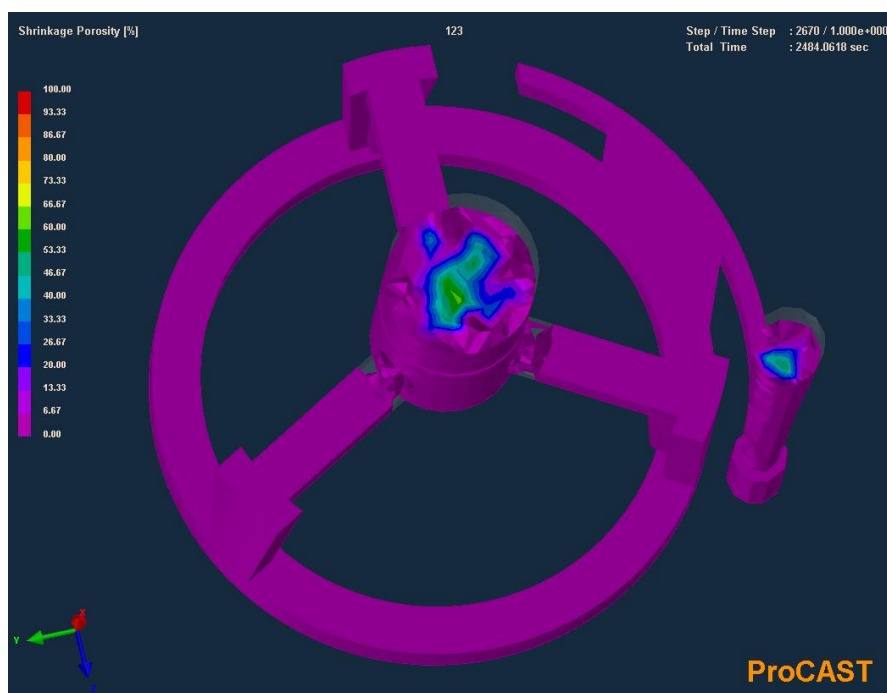


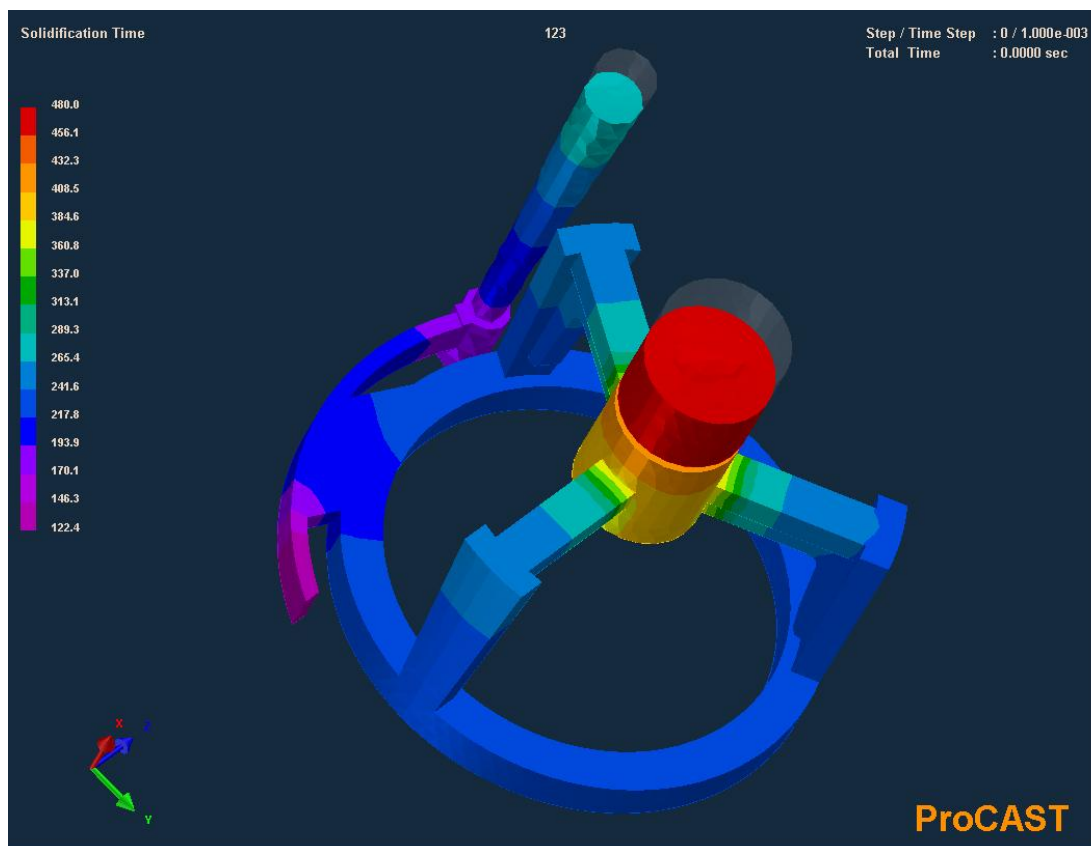
همانطور که در عمل هم (شکل زیر) مشاهده می شود، ناحیه استوانه ای دچار انقباض گردید است. (شکل زیر بعد از برش)



پس از تعبیه تغذیه و مبرد مناسب، در نرافزار پروکست عیوب انقباضی به درون تغذیه افتاد و قطعه تقریباً بدون عیب شد.

شکل زیر قطعه ریخته‌گری شده در نرافزار پروکست با تغذیه و مبرد را نشان می‌دهد.





همانطور که در عمل هم (شکل زیر) مشاهده می شود، ناحیه استوانه ای بعد از برش تغذیه‌دون عیب گردید است. (شکل زیر)



شکل‌های زیر نحوه پر شدن قالب را نشان می‌دهد (نرم افزار پروکست) (بقیه فیلم‌ها به دبیرخانه در روز مسابقه تحویل داده خواهد شد)



