



چهارمین دوره مسابقات سراسری ریخته‌گری دانشجویان کشور
دانشگاه صنعتی اصفهان

۱

گزارش مرحله مقدماتی چهارمین دوره مسابقات سراسری ریخته‌گری دانشجویان کشور

سوال ریخته‌گری	
نام تیم شرکت کننده	کیمیای صبا
نام دانشگاه	علمی-کاربردی کیمیای صبا
نام سرپرست تیم	بهزاد حسین زاده
شماره تلفن همراه	۰۹۱۵۴۳۰۸۶۱۸
نام اعضای گروه	محمد خانی محسن اکبری حسین رحیمی مقدم
پست الکترونیک	Behzad037@gmail.com

لطفا در این قسمت چیزی ننویسید.	
کد گروه	2001

خلاصه طرح (یک صفحه به علاوه نقشه های مربوطه)

دانش طراحی جهت انطباق خواص مواد با نیازها به وجود آمده، و امروزه بایستی با آگاهی از شناخت مواد و قابلیت های آنها و همچنین الزامات استفاده از آنها اقدام به طراحی نمود، در این طرح نیز به لحاظ شکل خاص قطعه نیاز به اطلاعات کافی درخصوص طراحی بخش های مختلف و شناخت انواع مواد قالبگیری و جنس مدل بوده، بطوری که در بخش طراحی مدل، نمونه ۵ قسمت (که شامل ۳ عدد پایه و یک استوانه مرکزی و یک طوقه) تقسیم شده و با لحاظ نمودن شیب مجاز و اضافه مجازهای انقباضی که از مراجع استاندارد بین المللی برگرفته شد، شمای کلی از طرح بدست آمد، و با درنظر گرفتن ابعاد قطعه و سرفه اقتصادی و سبکی مدل و سهولت ساخت جنس مدل از چوب انتخاب گردید. انتخاب ماسه قالبگیری با درنظر قراردادن پارامترهای شکل قطعه و میزان حساسیت کیفیت سطحی، جنس مذاب و روش قالبگیری ماسه سیلیسی با چسب سیلیکات سدیم که با دمش گاز CO_2 سخت می شود انتخاب شد، نحوه تهیه مخلوط ماسه مورد نظر و میزان دمش گاز نیز مورد توجه قرار گرفت.

همچنین در بخش طراحی سیستم راهگامی و تغذیه با استفاده از مراجع به روز و معتبر طرح هایی پیشنهاد گردید و با توجه به محدودیت های موجود جنس تغذیه از مواد فداشونده انتخاب شد تا قبل از تخلیه مذاب سوزانده شود و دیگر نیازی به ساخت جعبه ماهیچه مجزا نباشد، لازم به ذکر است که پس از طراحی هر مرحله تغییرات توسط نرم افزارهای شبیه سازی کنترل شده تا از روند صحیح مراحل طراحی اطمینان حاصل شود، لازم به یادآوری میباشد که شبیه سازی ریخته گری توسط نرم افزار Procast و طراحی اجزای مدل و قالب و انیمیشن مراحل قالبگیری مدل توسط نرم افزار SolidWork انجام پذیرفت.

اصولا استفاده از نرم افزارهای شبیه سازی کمک بزرگی است جهت مشاهده نتایج و نهایتا رسیدن به قطعات سالم با هزینه و زمان کمتر، در شبیه سازی ریخته گری نیز موارد فوق صادق بوده به طوری که دیگر نیازی به روش های سعی و خطا جهت دست یابی به قطعات بدون عیوب ریخته گری نمی باشد، اصول کلی مراحل شبیه سازی ریخته گری در این طرح نیز رعایت گردید به نحوی که ابتدا قطعه بدون سیستم راهگامی و تغذیه جهت شناسایی مناطق گرم بررسی شد، سپس سیستم راهگامی و تغذیه محاسبه شده مورد تحلیل و ارزیابی قرار گرفت و با مطالعه نتایج پیشین و در جهت حصول نتایج مطلوبتر معیار نیاما نیز به طرح اضافه شد، که نتایج بدست آمده حاکی از قطعه ای سالم و بدون عیبی باشد اما کاردرد همین جا به پایان نرسیده چرا که جهت افزایش بهره وری و راندمان ریخته گری ابعاد و شکل تغذیه بهینه سازی گردید که نتایج این طرح نیز قطعه ای سالم را نوید می دهد

با بررسی رفتار و مطالعه ریز ساختار آلیاژ آلومینیوم A356، عملیات کیفی برای بهبود خواص نهایی قطعه از منابع مختلف اتخاذ گشته بطوری که نحوه، میزان و ترتیب اضافه نمودن جوانه زاء، گاز زداو عملیات فلاکسینگ مشخص شده و همچنین پارامترهای دمای و سرعت بارریزی نیز تعیین گردید،

بدین ترتیب جزئیات طرح فوق با نقشه و فیلم های پیوست به شرح ذیل پیشنهاد می گردد:

2- جزئیات طراحی اجزاء مدل و قالب (حداکثر ۳ صفحه به علاوه نقشه ها، تصاویر و نمودارهای موردنیاز)

اصول اولیه مدل:

انقباض فاز جامد: کلیه فلزات و آلیاژها در اثر ذوب شدن منبسط و در اثر سرد شدن منقبض می شوند که در مدلسازی مسئله سرد شدن مطرح می باشد، مقدار کاهش حجمی هر فلز متفاوت می باشد و بطور کلی به فاز مایع، فاز جامد و جامد تقسیم می گردد، در بخش انقباض فاز جامد چون پایان انجماد کامل یک قطعه می باشد، یعنی کاهش درجه حرارت از نقطه ذوب فلز تا دمای محیط است، باعث کوچک شدن ابعاد قطعه ریختگی می گردد که می بایستی در طراحی مدلسازی و قالبگیری مورد بررسی جدی قرار گیرد. [1]

با استناد به متن استاندارد ASTM A 618 میزان انقباض فاز جامد برای آلیاژ آلومینیوم A356 به مقدار 13mm/m می باشد که این میزان بر روی تمامی بخش های مدل اعمال گردید (جدول 2-1)

شیب مدل: وقتی سطوح خارجی مدل زاویه ای قائم با سطح جدایش داشته باشند در کنار نیروی چسبندگی بین ذرات مدل و قالب نیروی اصطکاک بین آن دو نیز به وجود می آید. نیروی مقاوم در جدایش بین مدل و ماده قالب گیری باعث درهم ریختن قالب می شود. برای رفع این اشکال می توان سطوح خارجی را نسبت به راستای خروج مدل به طور مایل طراحی کرد تا از خرابی و آسیب دیدن قالب جلوگیری کند. شیب مدل تابع ارتفاع مدل، صاف بودن سطح مدل، دقت قطعات ریخته گری، کیفیت سطح مدل و امکان چسبندگی ماده قالبگیری، انتخاب فرایند قالبگیری و جداسدن مدل از قالب می باشد [1]. لذا با توجه به جدول (2-2) که از استاندارد DIN1511 بر گرفته شده است میزان این شیب تعیین گردید.

شبیه سازی و طراحی اجزای مدل و قالب:

طرح اول: در فرایند طراحی یک قطعه با استفاده از شبیه سازی، اولین گام شبیه سازی انجماد قطعه بدون تغذیه و سیستم راهگاهی می باشد، این عمل به شناسایی مناطق گرم و حساس قطعه کمک می کند، تا بتوان در تعیین محل تغذیه گذاری از آن استفاده کرد. (شکل 2-1)

طرح دوم: طراحی سیستم راهگاهی و تغذیه: روشن شدن این مطلب بسیار مهم است که معمولا لازم نیست سیستم راهگاهی نقش تغذیه رسانی عمده ای ایفاء نماید. سیستم راهگاهی و سیستم تغذیه گذاری دو قانده مجزا دارند، یکی قطعه را پر می کند و دیگری انقباض را در دامنه انجماد تغذیه می کند.

حال با توجه به نتایج حاصل از طرح اول:

طراحی سیستم راهگاهی:

یکی از عوامل لازم در تهیه قطعات ریخته گری سالم آگاهی از چگونگی رفتار مذاب از هنگام ورود به داخل قالب تا مرحله خاتمه انجماد آن است. بطوری که خارج ساختن مذاب از کوره یا بوتۀ و انتقال آن به درون قالب یکی از بحرانی ترین مراحل در ساخت هر قطعه می باشد، و احتمالا اکثر قطعات برگشتی (معیوب) در خلال همین چند ثانیه ریختن

مذاب به درون محفظه قالب به وجود می آیند [3]. سیستم راهگاهی با توجه به وزن قطعه، زمان پرشدن، محدودیت های موجود، حفظ جهت دار بودن انجماد وسایر موارد طبق روابط ذیل محاسبه و طراحی گردید:

1- محاسبه وزن مذاب ریخته شده (با احتساب کلیه اجزا)، که در دمای 710 سانتی گراد 0/65kg می باشد.

2- انتخاب موقعیت سیستم راهگاهی: در این بخش سعی بر آن شده تا بهترین سیستم راهگاهی با توجه به تولید قطعه ای با خواص مطلوب و یکنواخت انجام پذیرد که می توان گفت معقول ترین موقعیت برای سیستم راهگاهی منطبق با شکل (2-2) بوده، که موقعیت کلی سیستم راهگاهی را نشان می دهد. این سیستم راهگاهی شامل دو راهبار و سه راهبار بوده که این امکان را فراهم می آورد تا مذاب با حداقل اغتشاش و تلاطم وارد قالب شود.

3- انتخاب مدت زمان لازم برای پر شدن قالب: با توجه به حجم قطعه و داده های نرم افزار شبیه سازی و تجربی، که برگرفته از مدول قطعه بوده، این زمان ۵ ثانیه در نظر گرفته شده است. (شکل 2-10)

زمان انجماد نازکترین قسمت < زمان پرشدن

4 - بدست آوردن نرخ میانگین پرشدن سیستم راهگاهی، که با توجه به داده های بدست آمده از بند 1 و 3، و با قرار دادن در فرمول زیر بدست می آید.

$$0.13 \text{ (Kg/s)} = (\text{زمان پرشدن sec}) / (\text{وزن ریخته گری Kg}) = (\text{نرخ میانگین پرشدن Kg/s})$$

5- تعیین سطح مقطع ورودی و خروجی راهگاه، راهبار و راهباره و نسبت هایش: برای به دست آوردن ابعاد سیستم راهگاهی میتوان با استفاده از رابطه تریچلی و قوانین تداوم یا دبی ثابت محاسبه نمود.

$$v = \mu \sqrt{2gh}$$

قانون تریچلی

$$\mu = \text{ضریب تخلیه} \quad g = \text{شتاب زمین} \quad h = \text{ارتفاع حوضچه بارریز تا تنگه} \quad v = \text{سرعت مذاب}$$

$$v_1 = 0.8 \sqrt{2 * 10 * 0.125} = 1.2 \frac{m}{s}$$

$$VA = \frac{Q}{\rho}$$

قانون دبی ثابت

$$v = \text{سرعت مذاب} \quad A = \text{سطح مقطع تنگه} \quad Q = \text{دبی} \quad \rho = \text{چگالی فلز مذاب}$$

$$1.2 A_1 = 0.055 \rightarrow A_1 = 45 \text{ mm}^2 \quad \text{سطح مقطع تنگه}$$

$$d_1 = \sqrt{\frac{45 * 4}{3}} \approx 8 \text{ mm} \quad \text{قطر تنگه}$$

با توجه به نسبت قطر بالایی دهانه راهگاه که ۱.۵ برابر قطر پایینی راهگاه است میتوانیم قطر بالای راهگاه را حساب کنیم.

$$d_2 = 1.5d_1 \rightarrow d_2 = 1.5 * 8 = 12mm \quad \text{قطر بالا راهگاه}$$

$$A_2 = \frac{\pi d^2}{4} = 113mm^2 \quad \text{سطح بالایی راهگاه}$$

نکته: در این محاسبات سعی بر آن است که یک سیستم راهگاهی ایده آل طراحی گردد در نتیجه با توجه به نوع آلیاژ ریخته‌گی سرعت پرکردن قالب، نرخ تخلیه و با توجه به ابعاد و ارتفاع قطعه ریختگی اجزاء مختلف سیستم راهگاهی را با نسبت های ۱:۲:۲ در نظر گرفته و در نهایت از روی سطوح بدست آمده و استفاده از روابط نسبت های سیستم راهگاهی (شکل ۲-۳) ابعاد تمام اجزای سیستم راهگاهی بدست خواهد آمد.

۶- سرباره گیر: برای سرباره گیری در ته خط راهبارها (بعد از اتصال راهبار) محفظه ای ایجاد شده که مذاب اولیه که دارای سرباره و اخالهای زیادی است در آنجا جمع شود تا وارد محفظه قالب نشود [۳]. (شکل ۲-۴)

برای مشاهده ی ابعاد جزئی تر سیستم راهگاهی می توان به بخش نقشه های اجزای مدل رجوع کرد.

طراحی تغذیه:

به طور کلی، انقباض مایع در طی انجماد، به دلیل بازآرایی اتمها از یک ترتیب با فشردگی تصادفی و عمدتاً با فواصل زیاد اتمی به یک آرایش کریستالی عادی و با فشار بیشتر می باشد. در نتیجه برای جبران انقباض در حال انجماد نیازمند یک تغذیه مجزا است در نتیجه برای تولید یک قطعه سالم لازم است چهار اصل زیر رعایت شود. [۴][۱۲][۱۳][۱۴]

۱- الزامات انتقال حرارت: افزایش مدول باعث افزایش زمان انجماد می شود. بر اساس قانون چرنیوف مدول تغذیه باید برابر یا بیشتر از مدول قطعه باشد، به طوری که مدول تغذیه باید ۱.۲ برابر بیشتر از مدول قطعه M_C باشد. شکل ۲-۵ مدول هندسی تعدادی از احجام متداول با اشکال هندسی ساده را نشان می دهد و میتوان بر مبنای آن مکان مناسب تغذیه را مشخص کرد. در این قطعه با توجه به داده های نرم افزار شبیه ساز در طرح اول بیشترین مدول مربوط به استوانه مرکزی قطعه میباشد که نسبت به قسمت های دیگر دیر تر منجمد می شود نتایج حاصل از تحلیل خود گواه بر این امر می باشد (شکل ۲-۱)

۲- حجم مورد نیاز: تغذیه باید شامل مذاب کافی برای جبران انقباضات قطعه باشد و با توجه به مدول اشکال هندسی خاص در شکل (۲-۶) برای استوانه ها $H=D$ که دارای راندمان بهتری هست مدول تغذیه را به دست آورده و از طریق مدول می توان حجم تغذیه را محاسبه کرد.

$$M_C = \frac{D}{6} \rightarrow M_C = \frac{42}{6} = 7mm$$

با توجه به اینکه مدول تغذیه باید ۱.۲ برابر مدول قطعه باشد از این روش میتوانیم قطر و حجم تغذیه را محاسبه کنیم.

$$M_R = 1.2M_C \rightarrow M_R = 1.2 * 7 = 8.4mm$$

به دلیل اینکه سطح بین گلولی و تغذیه سرعت سرد شدن خیلی کمی دارد به همین دلیل از یک سطح صرف نظر میکنیم و نسبت حجم به سطح را $\frac{D}{5}$ در نظر میگیریم.

$$D_R = 8.4 * 5 \approx 42mm \text{ قطر تغذیه}$$

$$v_R = \frac{\pi D^2}{4} * h = \frac{3 * 42^2}{4} * 42 = 55566mm^2$$

۳- الزامات شیب فشار: فشار مورد نظر باید دو ویژگی، جریان یافتن مذاب تغذیه، و حرکت مذاب در جهت درست را داشته باشد. برای حصول این منظور در این مرحله از تغذیه بازاستفاده می کنیم لذا در این صورت اتمسفر (فشار هوا) به کمک وزن فلز می آید و مذاب را از داخل تغذیه به سمت قطعه هدایت می کند [4][14]

۴- الزامات فشار: اگر فشار بر روی مذاب در حال انجماد باشد جوانه زنی عیوب به سختی انجام می شود. بنابراین فشار باید بر تمام قسمت های فلز در حال انجماد وارد شود یا از جوانه زنی و رشد عیوب حجمی جلوگیری شود [4]. در این طراحی برای ایجاد چنین فشاری تغذیه را در مرتفع ترین قسمت قطعه قرار داده ایم.

گلویی تغذیه: کاهش شیب مدول با قرار دادن گلویی موجب کاهش مشکلات مرحله برش می شود. ولی مدول گلویی باید بین مدول تغذیه و قطعه باشد. به علت القائی حرارت از تغذیه و قطعه به گلویی زمان انجماد گلویی خیلی بیشتر از آنچه که محاسبه می کنیم می شود (ابعاد نهایی گلویی و تغذیه در (شکل 2-7) قابل مشاهده می باشد).

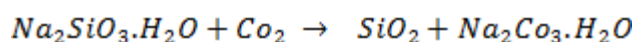
طرح سوم: با استفاده از معیار نیاما میتوانیم عیوب macro porosity و micro porosity قطعه را بررسی کنیم و با توجه به نمودار (2-8) اگر مقدار عیوب زیر 0.3 باشد قطعه سالم است که با توجه به شکل (2-9) بالای 90% قطعه ریختگی بدون عیب خواهد بود.

نکته: با توجه به ابعاد مدل مورد نظر که ضخامت کمی دارد و همچنین با توجه به داده های نرم افزار شبیه ساز (شکل 2-12) این قطعه نیاز به استفاده از مبرد نداشته و انجماد قطعه به صورت جهت دار می باشد که فیلم شبیه سازی آن نیز پیوست شده است.

3- عملیات مدل‌سازی، قالب‌گیری و ماهیچه سازی (حداکثر ۲ صفحه به علاوه جداول و نمودارهای مورد نیاز)

علت استفاده از قالب‌گیری به روش ماسه CO_2 : فرایند قالب‌گیری با مواد قالب‌گیری مختلف انجام می‌گیرد که انتخاب مواد مختلف بستگی به روش قالب‌گیری، جنس مذاب، پیچیدگی شکل مدل و... دارد که در اینجا با در نظر گرفتن عدم شستن برآمدگی‌ها توسط جریان مذاب، کاهش عیوب سطحی، استحکام بالا و عدم نیاز به استفاده از قانجاق، دقت ابعاد بالا، عدم تولید گاز و صافی سطح مورد نیاز از ماسه سیلیسی به همراه چسب سیلیکات سدیم انتخاب گردید. راندمان خوب در روش CO_2 به مقدار زیادی بستگی به برنامه ریزی دقیق در نحوه آماده سازی و قالب‌گیری دارد. درجه حرارت در مخلوط شدن مناسب چسب و ماسه موثر است، در درجه حرارت پایین گرانروی سیلیکات سدیم افزایش می‌یابد بنابراین با افزایش درجه حرارت مخلوط شدن بهتر انجام می‌گردد. عملیات مخلوط کردن معمولاً بین 3 تا 5 دقیقه به طول می‌انجامد. [5]

چسب مصرفی: در فرایند قالب‌گیری و ماهیچه سازی مقدار 2.5 % چسب به ماسه خشک و تمیز افزوده می‌گردد، مقدار چسب برای قالب‌گیری با برخی از ماسه‌های ریز به 6 تا 7 درصد نیز میرسد. میزان چسب مصرفی به خواص مورد نیاز و وضعیت ماسه از نظر اندازه و توزیع دانه بندی بستگی دارد. (شکل 3-1) ارتباط عدد ریزی و مقدار بهینه چسب سیلیکات سدیم را نشان می‌دهد. سپس گاز دی اکسید کربن به داخل قالب آماده دمیده می‌شده تا طی واکنش زیر سیلیس ژلاتینی حاصل شود و اتصال ذرات ماسه را به یکدیگر انجام دهد. [6]



دمش گاز: با توجه به افزایش استحکام بر اثر گذشت زمان در یک مخلوط نمونه مرکب از ماسه سیلیسی و 5% چسب تجاری که قابلیت فروپاشی بالایی دارد، قابل ملاحظه است که دمش گاز به مدت کوتاه باعث ایجاد یک مخلوط ماسه می‌شود که بلافاصله پس از دمش گاز استحکام کمی دارد، اما استحکام آن با گذشت زمان افزایش می‌یابد، اما این نوع استحکام از نظر فروپاشی مناسب نیست. دمش گاز به مدت طولانی باعث حصول استحکام زیاد بلافاصله پس از دمش خواهد شد، اما با گذشت زمان کاهش شدید استحکام قابل توجه است. بنابراین، زمان دمش گاز برای مخلوط ماسه که ظرف چند ساعت مورد استفاده واقع می‌شود می‌تواند طولانی و زیاد باشد تا هم استحکام اولیه برای نگهداری زیاد شود هم قابلیت فروپاشی آن در حد قابل قبول باشد. شکل (2-3) [6]

نوع مدل: با توجه به امکان طراحی مدل توسط نرم افزارهای CAM قبل از تولید نمونه، نوع مدل را می‌توان طراحی و ارزیابی نمود، و بر این اساس در این مدل در صورتی که مبنای نوع مدل بر اساس قالب‌گیری باشد، این مدل در گروه مدل های دستی قرار گرفته و در صورتی که مبنای سطح جدایش بوده مدل مذکور جزو مدل های 2 پارچه می‌باشد و با توجه به اینکه این مدل دارای سطح جدایش غیر یکنواخت و ساده داشته قالب‌گیری آن به روش ماهیچه معلق انجام پذیر است. [1]

جنس مدل: یکی از مهمترین و پر مصرف ترین موادی که در مدل سازی بکار می رود، چوب است، بطوری که تقریباً 72% تولید سالیانه مدل های ریخته گری کشور های صنعتی جهان چوب است چوب دارای مزیت های زیادی از جمله: قابل دسترس بودن ، شکل پذیری آسان ، صرفه اقتصادی و ... میباشد و برای محافظت به جذب رطوبت و سطح صیقلی انرا بتونه و رنگ میکنیم.

راندمان :در صنایع هر عاملی که در تولید یک قطعه دخیل باشد و به نوعی هزینه در برداشته باشد جای بحث خواهد داشت به عنوان مثال نیروی انسانی مورد نیاز، میزان مصرف مواد اولیه، هزینه ساخت مدل، امکان تولید روزانه، هزینه برشکاری و تمیزکاری، تجهیزات مورد نیاز جهت تولید وبسیاری موارد دیگر که در خصوص هر قطعه می تواند مد نظر قرار بگیرد، و این از وظایف مهندسين طراح می باشد که علاوه بر سالم بودن قطعات و رسیدن به راندمان ریخته گری مطلوب، موارد فوق الذکر را به لحاظ اهمیتی که دارند مورد توجه قرار دهند. لازم به توضیح است که با در نظر گرفتن موارد فوق طرح حاضر از نظر صنعتی نیز امکان سنجی شده و قابلیت تولید و اجرایی شدن را دارا می باشد، و در زیر به بررسی راندمان ریخته گری قطعه پرداخته می شود.

چنانچه نسبت وزن قطعات بدون تراش (ماشینکاری نشده) به وزن قطعات سالم (با سیستم راهگاهی و تغذیه) مورد محاسبه قرار گیرند، راندمان ریخته گری تعیین می شود [7]. شکل (3-3) مصرف فلز در یک سیکل تولید واقعی را نشان میدهد.

$$\frac{\text{وزن قطعه بدون تراش}}{\text{وزن قطعه سالم}} = \frac{510}{650} * 100 = 78.46$$

نکته: توجه به طراحی خاص قطعه امکان استفاده از تغذیه روباز فراهم شده، که به موجب آن استفاده از مواد گرمازا جهت افزایش زمان انجماد مذاب داخل تغذیه ایجاد گردیده، طبق نتایج علمی بدست آمده استفاده از این مواد موجب افزایش راندمان تغذیه تا 16% بیشتر نسبت به روش بدون مواد گرمازا می باشد و در شکل 3-4 تاثیر اشکال مختلف تغذیه بر راندمان تغذیه آورده شده است.

۴- شرایط عملیات ذوب و ریخته‌گری (حداکثر ۲ صفحه به علاوه جداول و نمودارهای مورد نیاز)

در ریخته‌گری آلومینیوم بسیاری از عناصر ناخواسته از جمله: ناخالصی‌های فلزی، ترکیبات بین فلزی، گازها و آخال‌ها به طرق مختلف وارد مذاب می‌گردند، در صورتی که کنترل دقیق یا عملیات خاص جهت حذف و یا تقلیل خواص مضر آنها انجام نگیرد، آلیاژ ریخته شده از کیفیت مطلوب برخوردار نخواهد بود. از این رو جهت حصول خواصی مطلوب عملیات کیفی بر روی مذاب آلیاژ A356 به شرح ذیل می‌باشد.

آخال زدایی: فلاکسها موادی هستند که برای افزایش کیفیت مذاب و تقلیل مواد ترکیبی (غیرفلزی) بدون تغییر کلی در ترکیب آلیاژ و یا با اندکی تغییر به کار می‌روند. موارد استفاده از Coverall در جدول (1-4) شرح داده شده است [17].

نحوه ی استفاده از coverall های پوششی: معمولاً مقدار coverall را بین 1.5 تا 1 درصد از وزن مذاب در نظر گرفته می‌شود و نحوه اضافه نمودن آن در دو مرحله می‌باشد، نیمی در ابتدای فرایند ذوب و باقیمانده با تمام شدن عمل شارژ کردن کوره اضافه می‌گردد، پیشنهاد می‌گردد که پوشش تشکیل شده بر روی مذاب تا مرحله گاززدایی و جوانه زایی دست نخورده باقی بماند. [16]

سرباره گیری قبل از بار ریزی: هنگامی که مذاب جهت سرباره گیری آماده شد فلاکس در سرتاسر سطح مذاب پخش شده و برای دست یافتن به بهترین نتیجه بهتر است تا دمای ذوب به حدود 711°C برسد، سپس درب کوره بسته شده و به مدت 11 دقیقه کوره روشن می‌شود، این عمل کمک می‌کند که فلاکس فعال شده و سرباره را گرم کرده و آنرا به خوبی از فلز جدا سازد. سپس سرباره توسط اپراتور جمع شده و از بوته خارج می‌گردد. [16]

گاز زدایی: گازهای محلول در مایع بعد از انجماد به دلیل تنش سطحی مذاب و عدم امکان خروج کامل به صورت حباب‌هایی با اندازه‌های مختلف در قطعه ریخته شده باقی می‌مانند که خواص مکانیکی و وزن مخصوص قطعه را شدیداً کاهش می‌دهند، درمورد ذوب آلیاژهای آلومینیوم هیدروژن تنها گازی است که به صورت محلول درمایع و حباب در جامد ظاهر می‌گردد (شکل 4-1) در این آلیاژها ممکن است مقدار گازهای حل نشده به بیش از $0.6\text{mlH}_2/100\text{gAl}$ برسد. لذا با اعمال ملاحظات در ذوب می‌تواند میزان گاز را کاهش داد اما حتی با بهترین شرایط ذوب در کوره‌های ذوب مجدد انتظار می‌رود که مقدار گاز به $0.2 - 0.3\text{mgH}_2/100\text{gAl}$ برسد [16]. فرایند گاز زدایی توسط DEGASER 200 بوسیله گاز هگزاکلرواتان در مذاب که یک شیوه‌ی استاندارد است انجام می‌شود.

جوانه زایی و بهسازی: آلیاژهای آلومینیوم حاوی سیلیسیم به عنوان عنصر آلیاژی اصلی، به علت سیالیت زیاد که ناشی از وجود حجم نسبتاً زیاد یوتکتیک Al-Si است مهمترین آلیاژهای ریخته‌گری آلومینیوم محسوب می‌شوند. یوتکتیک بین محلول جامد آلومینیوم حاوی بیش از 1% سیلیسیم و سیلیسیم خالص به عنوان فاز دوم تشکیل می‌شود. انجماد آهسته یک آلیاژ Al-Si خالص تولید ساختاری بسیار درشتی می‌کند که در آن یوتکتیک به صورت صفحات با سوزنی‌های بزرگ سیلیسیم در یک زمینه پیوسته آلومینیومی تشکیل می‌شود (شکل 4-2) آلیاژهای دارای این نوع یوتکتیک درست به علت طبیعت ترد صفحات سیلیسیم درشت دارای انعطاف پذیری پایینی می‌باشند. در نتیجه با استفاده از

برخی فلورید های قلیایی خاص که قبل از ریخته‌گری به مذاب افزوده می شوند به شدت ساختار را ریز کرده و فاز سیلیسیم به شکل الیاف در آمده که هم انعطاف پذیری و هم استحکام کششی به مقدار زیاد بهبود می یابد. آلیاژهای $Al-Si$ تا ترکیب یوتکتیک انعطاف پذیری خوبی دارند مشروط بر اینکه مقدار آهن محتوی که باعث تشکیل صفحات درشت و ترد ترکیب $\alpha-Al Fe Si$ می کند در حداقل مقدار ممکن کنترل شود.

اگر مقدار سیلیسیم محتوی کمتر از 8% باشد اصلاح ساختار جهت حصول انعطاف پذیری قابل قبول لازم نیست [9]. اما همان طور که در شکل 4-2 مشخص است بهسازی آلیاژ A356 مفید خواهد بود [16].

نکاتی که در هنگام عملیات جوانه زایی باید به آنها توجه کرد:

زمان جوانه زایی: از نکاتی عملی مهم در جوانه زایی، انتخاب زمان مناسب برای جوانه زایی است. معمولاً جوانه زها در آخرین مرحله به مذاب اضافه می کنند.

درجه حرارت و زمان میرایی: درج حرارت و زمان، یک عامل اساسی در بازدهی جوانه زایی محسوب می گردد. در صورتی که درجه حرارت بالا و یا زمان نگهداری مذاب پس از جوانه زایی طولانی باشد راندمان جوانه زایی به شدت کاهش می یابد.

پخش یکنواخت: پخش یکنواخت جوانه زها در مذاب، اهمیت زیادی در بهبود کیفیت قطعات ریختگی دارد. جوانه زها توسط کلاhek خوراک دهنده که توسط پوشش نسوز پوشانده شده تا از جذب آهن توسط آلومینیوم جلوگیری شود به ته مذاب فرو برده می شود.

مقدار جوانه زها: مقدار جوانه زها باید حد معینی داشته باشد. چنانچه مقدار جوانه زها کم باشد ریز دانگی به دست می آید. همچنین در صورتی که تعداد جوانه زها خیلی باشد به دلیل حذف اثرات یکدیگر امکان درشت دانگی دارد. عمل جوانه زایی توسط NUCLEANT 2 به میزان 0.25 % وزن مذاب انجام گردیده [17].

عملیات ذوب ریزی با توجه به امکانات داده شده به شرح ذیل است [17]:

1- فلز را تحت COVERAL 11 ذوب کرده و تا زمانی که ذوب کامل می شود به شارژ کردن فلاکس بایستی ادامه داد، میزان این فلاکس پوششی به ازای هر 50 Kg فلز 250 gr می باشد (0.5 %).، همچنین در صورت نیاز، فلاکس بیشتری اضافه کرده تا سطح مذاب کاملاً با فلاکس پوشش داده شود، در نهایت دما را تا حدود 750 - 760°C افزایش داده.

2- قرص (NUCLEANT 2 به میزان 0.25 % از وزن مذاب) توسط کلاhek خوراک دهنده قبل یا همراه با

DEGASSER 200 به درون مذاب فرو برده می شود (در صورتی که مذاب بیش از 50 Kg باشد، عمل گاز زدایی در دو مرحله انجام می گردد).

3- پس از گذشت 5 دقیقه، مجدداً 0.5 % فلاکس COVERAL 11 را به سطح مذاب پاشیده و نهایتاً قبل از بار ریزی سرباره را به آرامی جمع کرده و از مذاب خارج می‌گردند.

دماهای بار ریزی پیش نهاد شده در ریخته‌گری ماسه:

ضخامت قطعه	دمای بارریزی
ریخته‌گری سبک، زیر 15mm	730 °C
ریخته‌گری متوسط، 15 - 40 mm	710 °C
ریخته‌گری سنگین ، بالای 40 mm	690 °C

سرعت بارریزی:

پارامتر پرکردن قالب با سرعت مشخص بطوری که موجب حبس هوا در جریان ذوب ریزی نگردد و اجزاء سیستم راهگاهی به گونه ای باشند که سرعت مذاب در راهباره ها پایین تر از حد بحرانی باشد، مربوط به طراحی سیستم راهگاهی می باشد که در بخش طراحی لحاظ گردیده. بطوری که ، حد بحرانی سرعت مذاب در راهباره ها برای آلیاژهای پایه آلومینیوم تقریباً برابر 250 mm/s بوده که این حد بحرانی مدنظر قرار گرفت و این سرعت بدست آمده در خصوص حبس هوا که در سرعت های تقریباً بالاتر از 0.5-1.0 m/s اتفاق می افتد بسیار مطلوب می باشد[3].

۵- سادگی، انجام پذیری، ابتکار و خلاقیت (حداکثر ۲ صفحه)

بدون تردید فناوری و دانش تخصصی در رشد و بالندگی صنعتی کشور نقشی انکار ناپذیر برعهده دارد، توجه جدی به محیط زیست که یکی از الزامات منطقی آن استفاده بهینه از مواد و کاهش مصرف انرژی می باشد که این مطلب در گروی ابتکار و خلاقیت بر پایه دانش و آگاهی نهاده شده است.

عرضه یک فرآورده ی جدید مهندسی مستلزم ساختن چندین طرح، رسیدن به تصمیمات اقتصادی، انتخاب مواد و برگزیدن فرایندهای ساخت است، این فرآیندها به هم متکی هستند و نباید به تنهایی و جدا از یکدیگر انجام شوند، به این دلیل است که مواد و فرآیندهایی که در ساخت یک فرآورده به کار می روند می توانند تاثیر زیادی بر طراحی، هزینه و عملکرد آن داشته باشند [11].

لذا با رعایت موارد فوق الذکر و نیازهای عملکردی قطعه، محدودیت های اجرایی و تحقیق در خصوص استانداردهای ذیربط اقدام به طراحی اولیه قطعه گردید که پس از بررسی، در قالب یک طرح پیشنهادی مطرح می گردد.

- استفاده از مدل تغذیه از جنس مدل های فداشونده (اسفنج) که با توجه به مکان آن، علامت عملکرد مطلوب مبرد و تغذیه و همچنین حفظ جهت دار نمودن انجماد، موجب حذف طراحی و ساخت جعبه ماهیچه گردیده و در عین حال هزینه مواد و ساخت کاهش یافته است.
- ساخت مدل با استفاده از چوب جهت کاهش هزینه ها
- استفاده از نرم افزار PROCAST به عنوان نرم افزار شبیه سازی که به موجب این نرم افزار و در نظر گرفتن کلیه عوامل دخیل در فرآیند ریخته گری با حداقل هزینه، امکان بررسی و ارزیابی طرح های پیشنهادی و بهینه سازی سیستم راهگامی و تغذیه، میسر می گردد. که در این مورد نیز به شرح ذیل می باشد:

- ✓ تجزیه و تحلیل جریان سیال
- ✓ بررسی میزان اغتشاش در تمامی مراحل پرشدن قالب از مذاب
- ✓ پیش بینی نواقص احتمالی در خصوص حفرات انقباضی
- ✓ اطمینان از عملکرد صحیح تغذیه
- ✓ بهینه کردن سیستم های راهگامی و بارریز
- ✓ بهینه سازی سیستم های گرمایشی و سرمایشی قالب ها
- ✓ امکان بررسی وجود ترک گرم در قطعه ریخته گری
- ✓ ردیابی نقاط داغ و تخلخل ها و آنالیز حرارتی قطعه در خصوص تعبیه سیستم راهگامی و تغذیه

نتایج کلیه تحلیل های صورت گرفته بصورت عکس و نتیجه تحلیل نهایی به صورت شبیه سازی قطعه در وضعیت تحلیل حرارتی و همچنین تحلیل کسر جامد به صورت فیلم پیوست می باشد.

منابع

- 1- اصول طراحی مدل ها و قالب های ریخته گری، Rolf Roller ، ، ترجمه ی عبدا...ولی نژاد، چاپ اول، پاییز 1375 انتشارات مؤسسه نشر علوم نوین
- 2- تغذیه گذاری در ریخته گری قطعات فولادی، رثوف پرورش، چاپ دوم، فروردین 1384 ، انتشارات انجمن ریخته گری ایران
- 3- ریخته گری پیشرفته، جلد اول، John Campbell ، ترجمه ی سید محمد علی بوطرابی و صابر بالی، چاپ چهارم 9831، انتشارات دانشگاه علم و صنعت
- 4- ریخته گری پیشرفته، جلد دوم، John Campbell ، ترجمه ی سید محمد علی بوطرابی و صابر بالی، چاپ چهارم 9831، انتشارات دانشگاه علم و صنعت
- 5- اصول تکنولوژیکی ریخته گری، حسن ثفیان لارجانی و منصور امامی، 1381 ، انتشارات چاپ و نشر کتاب های درسی ایران،
- 6- مواد قالبگیری برای ریخته گری فلزات، محمد حسین فتحی، چاپ پنجم، بهار 1383 ، انتشارات نشر ارکان اصفهان
- 7- محاسبات فنی تخصصی، سیاوش نظم دار شهری، ویرایش دوم 1381 ، انتشارات چاپ و نشر کتاب های درسی ایران
- 8- ریخته گری فلزات غیر آهنی، جلال حجازی، چاپ ششم، خرداد 1383 ، انتشارات آزاد
- 9- آلیاژ های سبک، آی .جی .پالمیز، ترجمه ی رضا محمدی و دکتر اردشیر طهماسبی، چاپ اول، بهار 9831 ، انتشارات ارکان
- 10- اصول متالورژی ریخته گری، حسن ثفیان لارجانی و منصور امامی، 1381 ، انتشارات چاپ و نشر کتاب های درسی ایران
- 11- انتخاب مواد برای طراحی مهندسی ، ، دکتر علی حائریان ، محسن حداد سبزواری و فاتح فاضلی، چاپ سوم، 1387 انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد
- 12- Castings Practice: The 10 Rules of Castings, John Campbell, First published 2004, Elsevier Butterworth-Heinemann
- 13- Design of Gating and Feeding Systems, Dr. A.K.M.B. Rashi, MME Department, Foundry Engineering Sessional
- 14- The Feeding of Castings, John Campbell and Richard A. Harding, IRC in Materials, The University of Birmingham
- 15- Metal Casting : A Sand Casting Manual for the Small Foundry vol.2, Stephen D. Chastain, January 2004
- 16- Foseco Non-Ferrous Foundryman's Handbook, John R. Brown, Eleventh edition 1999, Eleventh Butterworth-Heinemann
- 17- Foseco Foundryman Handbook, John R. Brown, Eleventh edition, MAY-1994, Eleventh Butterworth-Heinemann
- 18- Casting Design and Performance, Lichun L. Chen, Chair, First printing, November 2009, ASM International
- 19- MATHEMATICAL MODELING OF MICROSHRINKAGE FORMATION DURING SOLIDIFICATION OF A356 CASTINGS

NOTE 1— 1 indicates best of group, 5 indicates poorest of group.

B 618 - 02*

Alloy		Pattern Shrinkage Allowance, in. ft ^A [mm/m]	Approximate Melting Range, ° F ^B [°C]	Resistance to Hot Cracking ^C	Pressure Tightness	Fluidity ^D	Solidification Shrinkage Tendency ^E	Normally Heat Treated	Resistance to Corrosion ^F	Machining ^G	Polishing ^H	Electroplating ^I	Anodizing (Appearance) ^J	Chemical Oxide Coating (Protection) ^K	Strength at Elevated Temperature ^L	Suitability for Welding ^M	Suitability for Brazing ^N
ANSI ^O	UNS																
201.0	A02010	1/32 [13]	050-1200 [566-649]	4	3	3	4	yes	4	1	1	1	2	2	1	4	no
204.0	A02040	1/32 [13]	985-1200 [529-649]	4	3	3	4	yes	4	1	2	1	3	4	1	4	no
208.0	A02080	1/32 [13]	970-1160 [521-627]	2	2	2	2	yes	4	3	3	2	3	3	3	2	no
222.0	A02220	1/32 [13]	965-1155 [518-624]	3	3	3	3	yes	4	1	2	1	3	4	1	4	no
242.0	A02420	1/32 [13]	990-1175 [532-635]	4	3	3	4	yes	4	2	2	1	3	4	1	4	no
295.0	A02950	1/32 [13]	970-1190 [521-643]	4	4	3	3	yes	3	2	2	1	2	3	3	3	no
319.0	A03190	1/32 [13]	950-1125 [510-607]	2	2	2	2	yes	3	3	4	2	4	3	3	2	no
328.0	A03280	1/32 [13]	960-1135 [516-613]	1	1	1	1	yes	3	4	5	2	4	2	2	2	no
355.0	A03550	1/32 [13]	015-1150 [546-621]	1	1	1	1	yes	3	3	3	1	4	2	2	2	no
C355.0	A33550	1/32 [13]	015-1150 [546-621]	1	1	1	1	yes	3	3	3	1	4	2	2	2	no
356.0	A33560	1/32 [13]	035-1135 [557-613]	1	1	1	1	yes	2	4	5	2	4	2	3	2	no
A356.0	A13560	1/32 [13]	035-1135 [557-621]	1	1	1	1	yes	2	4	5	2	4	2	3	2	no
443.0	A04430	1/32 [13]	065-1170 [574-632]	1	1	1	1	no	3	5	5	2	5	2	4	1	ltd

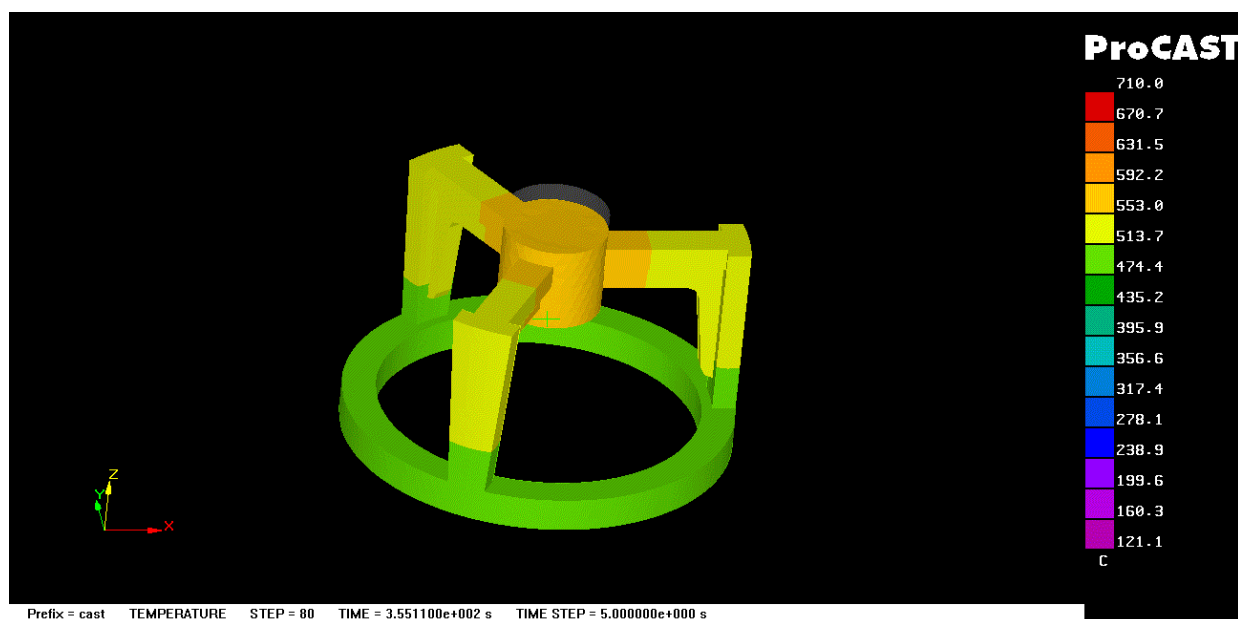
جدول (2-1) مشخصات آلومینیوم A356 - طبق استاندارد ASTM B618-02

Height	up to 10	over 10 up to 18	over 18 up to 30	over 30 up to 50	over 50 up to 80	over 80 up to 180
Draft in degree (°)	3	2	1.5	1	0.75	0.5

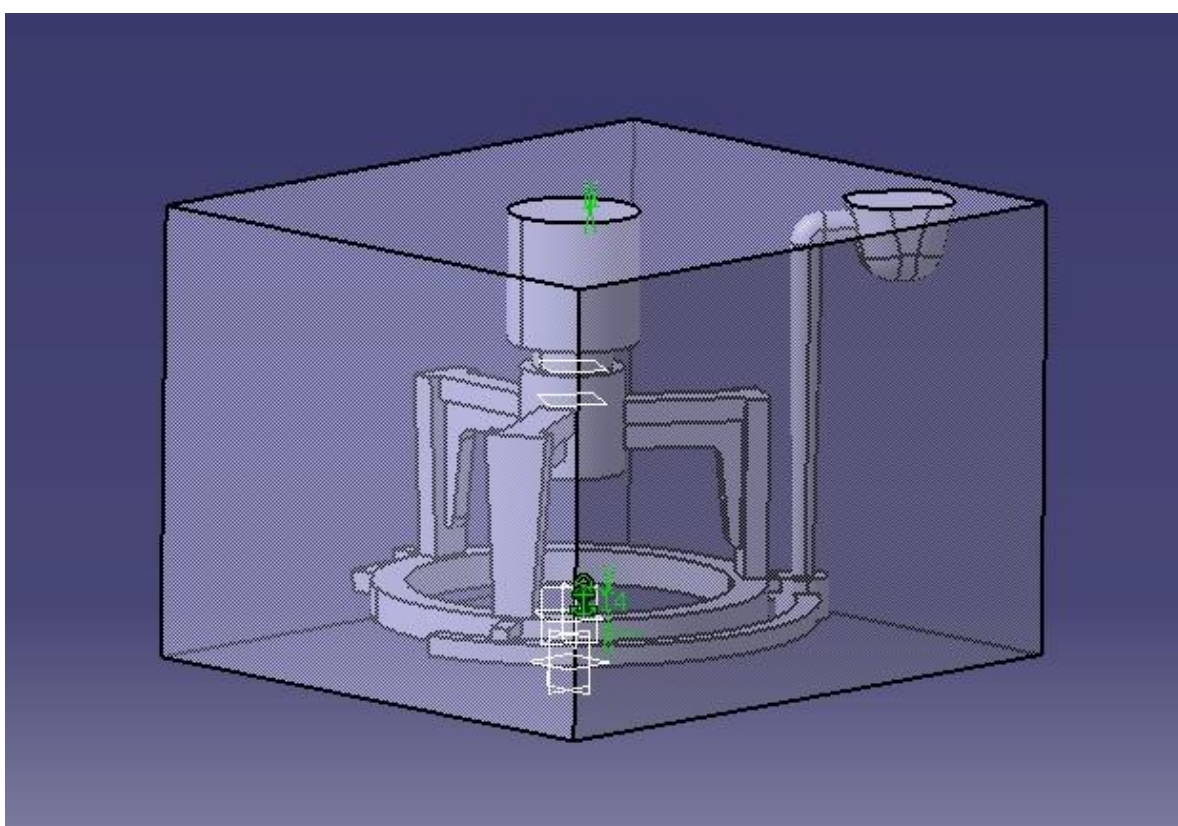
Height	over 180 up to 250	over 250 up to 315	over 315 up to 400	over 400 up to 500	over 500 up to 630	over 630 up to 800	over 800 up to 1000
Draft in mm	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.5	5.5

Height	over 1000 up to 1250	over 1250 up to 1600	over 1600 up to 2000	over 2000 up to 2500	over 2500 up to 3150	over 3150 up to 4000
Draft in mm	7	9	11	13.5	17	21

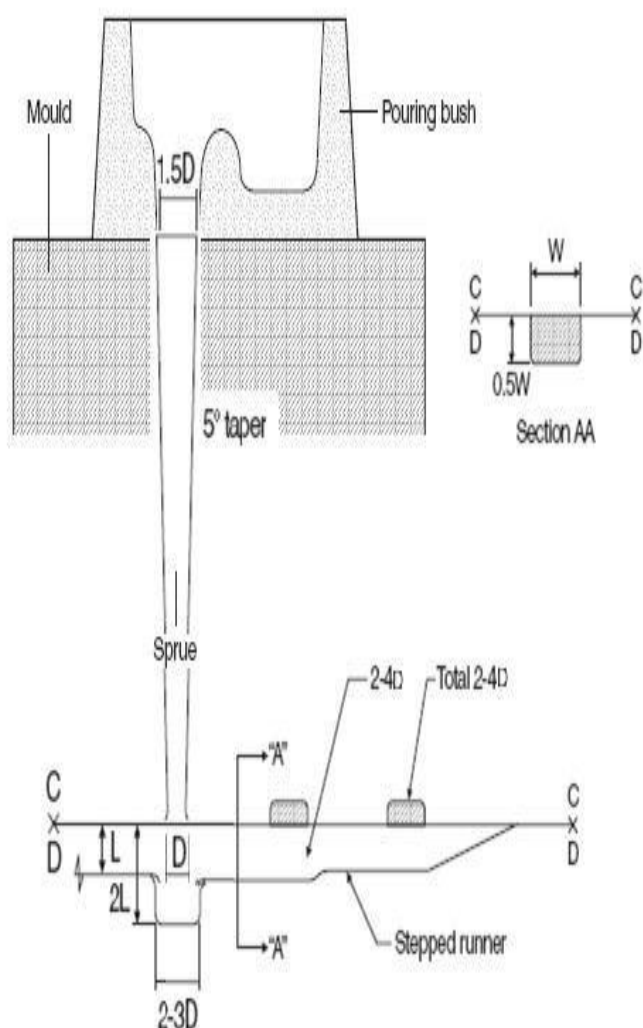
جدول (2-2) میزان شیب مدل های ریخته‌گری با توجه به ارتفاع مدل طبق استاندارد DIN 1511



شکل 1-2: شناسایی نقاط گرم بر اساس شیب دمایی در اولین گام شبیه سازی

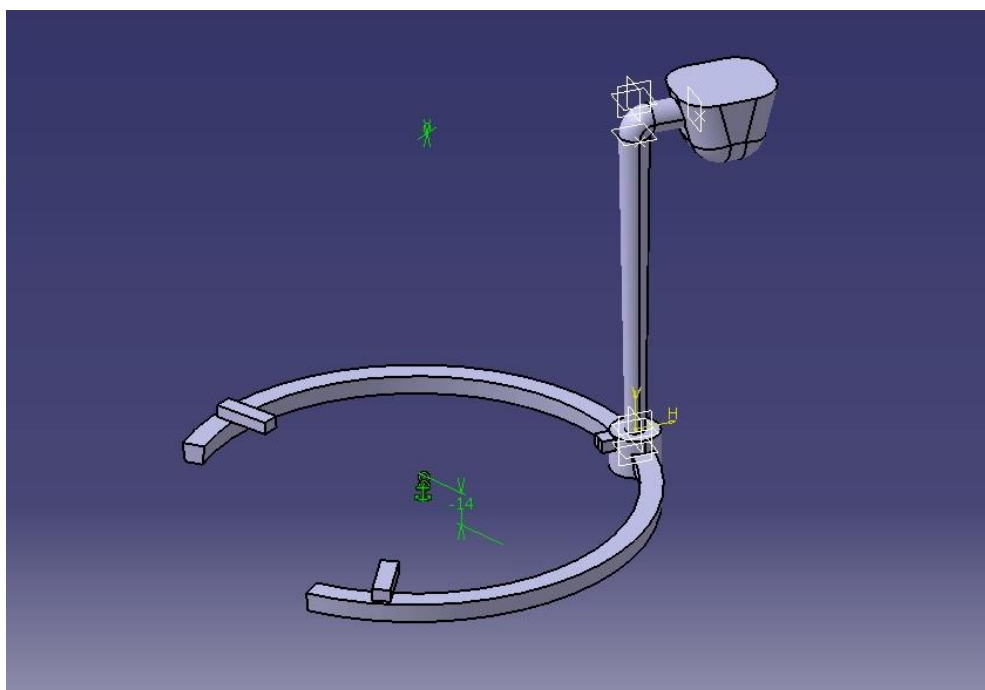


شکل 2-2: نمای کلی از قطعه همراه با سیستم راهگاهی و تغذیه



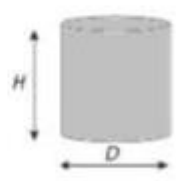



ابعاد	اجزاء سیستم راهگاهی
5	زمان پر شدن (sec)
0.13	نرخ پر شدن (Kg/s) میانگین
30	مساحت (mm ²) هر راهبار
3	تعداد راهبارها
5*6	ابعاد (mm × mm) راهبار
90	مساحت (mm ²) دو راهبار
2	تعداد راهبارها
قاعده دوزنقه (۷*۸) ارتفاع دوزنقه (۶)	ابعاد (mm × mm) راهبار
113	مساحت (mm ²) سطح بالایی راهگاه
12	قطر بالایی (mm) راهگاه
125	ارتفاع راهگاه (mm)
45	مساحت پایینی (mm ²) راهگاه
8	قطر پایینی (mm) راهگاه

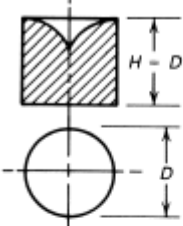
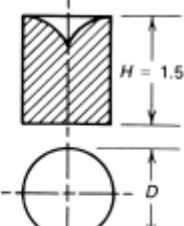
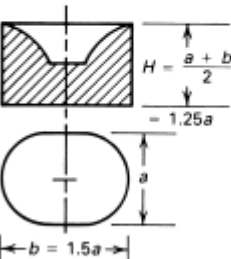
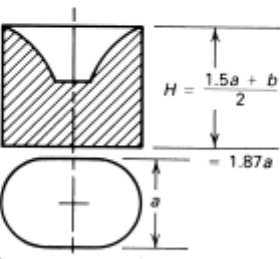
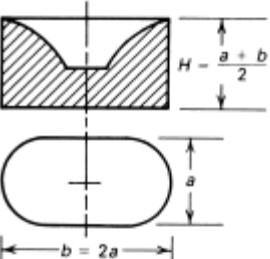
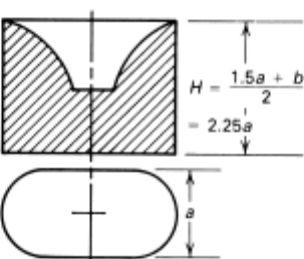
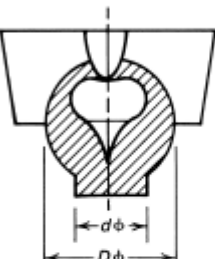
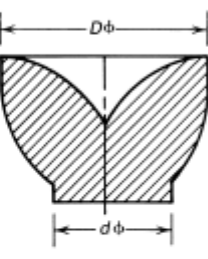
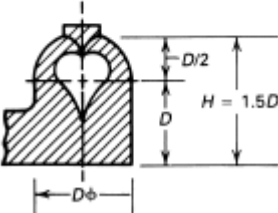
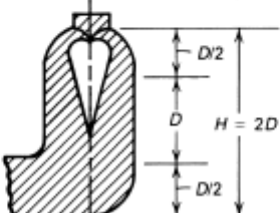
شکل 2-3: ابعاد اجزای سیستم راهگاهی و نسبت هایشان



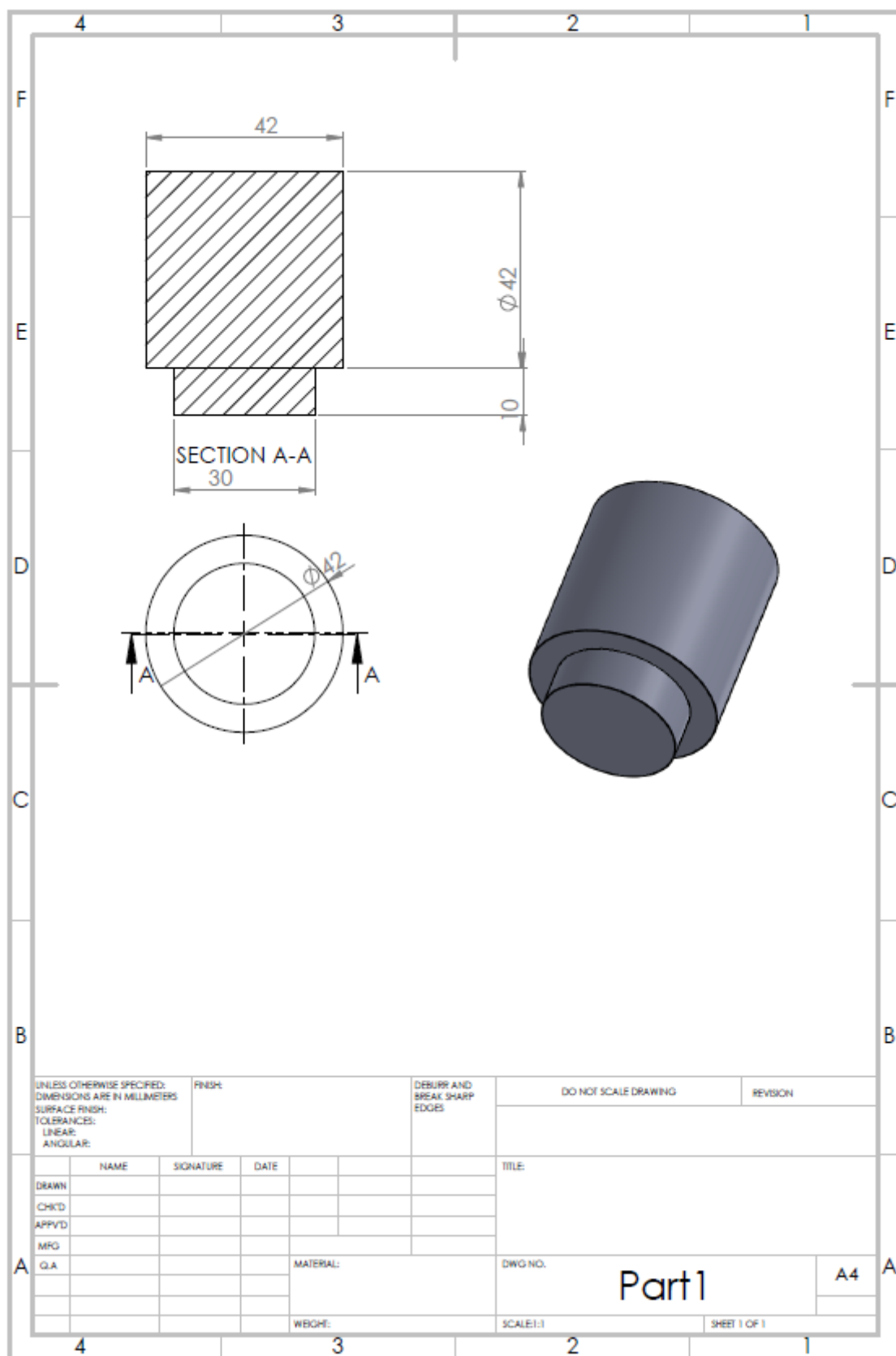
شکل 2-4: محل قرار ی کانال ممتد(سرباره گیر)

Shape		Modulus	
		100% Cooled area	Base uncooled
Sphere		$\frac{D}{6}$	-
Cube		$\frac{D}{6}$	$\frac{D}{5}$
Cylinder		H/D	
		1.0	$\frac{D}{6}$
		1.5	$\frac{3D}{16}$
		2.0	$\frac{D}{5}$
Infinite plate		∞	$\frac{D}{4}$
			$\frac{D}{2}$

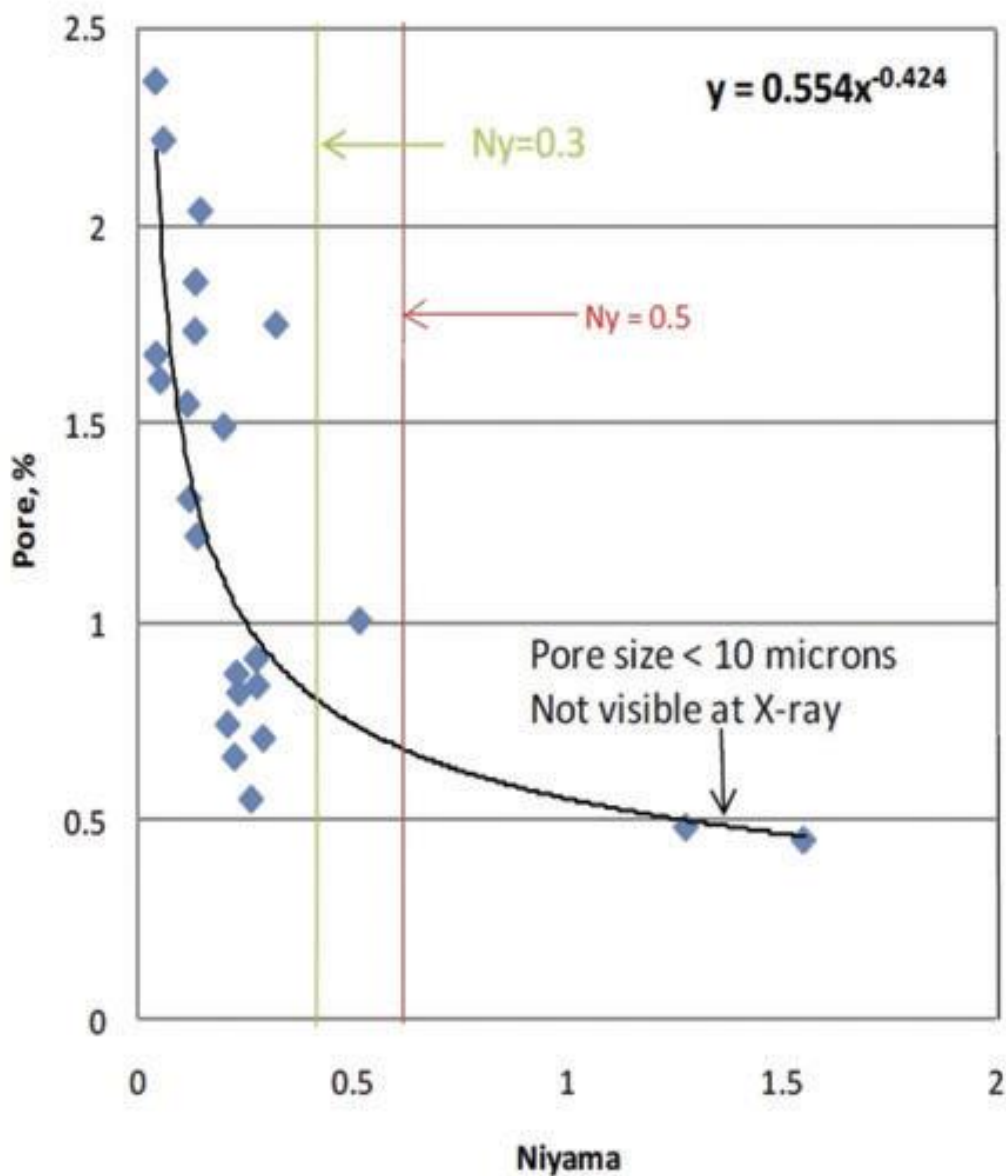
شکل 2-5: مدول هندسی احجام متداول با اشکال هندسی ساده [3]

<p>Riser type</p> 	<p>Characteristic values</p> $V_r = 0.785D^3$ $= 1.69M_r^3$ $M_r = 0.1667D$ $D = 6M_r = H$	<p>Riser type</p> 	<p>Characteristic values</p> $V_r = 1.18D^3$ $= 179M_r^3$ $M_r = 0.187D$ $D = 5.35M_r$ $H = 8.02M_r$
	<p>Characteristic values</p> $V_r = 1.605a^3$ $= 181.5M_r^3$ $M_r = 0.207a$ $a = 4.84M_r$ $b = 7.25M_r$ $H = 6.05M_r$		<p>Characteristic values</p> $V_r = 2.4a^3$ $= 189M_r^3$ $M_r = 0.233a$ $a = 4.29M_r$ $b = 6.43M_r$ $H = 8.03M_r$
	<p>Characteristic values</p> $V_r = 2.67a^3$ $= 200M_r^3$ $M_r = 0.237a$ $a = 4.22M_r$ $b = 8.45M_r$ $H = 6.32M_r$		<p>Characteristic values</p> $V_r = 4.01a^3$ $= 211M_r^3$ $M_r = 0.267a$ $a = 3.75M_r$ $b = 7.5M_r$ $H = 8.42M_r$
	<p>Characteristic values</p> $V_r = 0.533D^3$ $= 115M_r^3$ $M_r = 0.1667M_r$ $D = 6M_r$ $d = 0.61D$ $= 3.66M_r$		<p>Characteristic values</p> $V_r = 0.261D^3$ $= 196M_r^3$ $M_r = 0.11D$ $D = 9.1M_r$ $d = 0.4D$ $= 3.64M_r$
	<p>Characteristic values</p> $V_r = 1.04D^3$ $= 156M_r^3$ $M_r = 0.189$ $D = 5.3M_r$ $H = 7.94M_r$		<p>Characteristic values</p> $V_r = 1.318D^3$ $= 143M_r^3$ $M_r = 0.21D$ $D = 4.76M_r$ $H = 9.52M_r$

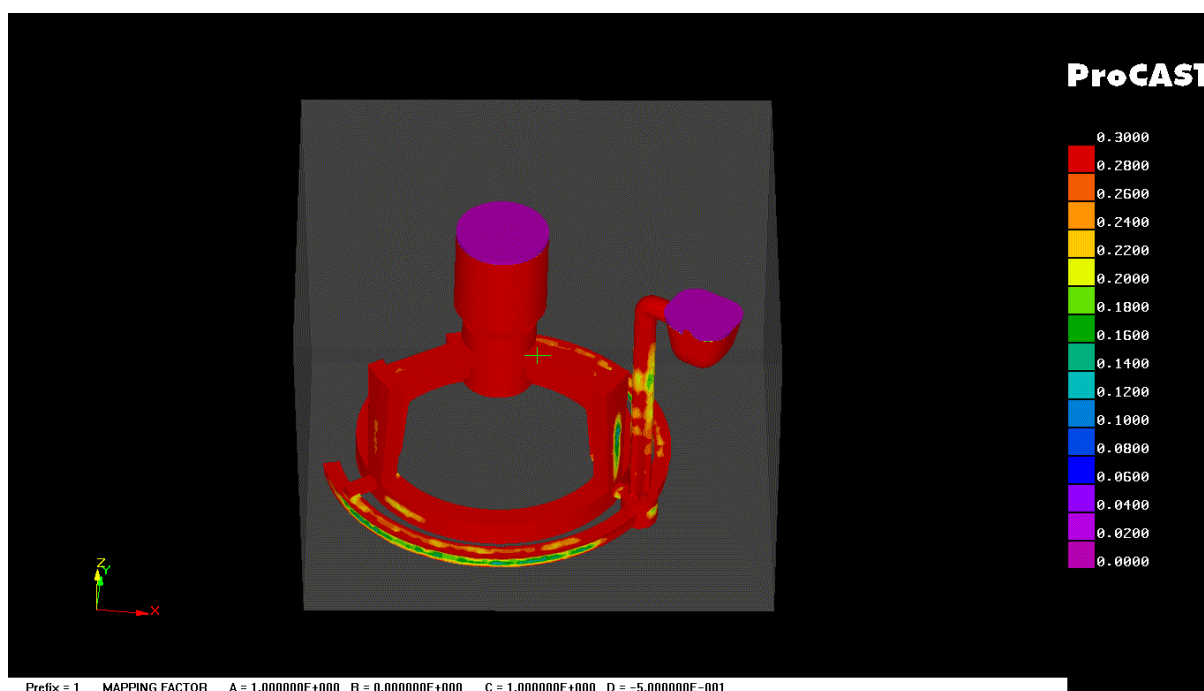
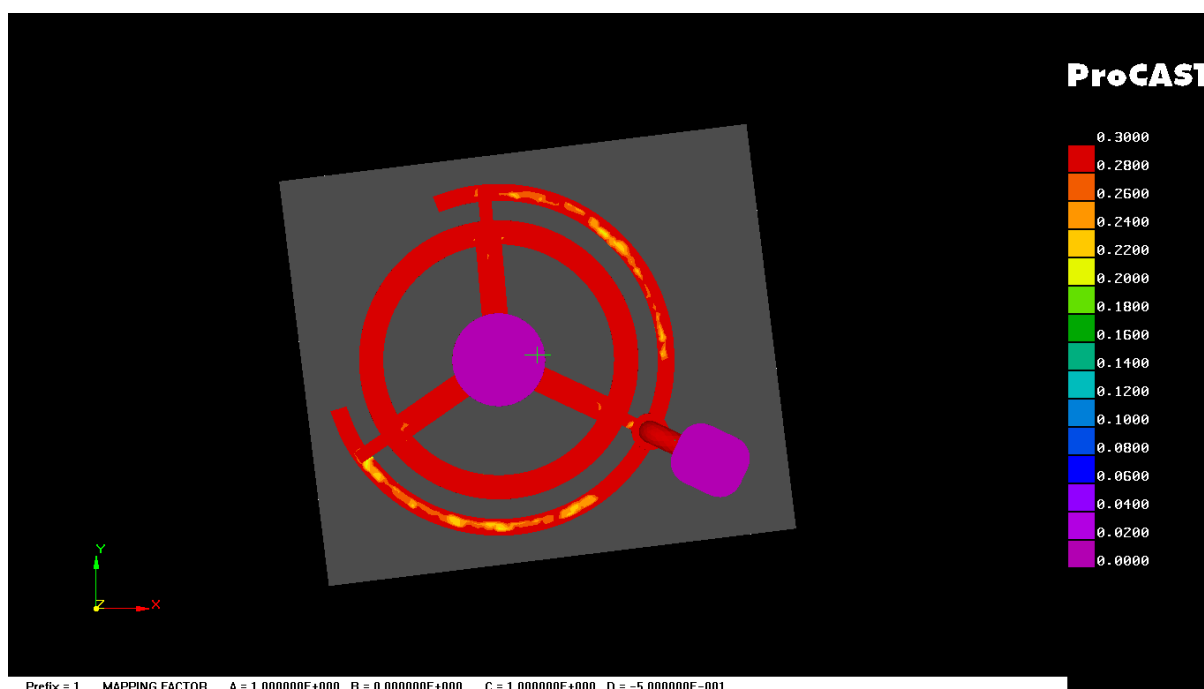
شکل (2-6): اشکال هندسی تغذیه ها و ویژگی های حجمی شان



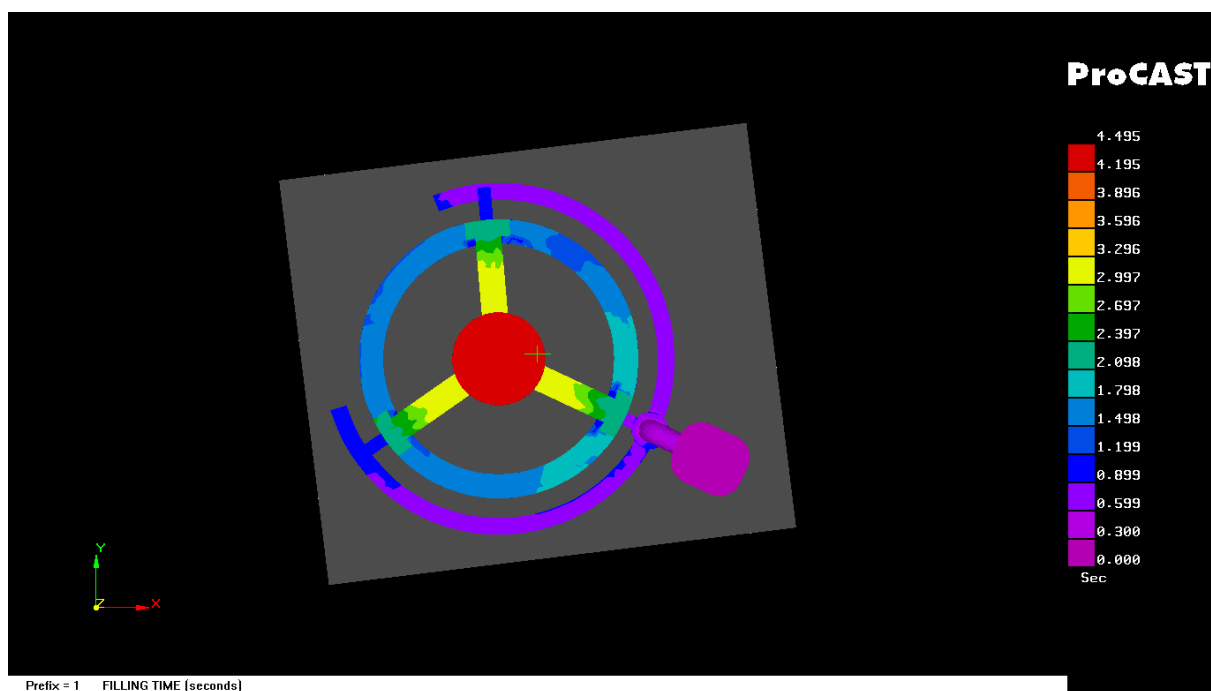
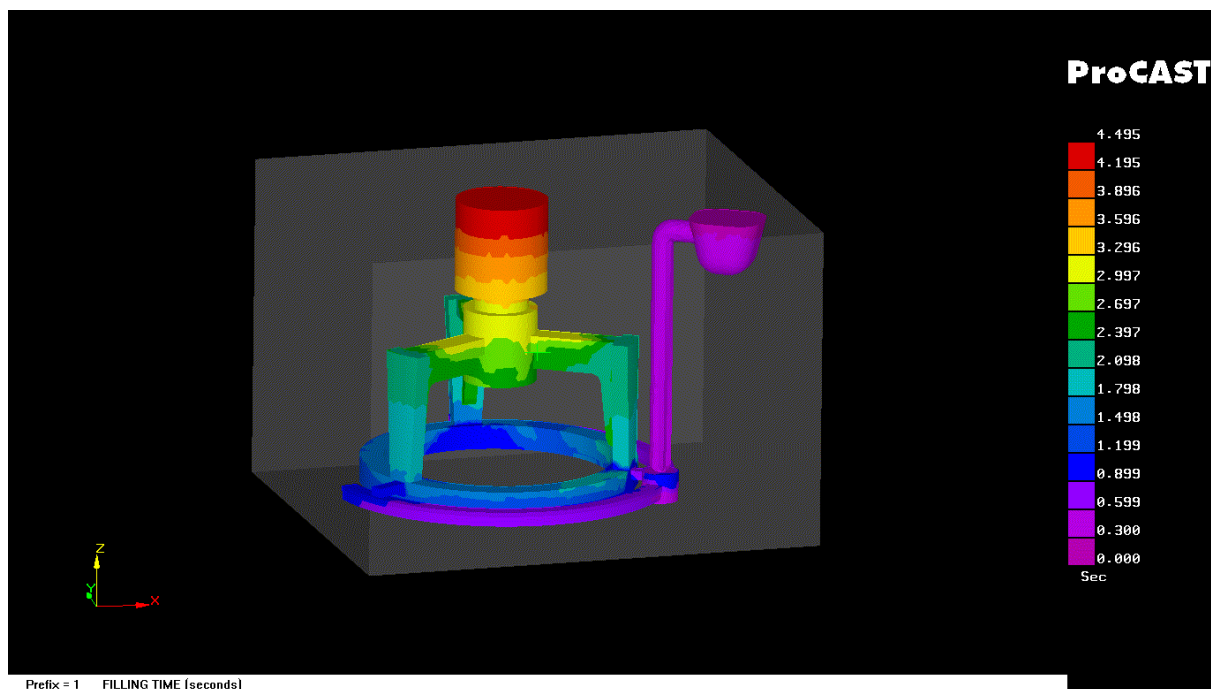
شکل 2-7: ابعاد تغذیه و گلوئی تغذیه



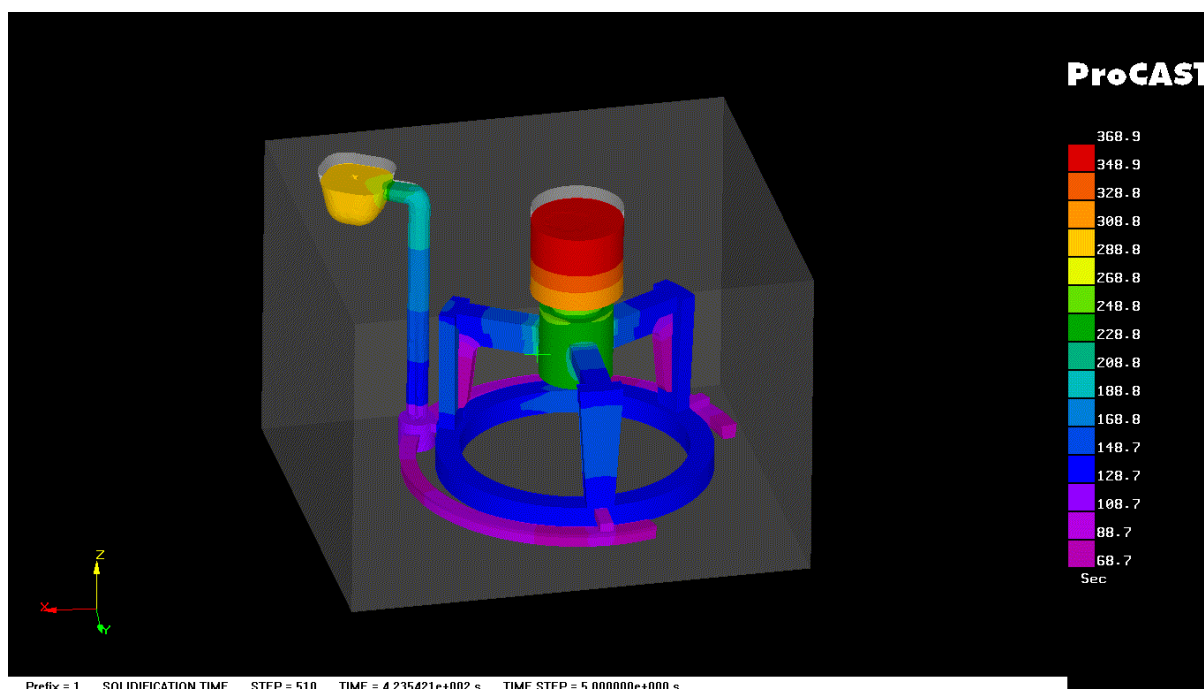
نمودار 2-8: معیار نیاما [19]



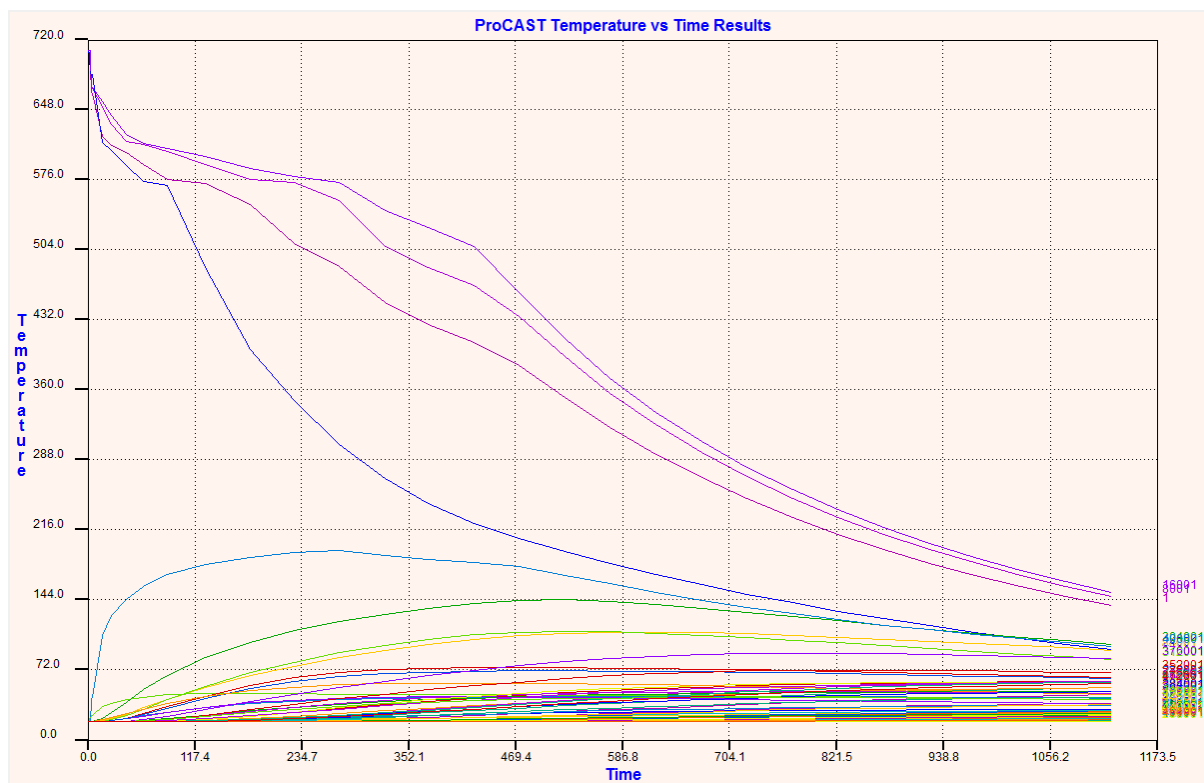
شکل 2-9: استفاده از معیار نیاما برای به دست آوردن میزان عیوب macro porosity و micro porosity توسط نرم افزار شبیه سازی



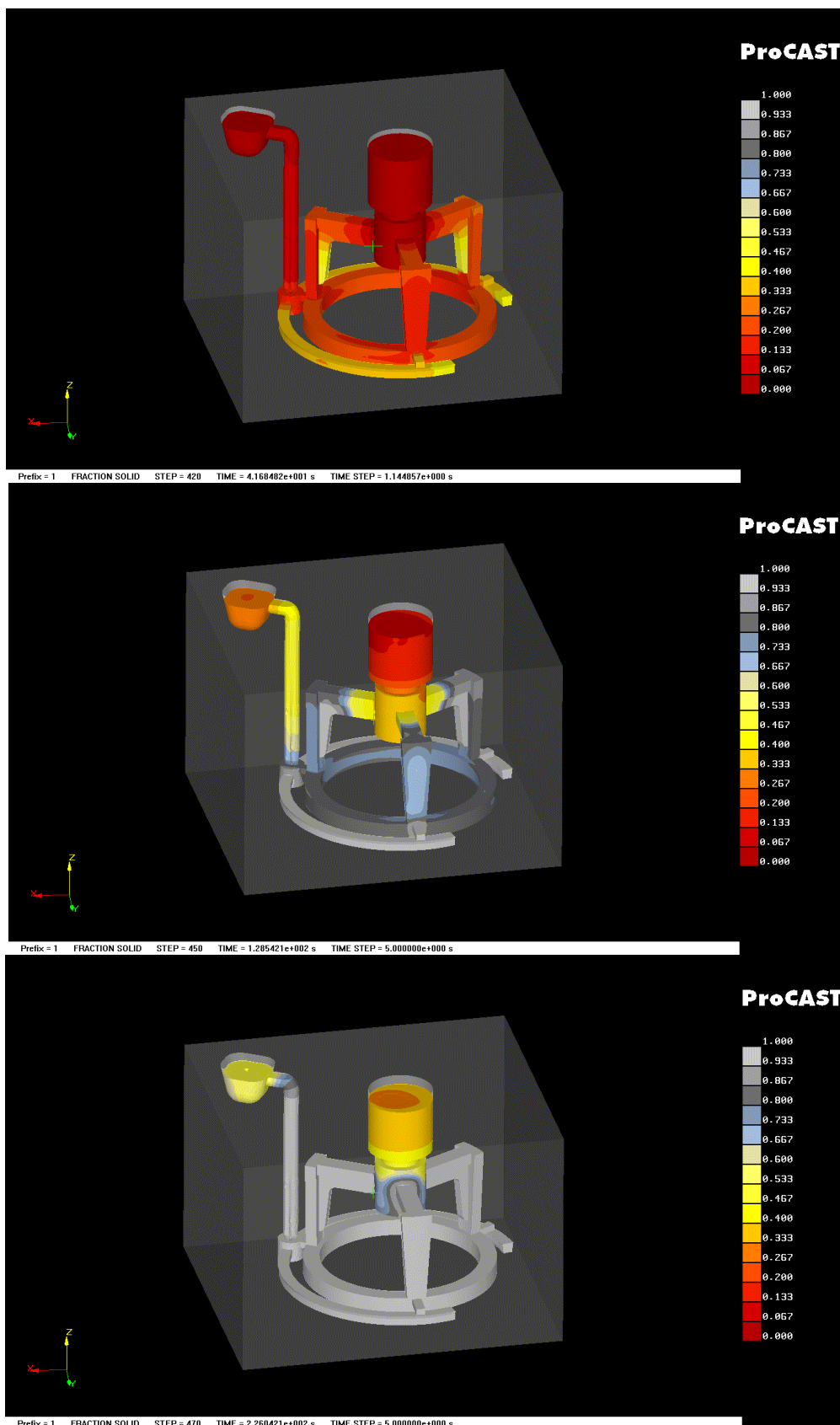
شکل 2-10: اندازه گیری زمان ذوب ریزی کامل قالب به کمک نرم افزار شبیه سازی



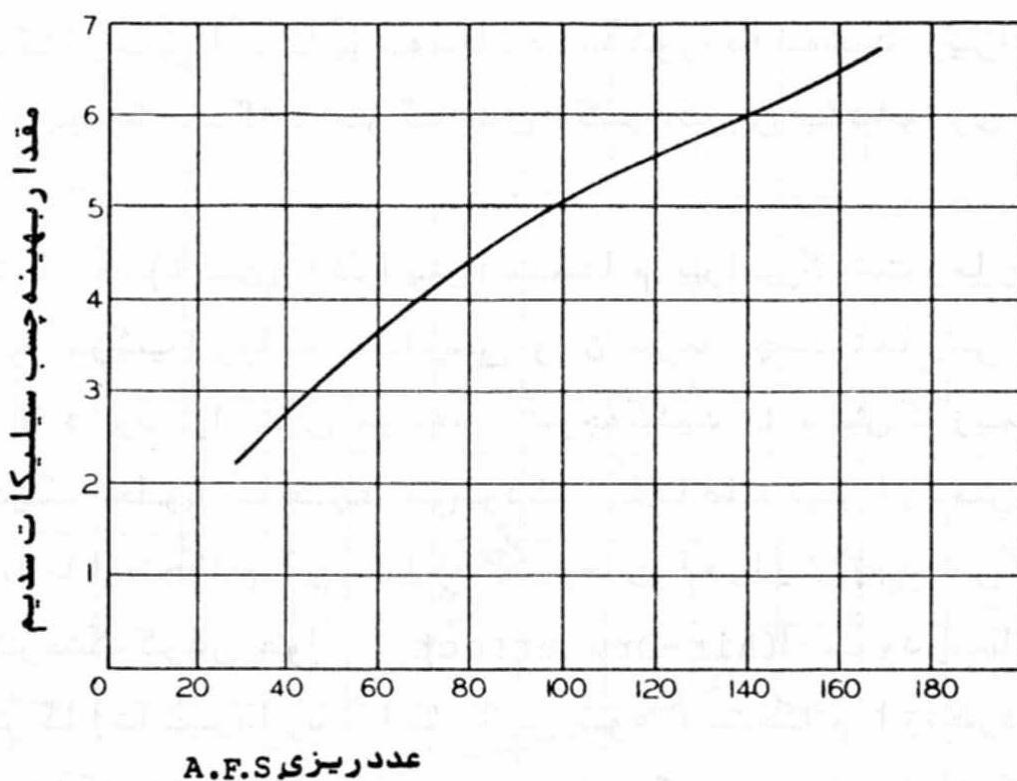
شکل 2-11: اندازه گیری زمان انجماد کامل قطعه توسط نرم افزار شبیه سازی



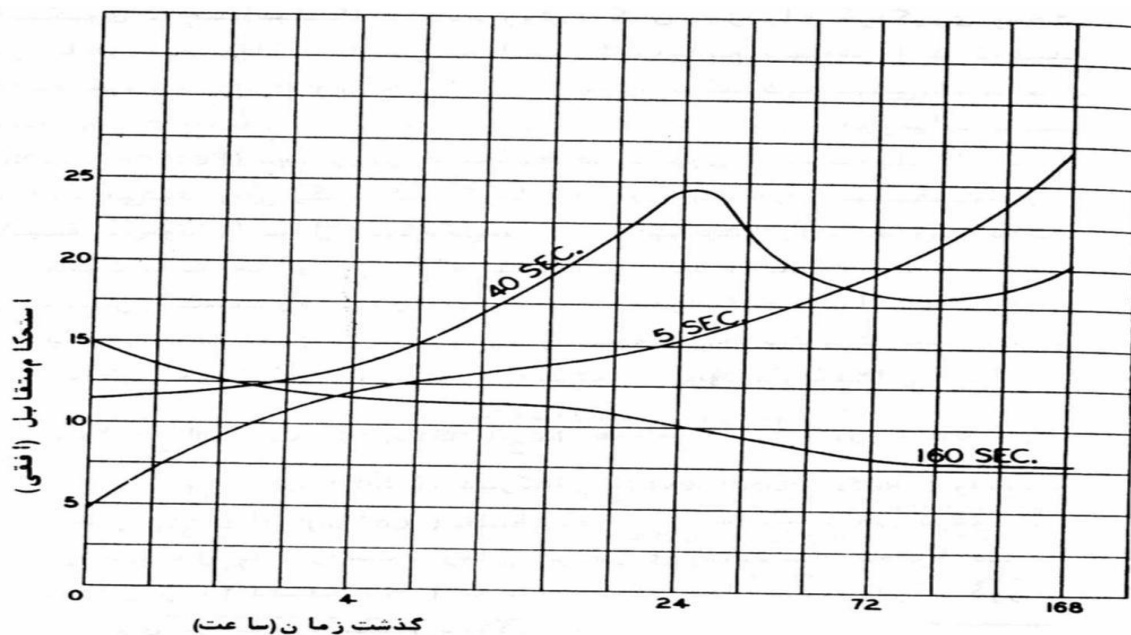
نمودار 2-11: دمای قالب و قطعه در حین سرد شدن



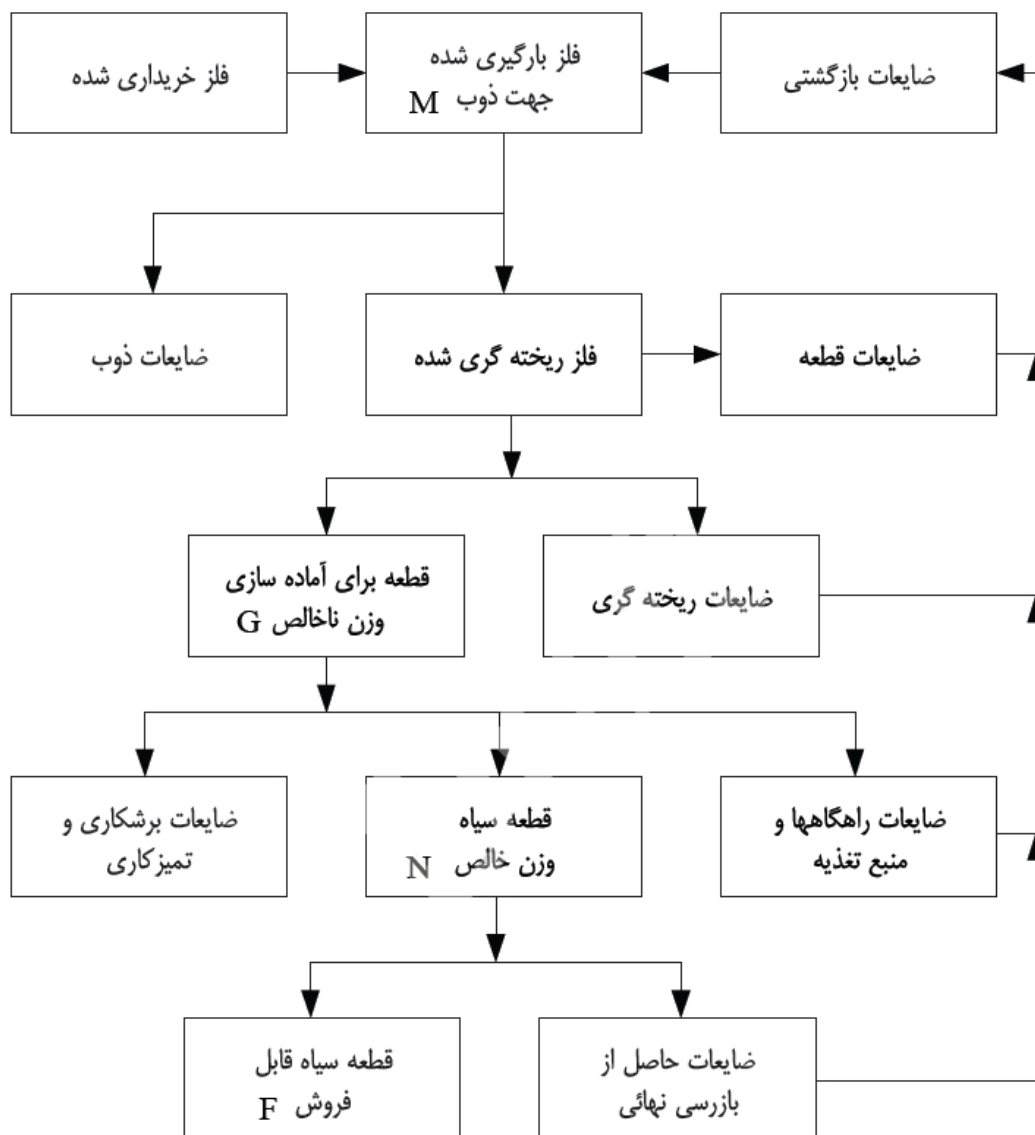
شکل 2-12: بررسی انجماد جهت دار قطعه توسط نرم افزار شبیه سازی



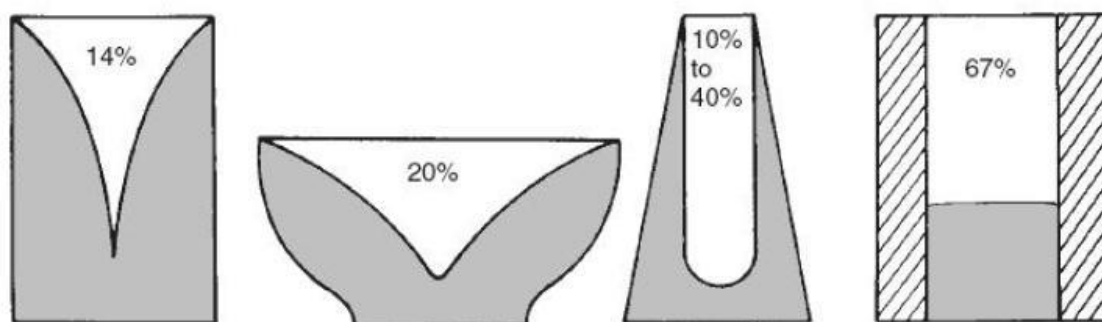
شکل 3-1: ارتباط عدد ریزی و مقدار بهینه چسب سیلیکات سدیم



شکل 3-2: اثر تلفیقی زمان دمش گاز و گذشت زمان بر استحکام یک مخلوط ماسه قالبگیری با چسب سیلیکات سدیم



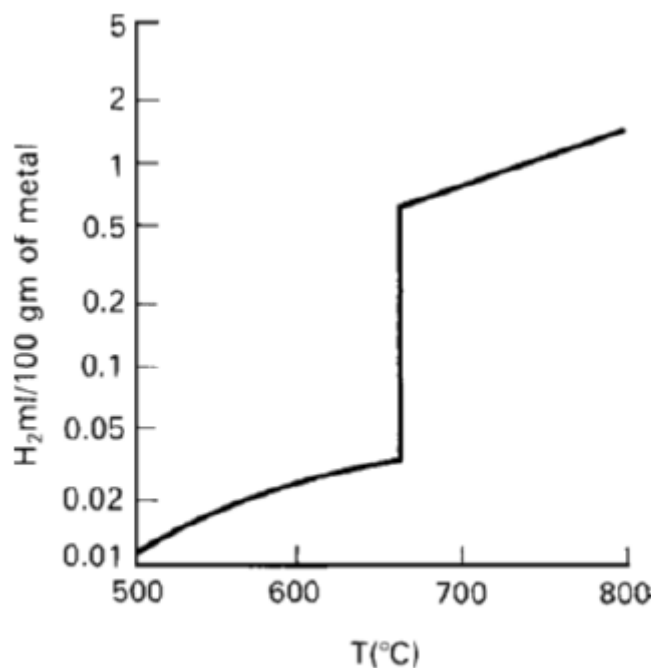
شکل (3-3): مصرف فلز در یک سیکل تولید واقعی .



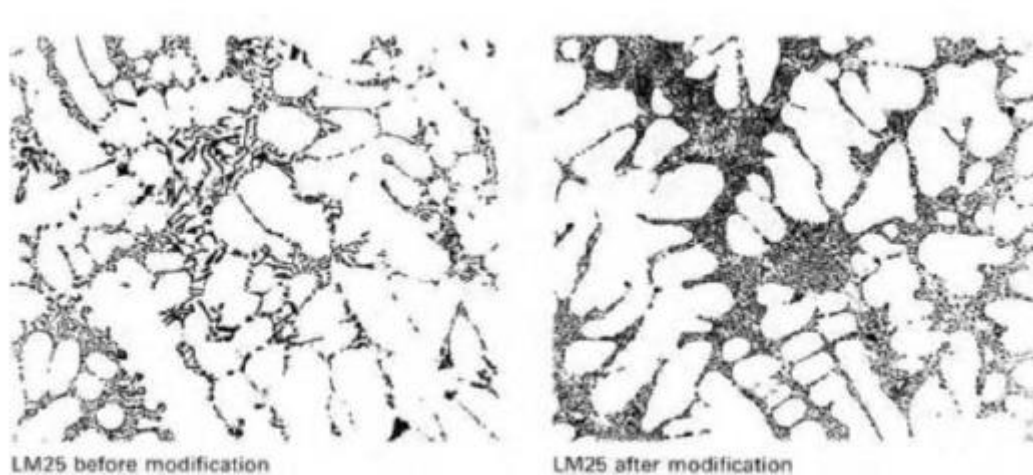
شکل (3-4): تاثیر اشکال مختلف تغذیه بر راندمان تغذیه [4]

Grade	Flux type	Melt pt °C	Dross type	Melting unit	Alloy type	Remarks	Method of application
5F	Covering Drossing	620	Dry	Large, rev., shaft rot, tilter etc.	All low Mg alloys	Also prevents furnace wall build-up, usually used in smelters	Add half early, rest at final melt-down. Form a complete cover. Use about 0.5-1% of metal weight or 1 kg/m ² of melt area
11	Covering Drossing	-	Dry	Crucible, electric	ditto	Used for ingot and clean scrap melted for sand and diecastings	Add 0.5-1% early and maintain cover. Remove after grain refining/degassing
29A	Modifying	780	Liquid	Crucible, bale-out	9-13% Si	Used at 760-800°C	Melt under COVERAL 11, heat to 800°C, grain refine/degas skim, add 1% COVERAL 29A, work in, leave 5 min., dross off with COVERAL 11
36A	Modifying	670	Liquid	Crucible, bale-out	7-13% Si	Low temp. version of 29A	Melt under COVERAL 11, degas and skim, add 2% COVERAL 36A at around 750°C and stir in, leave 5-10 min. and dross-off with COVERAL 11
48	Refining	590	Liquid	All	Low-Mg alloy scrap	Reclamation of turnings etc.	Melt heel of solid metal, add 1-5% COVERAL 48 to cover, add further flux with swarf additions
65	Covering	500	Pasty	Crucible	3-10% Mg alloys	Sodium free	Add 0.5% with the charge, add a further 2% when molten, stir in at 750°C. Dross-off after grain refinement and degassing
66	Covering	-	Dry	Crucible, bale-out	1-10% Mg alloys	Sodium free	Add about 0.5% at early stage of melting, a further 0.5% when melting is complete. Dross-off after degassing and grain-refinement
75	Covering Drossing	-	Dry	Holding	Low-Mg alloys	Wide temp. range flux for pressure diecasters	Can be used at 600-800°C, scatter 0.25-0.5% on metal surface and rabble gently until exotherm develops. Push aside remove before taking ladles
88	Furnace cleaning	-	-	Reverb., rotary, transfer ladle	-	To remove oxide build-up formed on furnace walls	Preheat empty furnace to 800-850°C, spray walls using Fosco flux gun, reheat for 15 min, then scrape clean. Use once per week
2011	Covering Drossing	-	Liquid	Crucible, electric resist. and induct.	Low-Mg	Low fume covering and drossing flux	Use 0.5-1%, form cover as early as possible and maintain intact. After grain refining and degassing, add further flux, rabble into surface until exotherm, leave 2-3 min., skim

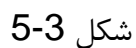
جدول (4-1): فلاکس های پوششی مورد استفاده در آلیاژ های آلومینیم [15]

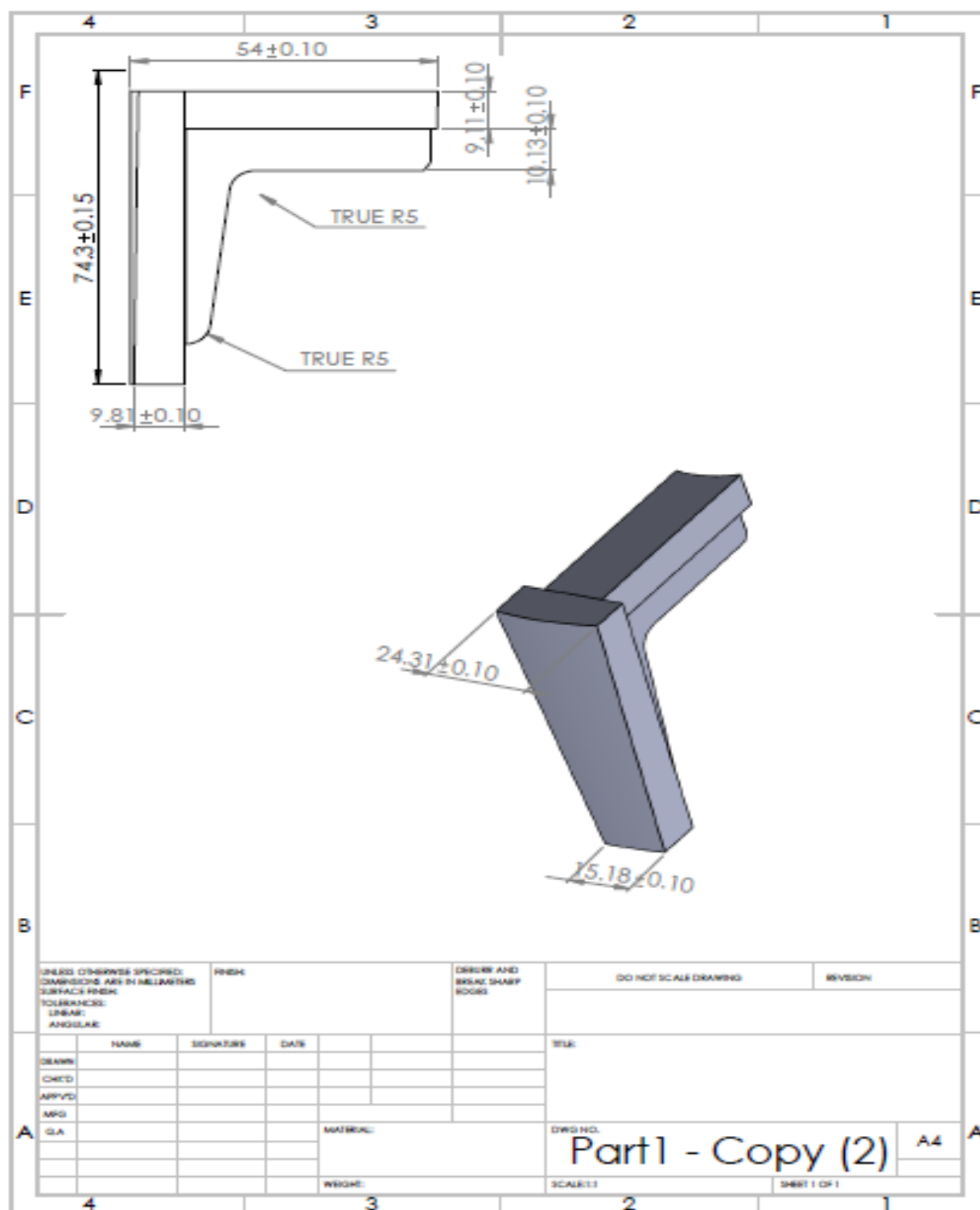


شکل 4-1 تغییرات حلالیت هیدروژن در مذاب آلومینیم بر حسب دما [16]

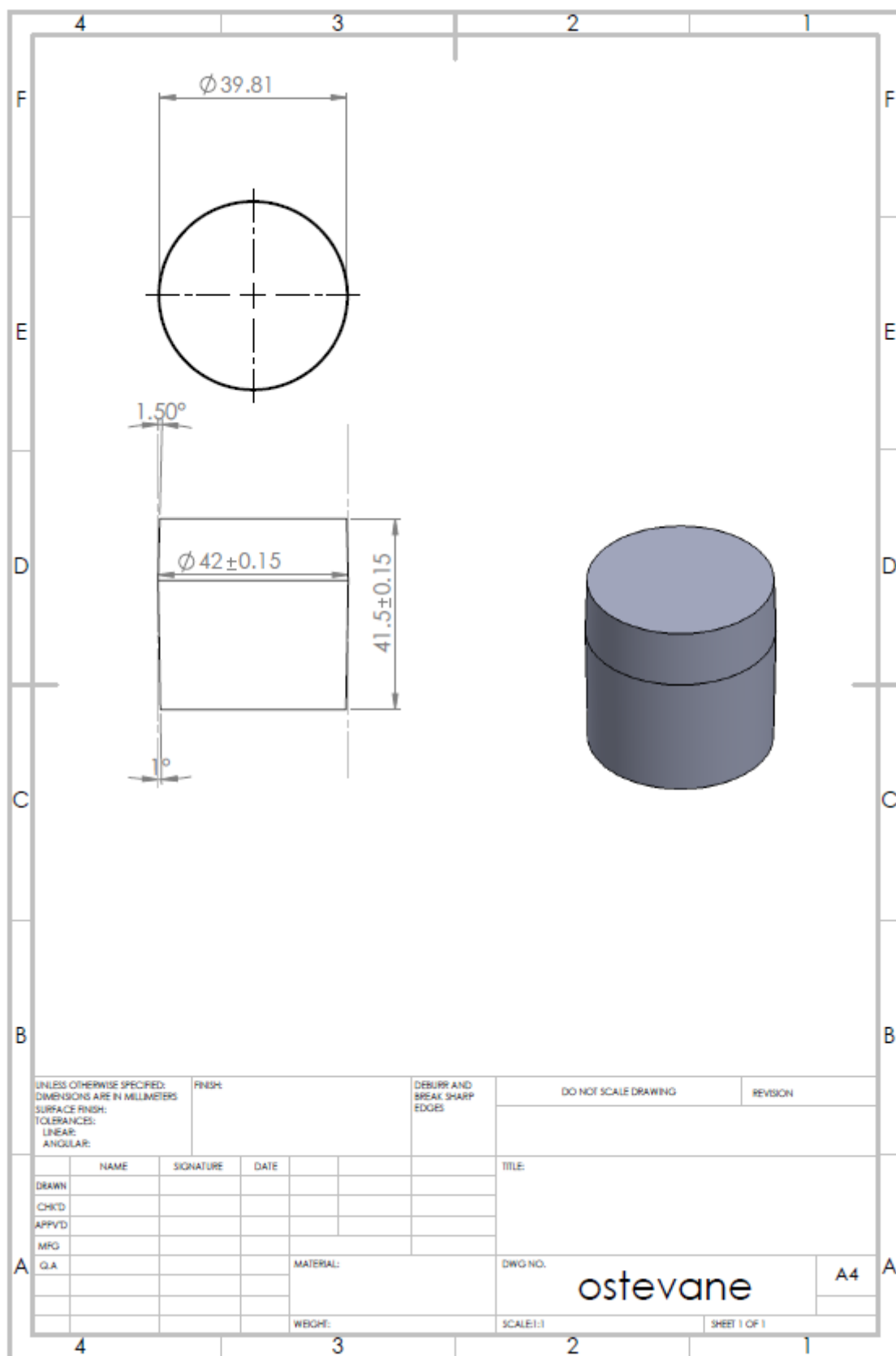


شکل 2-4 شکل تاثیر اصلاح کتدگی بر ریز ساختار آلیاژ A356 (x125)[16].

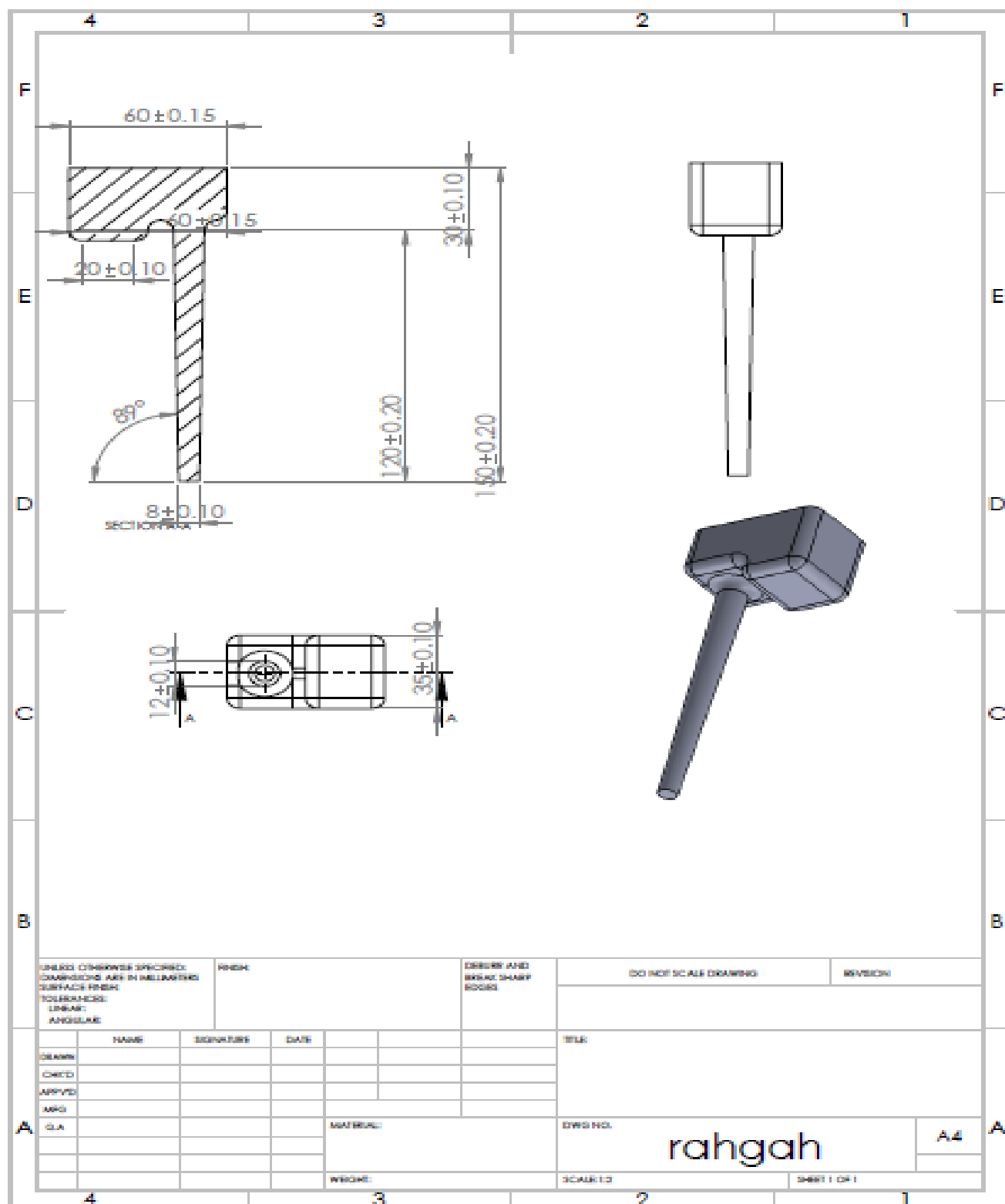




شکل 6-3



شکل 7-3



شکل 8-3

