



## اولین دوره مسابقات سراسری ریخته‌گری دانشجویان

کشور

دانشگاه صنعتی اصفهان

I

گزارش مرحله مقدماتی اولین دوره مسابقات سراسری ریخته‌گری دانشجویان کشور

شماره سوال	۱
نام تیم شرکت کننده	آریا ذوب
نام دانشگاه	مهاجر
نام سرپرست تیم	مسعود کثیری
شماره تلفن همراه	۰۹۱۳۹۰۴۰۵۱۰
پست الکترونیک	Metal_sadegh2000@yahoo.com

لطفا در این قسمت چیزی ننویسید.	
کد گروه	CODE 1039

## ۱- خلاصه طرح (یک صفحه به علاوه نقشه های مربوط

اولین طرحی که برای ریخته‌گری زنجیر در نظر گرفته شد طراحی ریخته‌گری زنجیر با استفاده از قالب ریژه بود این طراحی از ویژگی های منحصر به فردی برخوردار است. همان طور که میدانیم استحکام آلومینیم بستگی زیادی به میزان ریز دانگی آلومینیم دارد و ریز دانگی به شدت متأثر از سرعت سرد شدن می باشد. در قالب فلزی (ریژه) چون سرعت سرد شدن زیاد بوده موجب ریز دانگی شده و استحکام زیاد و خواص مکانیکی که در طراحی از ما خواسته شده فراهم می شود. همچنین از صافی سطح و دقت ابعادی بیشتری نسبت به قالب ماسه ای برخوردار است. اما این طراحی به دلیل اینکه ماسه ای بودن قالب الزامی بود پذیرفته نشد برای بررسی بهتر به پوشه ی قالب ریژه مراجعه شود. این قالب از چهار قسمت یا چهار لنگه تشکیل شده که برای سهولت مونتاژ دو لنگه ی قالب بزرگتر در نظر گرفته میشود تا بستر قرار گرفتن دو لنگه ی دیگر شود

روش دیگر طراحی که انجام پذیرفت این بود که بر روی یک مدل صفحه ای دو حلقه زنجیر ریخته شود و سپس این دو حلقه توسط یک مدل یونولیتی به یک دیگر متصل شوند. البته این روش به تعداد زیادی مدل نیاز دارد و چون مدل از بین رونده میباشد و برای این کار نیاز به قالبی برای ساختن مدل میباشد که دانه های یونولیت توسط بخار آب فشرده شده تا مدل به وجود آید که این روش به دلایل زیر انجام نشد:

۱. هزینه زیاد قالب برای تولید مدل یونولیتی

۲. این روش کیفیت سطحی عالی ندارد

۳. همچنین در این روش به دلیل سوختن یونولیت حال چه در حین ذوب ریزی و چه قبل از ذوب ریزی آلودگی و بوی بدی ایجاد میکند که کار کردن برای کارگران کارگاه تولیدی را مشکل کرده و گازهای زیان آوری تولید نموده و علاوه بر آن آلودگی های زیست محیطی به وجود می آورد

۴. مهمتر از همه اینکه آلومینیم فلزی فعال است و سریعاً با اکثر گاز ها واکنش نشان میدهد و موجب معیوب شدن قطعه و..... می شود

با توجه به مواردی که در بالا به آن اشاره شد، تصمیم به طراحی روشی برای تولید زنجیر شد که از مدل و جعبه ماهیچه استفاده شود. «به پوشه ی مدل مراجعه شود». همان طور که در تصاویر دیده میشود در این روش سه حلقه ی زنجیر بر روی یک مدل صفحه ای قرار گرفته اند. این طراحی موجب میشود که بتوان تعداد زیادی زنجیر را با دقت ابعادی یکنواختی در تولید و با سرعت زیاد انجام پذیرد. نکته ای که در طراحی ماهیچه وجود دارد این است که ریشه ی ماهیچه ها از لبه ی زنجیر شروع می شود تا در حین مونتاژ از شکستن لبه های ماهیچه جلوگیری شود تا ایجاد پلیسه نکند.

«به پوشه ی ماهیچه مراجعه شود» خلاقیتی که در طراحی این ماهیچه به کار رفته این است که با این جعبه ماهیچه میتوان هم برای تولید سه حلقه ی زنجیر برای یک بار ریخته‌گری استفاده شود و هم میتوان ماهیچه را از وسط به صورت دو تکه جدا ساخته تا

بتوان حلقه های زنجیرآماده شده را در آن تعبیه کرده و با ذوب ریزی یک حلقه آنها را به یکدیگر متصل کرد و برای تولید انبوه حلقه – های زنجیر متصل به هم استفاده کرد

ابتکار عمل دیگر این است که قسمت های صاف زنجیر (مدال ۵۲) که صاف است و انحنا ندارد در داخل جعبه ی ماهیچه قرار می – گیرد تا بتوان به سهولت از جعبه خارج شود «به پوشه ی جعبه ماهیچه مراجعه شود»  
طراحی سیستم راهگاهی :

در طراحی سیستم راهگاهی این قطعه نکات جالبی وجود دارد .

۱. اولین نکته این است که هر سه حلقه توسط لوله راهگاه ریخته گری می شود که باعث سرعت زیاد تولید و راندمان ریخته گری بالا میشود در صورتی که می خواستیم از دو سیستم راهگاهی مجزا استفاده کنیم

۲. دومین نکته این است که کانال های فرعی که به قطعه متصل می شود هیچ یک در قسمت های قوس زنجیر، متصل نشده ، اگر چنانچه در قسمت های انحنا دار متصل شود کار برش کاری و سنگ زنی به شدت مشکل میشد .

۳. نکته ی جالب و قابل توجه دیگر این است که همانطور که در فایل مدل ویا در قالب می بینیم لوله ی راهگاه عمود بر سطح نیست و به صورت شیب دار قرار گرفته این ابتکار عمل مزایای زیر را در بر دارد

الف) کانال های فرعی به قسمت های قوس دار زنجیر برخورد نکند.

ب) در صورتی که لوله ی راهگاه عمود بر سطح جدایش در نظر گرفته می شد باعث می شد که ما به جای یک سطح جدایش دو سطح جدایش داشته باشیم که موجب کاهش سرعت تولید به دلیل مشکل فرم گیری میشود .

۴. نکته ی دیگر این است که این سیستم راهگاهی دارای یک کانال ممتد میباشد که در دل ماهیچه تعبیه که طبق قانون نیوتن «که بر اساس تمایل به حرکت مسقیم الخط ؟ در مذاب ابتدا به سمت کانال ممتد رفته و اگر آخال یا ماسه ای در سیستم راهگاهی باشد به این قسمت منتقل شدو گیر می افتد ودر نتیجه ذوب تمیز وارد قالب می شود .

به دلایل زیر در سیستم راهگاهی از فیلتر استفاده نشد :

۱. از فیلتر برای قطعات با حساسیت بسیار بالا مثل قطعات هواپیمایی استفاده میشود اما در سوالات ارائه شده به حساسیت قطعه اشاره نشده بود بلکه به صافی سطح و استحکام اشاره شده بود که این کار میتوان با عملیات کیفی مناسب و کانال ممتد حاصل شود واین قطعه نیاز به فیلتر ندارد.

۲. افزایش قیمت هزینه ها

۳. یک مرحله به قالب گیری اضافه شده و سرعت تولید کاهش می یابد

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

\* نوع و مشخصات عملیات کیفی انجام گرفته بر روی مذاب نظیر جوانه‌زایی، گاززدایی و ...

با توجه به کتاب کلید آلومینیم ترکیب شیمیایی آلیاژ A356 به صورت زیر می‌باشد.

Cu	Mg	Mn	Si	Fe	Zn	Ti	Al
۲/۰	۳/۰	۱/۰ ۵/۷-۵/۶	۲/۰	۱/۰	۲/۰	Rem (باقی مانده)	

دمای سالدوس دمای لیکیدوس اضافه انقباض مجاز مدلسازی نوع آلیاژ

A356 ۶/۱ C ۵55 ۶۱۵ C

در ابتدا ذکر این نکته خالی از لطف نیست که این آلیاژ جزء گروه‌های آلیاژ Al - Si هیپوئوتکتیک می‌باشد زیرا  $\text{Si} \%$  آن کمتر از نقطه یوتکتیک می‌باشد، با توجه به اینکه فاصله‌ی نقطه‌ی ذوب و انجماد تقریباً  $60^\circ\text{C}$  است برای همین نوع انجماد تقریباً ما بین انجماد پوسته‌ای و میانی می‌باشد که اگر دقت کافی و لازم در حین تهیه‌ی مذاب (منظور میزان فوق ذوب، زمان نگهداری ذوب، گاز زدایی و ...) رعایت نشود نوع انجماد به سمت خمیری کشیده می‌شود که اگر این گونه شود، سیالیت کاهش یافته، انجماد که به سمت خمیری رفته میزان انقباض پراکنده افزایش یافته، میزان جذب گاز و در نتیجه حفرات ریز و پراکنده در مذاب بالا رفته و به طور کلی برای این نوع آلیاژ تهیه گردیده باید دقت کافی مد نظر قرار گیرد تا از عیوب گفته شده و مشکلات دیگر به طور کامل جلوگیری شود و مذاب تهیه شده باید دارای کمترین میزان جذب گاز و عیوب باشد.

\*انواع عملیات کیفی بر روی آلیاژهای Al

۱. گاززدایی (آخال زدایی)، ۲. اکسید زدایی ۳. هیدروژن زدایی ۴. جوانه‌زایی ۵. فیلتر کردن

۱. عملیات گاززدایی: برای انجام عملیات گاززدایی چند روش کلی است که عبارتند از:

(۱) استفاده از گازهای بی اثر (۲) ذوب در خلاء (۳) استفاده از ترکیباتی در داخل مذاب که تولید گاز خنثی می‌کند.

به نظر گروه ما و با توجه به کتاب ریخته‌گری غیر آهنی دکتر حجازی بهترین و مناسبترین و مفیدترین روش گاززدایی که از نظر هزینه هم به طور تقریبی مقرون به صرفه است روش استفاده از گاز بی اثر است که در این جا با توجه به امکانات و مواد اولیه موجود در مرحله‌ی دوم در کارگاه دانشگاه صنعتی اصفهان، ما از گاز آرگون استفاده کرده که هم در گازهای بی اثر بهترین راندمان را از نظر بی اثر بودن به آلیاژها داراست و هم مکانیزم گاززدایی آن از تمام روشها بهتر است و آن هم کاهش فشار خارجی و در نتیجه افزایش فشار داخلی که باعث خروج گاز و آخال از مذاب می‌گردد.

نکته یقابل ذکر اینکه در مواد و امکانات موجود در مرحله‌ی دوم، قرص گاز زدا ۲۰۰ نیز موجود است ولی قرص گاز زدا چون ترکیبات کلر می‌باشد، اولاً باید برای هر ۱۰۰ کیلوگرم مذاب Al یک قرص ۲۵۰ گرمی به کار گرفته شود، ثانیاً هنگام قرار دادن قرص گاز زدا در مذاب برای انجام عملیات گاز زدایی، مشکلی که موجود است، بهم زدن کامل و یکسان مذاب است که بتواند به طور کامل گاززدایی کند و همچنین این ترکیبات نسبت به جذب رطوبت حساس است، و اگر دقت کافی لحاظ نگردد احتمال دارد قرص گاززدا فاسد شده باشد و مذاب را دچار مشکلات و عیوبی کند، برای همین بهترین و مفیدترین روش گاززدایی (آخال زدایی) استفاده از گازهای بی اثر و آن هم گاز آرگون است.

۲. عملیات اکسیدزدایی: به طور کلی مکانیزم‌های گاززدایی به صورت مکانیکی و شیمیایی می‌باشد، که روش شیمیایی برای آلیاژهای حساس و این گونه است که با اضافه کردن عنصری احیا صورت می‌گیرد و با توجه به امکانات و مواد این روش منتفی است و زیاد هم برای این نوع آلیاژ مقرون به صرفه و کاربردی نیست ولی روش مکانیکی به دو صورت که یکی استفاده از فلاکس‌های پوششی و دیگری استفاده از فلاکس‌های تمیز کننده است، که در این مرحله (اکسید زدایی) ما از فلاکس پوششی کاورال ۱۱ موجود در مواد و امکانات مرحله‌ی دوم استفاده کرده که فلاکس قبل از ذوب شدن اضافه می‌گردد و پس از ذوب شدن اضافه می‌گردد بر روی مذاب.

۳. عملیات هیدروژن زدایی: این عملیات بیشتر بر روی آلیاژهایی انجام می‌گیرد که نسبت به تلاطم و تغییر فشار حساسیت داشته باشند و در این گونه، آلیاژها انجام نمی‌گیرد.

۴. عملیات جوانه‌زایی: در آلیاژهای AL - Si علاوه بر عملیات جوانه‌زایی که باید با استفاده از ترکیبات تیتانیم و بر صورت گیرد که میزان افزودن این مواد ۰/۰۱ الی ۳ تا ۴ درصد وزنی می‌باشد، باید عملیات اصلاح سازی یا همان بهسازی صورت گیرد که با توجه به مواد و امکانات بهتر است در این مرحله از مواد جوانه‌زا و بهساز Nueleant 11M به میزان ... در مذاب استفاده گردد تا علاوه بر جوانه‌زایی، اصلاح هم صورت گیرد. لازم به ذکر است که بهسازی آلیاژهای Al با استفاده از ترکیبات دارای سرب یا سدیم صورت می‌گیرد و میزان افزودن این ترکیبات بین ۰۳/۰ - ۰۱۵/۰ است.

۵. فیلتر کردن: به طور کلی فیلترهای موجود در صنعت شامل فیلترهای سرامیکی (برای آلیاژهایی با نقطه ذوب بالا) و فیلترهای البافی (برای آلیاژهایی با نقطه ذوب پایین)، که برای آلیاژهای Al باید از فیلترهای البافی استفاده کرده تا با جلوگیری از حضور آخال‌ها و ناخالصی‌ها و اکسیدها و ... در داخل قطعه باعث می‌شود که خواص و کیفیت ذوب وارد شده به درون قالب بالاتر رفته.

نکته: نوع کوره مورد استفاده برای ذوب آلیاژهای مختلف می‌تواند الکتریکی، گازی و گازوئیلی باشد ولی باید دقت شود که هر چه قدر محصولات احتراق و گازهای تولید شده از احتراق در تماس با ذوب باشند میزان جذب گاز بالا رفته و به طور کلی عیوب نیز خیلی افزایش یافته و هزینه‌های صرف شده برای انجام عملیات کیفی نیز به این طریق بالا می‌رود ولی اگر کوره مورد استفاده الکتریکی باشد، با توجه به اینکه محصولات احتراقی نداشته، در نتیجه ذوب تهیه گردیده، دارای کمترین جذب گاز و در کل کوره‌های الکتریکی می‌تواند مذاب تهیه گردیده با استفاده از آن با بهترین کیفیت و سرعت تولید بالا می‌باشد و علاوه بر این‌ها برای تولید و ذوب آلومینیم در مقادیر زیاد و برای اجتناب از اکسیداسیون یا واکنش‌های زیر محصولات با سوخت یا از کوره‌های الکتریکی استفاده می‌شود.

مراحل انجام عملیات کیفی

۱. تهیه مذاب آلیاژ A356: با استفاده از شارژ کردن کوره الکتریکی ( \* \* )، لازم به ذکر است در هنگام شارژ فلاکس پوششی Coveral 11 اضافه گردید و دیگر هنگام ذوب شدن آلیاژ اضافه می‌گردد.

۲. گاززدایی (آخال زدایی): با استفاده از گاز بی اثر آرگون خشک به نسبت گاززدایی می‌شود.

۳. سرباره‌گیری: کلاً سرباره‌ها به دو نوع خمیری و پودری تبدیل می‌شود، سرباره آلیاژهای Al پودری به صورت خاکستر بوده که باید حتماً قبل از ذوب ریزی خارج گردد و گر نه به همراه مذاب وارد محفظه قالب گردیده و باعث به وجود آمدن عیوبی می‌گردد که باید سرباره‌گیری به طور کامل انجام پذیرد.

۴. عملیات جوانه‌زایی و بهسازی: با استفاده از Nucleant 11M که این عملیات قبل از ذوب‌ریزی و در آخرین مرحله عملیات کیفی قبل از ذوب‌ریزی انجام می‌پذیرد.

۵. مذاب‌ریزی: (البته استفاده از فیلترهای الیافی برای افزایش خواص و کیفیت خیلی مؤثر و مفید است).

نکته: دمای بار ریزی برای قطعات نازک  $680^{\circ}\text{C} - 700^{\circ}\text{C}$

برای قطعات ضخیم  $650^{\circ}\text{C} - 680^{\circ}\text{C}$

در ضمن میزان دمای فوق ذوب

محاسبات سیستم راهگاهی برای ۳ حلقه زنجیر:

$$V = \frac{D^2 \pi}{4} h = \frac{(1/6)^2 \times 3/14}{4} \times 30/5$$

حجم یک حلقه

$$V = 61/29$$

$$h = 52 \times 56 \times 2(64 \times 3/4) = 30/5 \text{ cm}$$

$$5/2 + 5/2 \times 20/1$$

$$V = 61/29 \text{ حجم یک حلقه}$$

$$V = 122/58 \text{ حجم دو حلقه}$$

$$Ac = \frac{\rho v}{\mu t \sqrt{2ghe}}, Ac = \frac{2/7 \times 122/58}{0/6 \times 2/5 \times \sqrt{2 \times 981 \times 12}} = \frac{300}{231} = 1/2$$

$$\mu = 0.6$$

$$t = 1.2 \sqrt[3]{\delta w}, t = 1/2 \sqrt[3]{16 \times 0/33} = 2/5 \text{ S}$$

$$\sqrt{2 \times 980 \times 10}$$

$$\begin{array}{ccc} 1: & 2: & 2 \\ = 1/2 & 2/4 & 2/4 \\ & \downarrow & \\ & 1/2 & \end{array}$$

نسبت سیستم راهگاهی

چون دو کانال فرعی داریم

$$61/29 \Rightarrow \text{یک حلقه زنجیر}$$

$$Ac = \frac{61/29 \times 2/7}{0/6 \times 1/6 \times \sqrt{2 \times 981 \times 6}} = \frac{122/58}{0/6 \times 1.6 \times 108} = 1/17$$

$$t = 1.2 \sqrt[3]{1/2 \times 0/153}, t = 1.5$$

دلیل نزدیک بودن  $Ac$  به حد بالا چون در اینجا حجم نصف شده و هم ارتفاع مؤثر با یک نسبت به صورت و مخرج نصف شده.

$$Q/P \times 100 = \text{راندمان ریختگی:}$$



↔ ۱۰۰× وزن قطعه ی ریخته گری همراه با راهگاه ÷ وزن قطعه ی ریخته گری

$$۱۸۳.۹ \div (۱۸۳.۹) + ۸۷ = ۶۸\%$$

منابع:

۱. ریخته گری پیشرفته، بوتراپی (علم و صنعت)

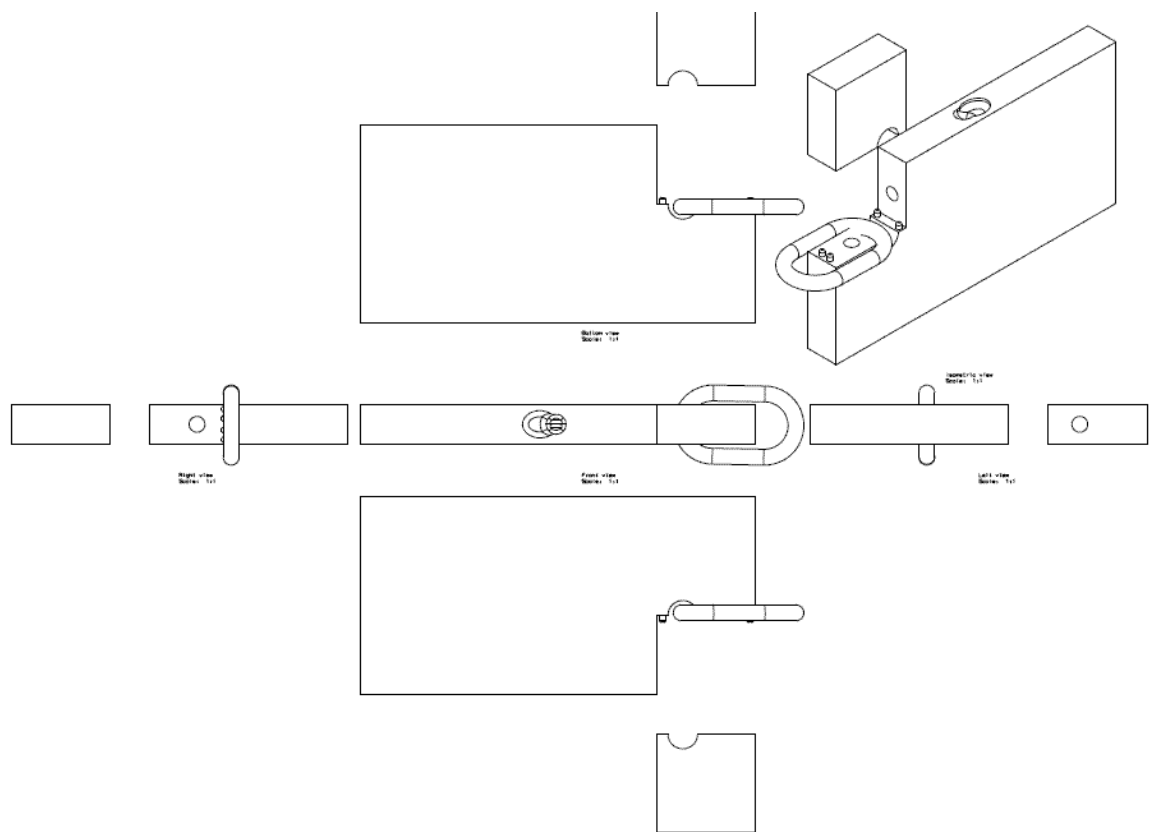
۲. اصول ریخته گری، حجازی

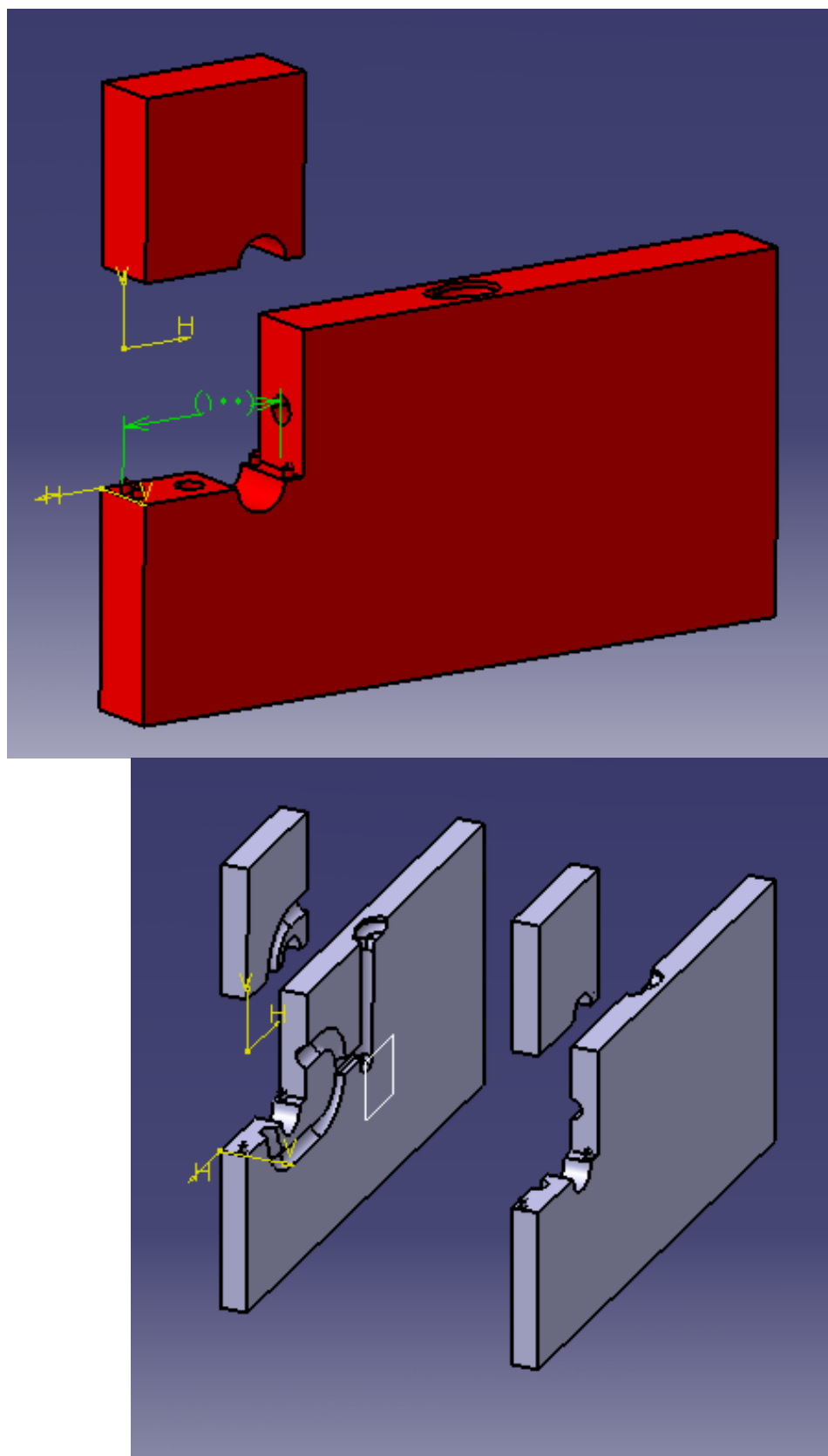
۳. اصول ریخته گری، امیر عابدی - پیروز مرعشی (شهید رجائی)

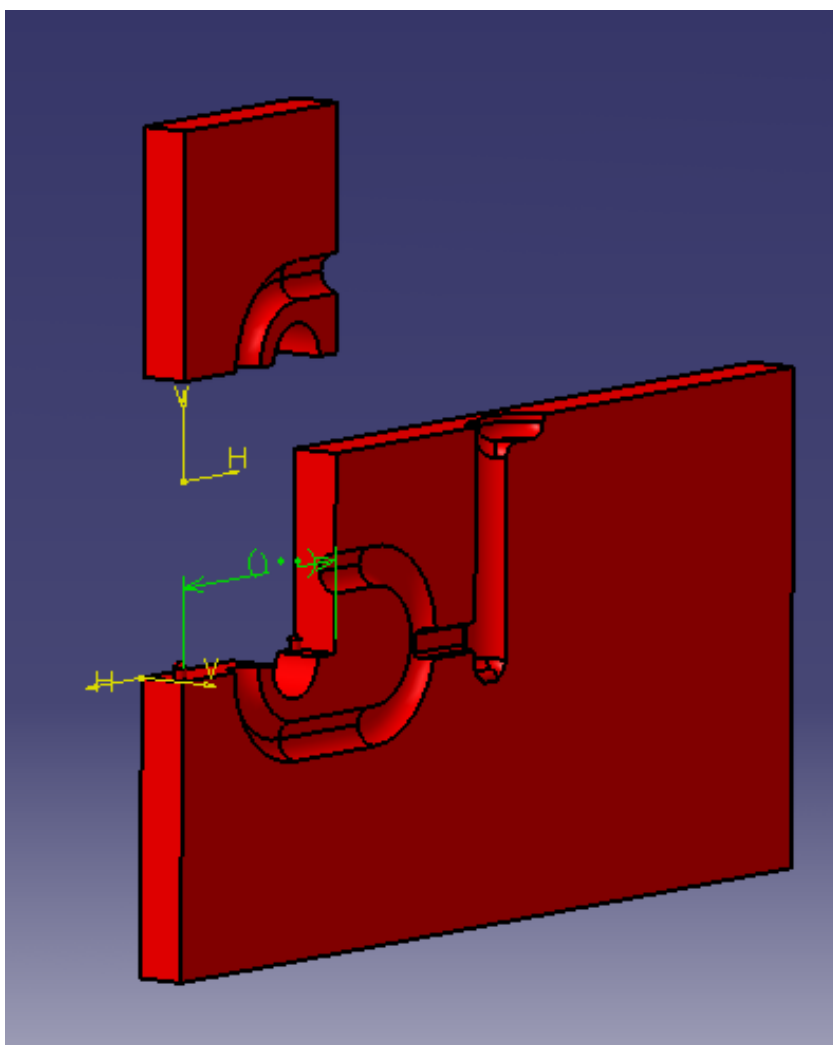
۴. (ASM Handbook\_Volume 15(Casting)

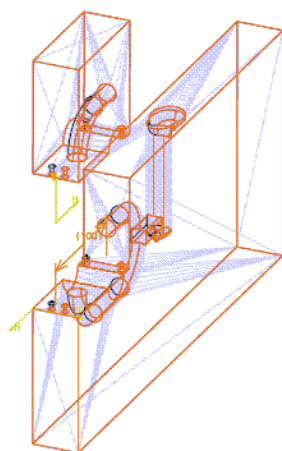
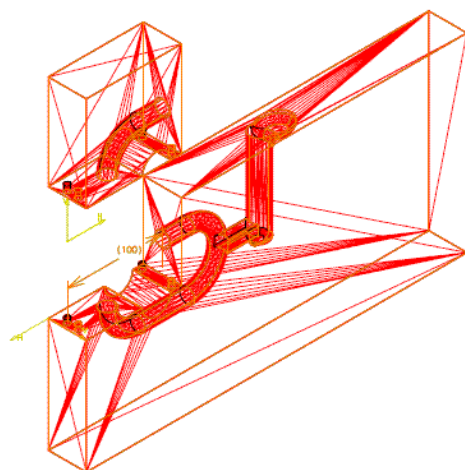
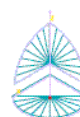


قالب ریژه ی فلزی (این طرح‌ریزی به دلیل اینکه ماسه ای نبود و ماسه ای بودن جزو شرایط مسابقات بود پذیرفته نشد  
طراحی اصلی را در تصاویر بعدی می بینیم).



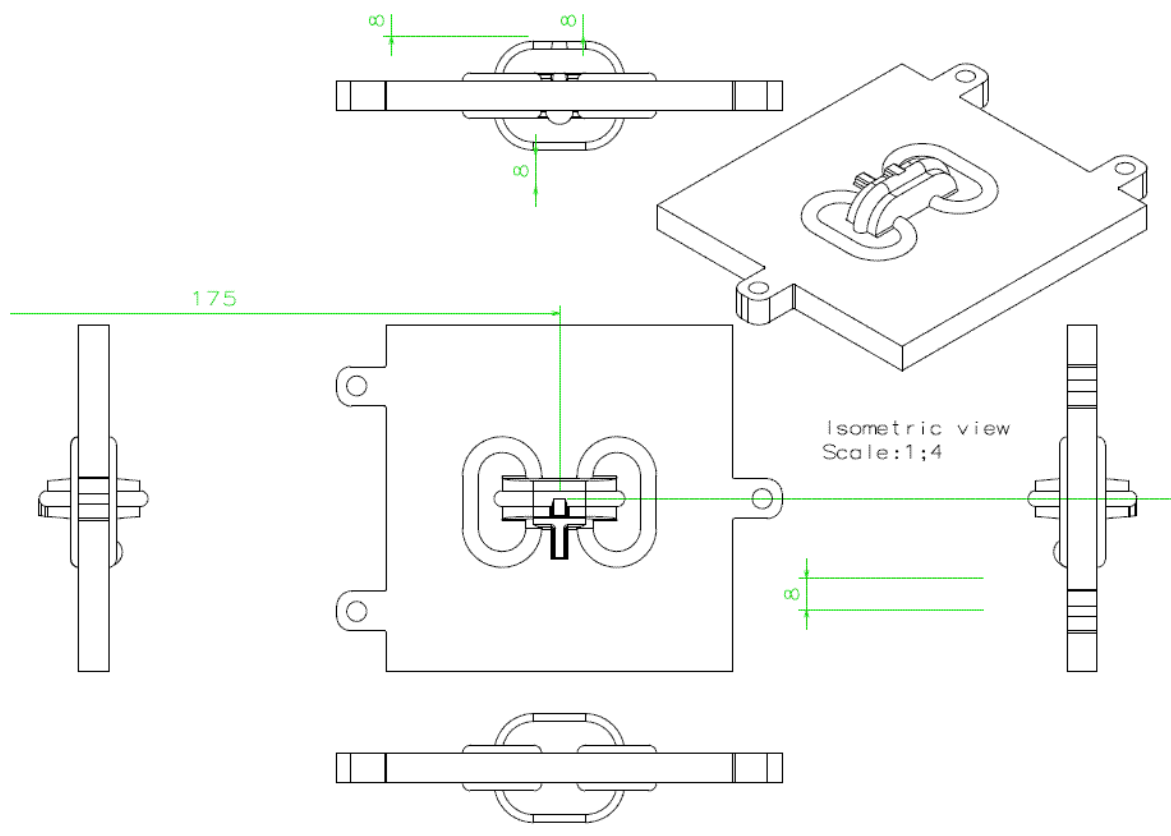


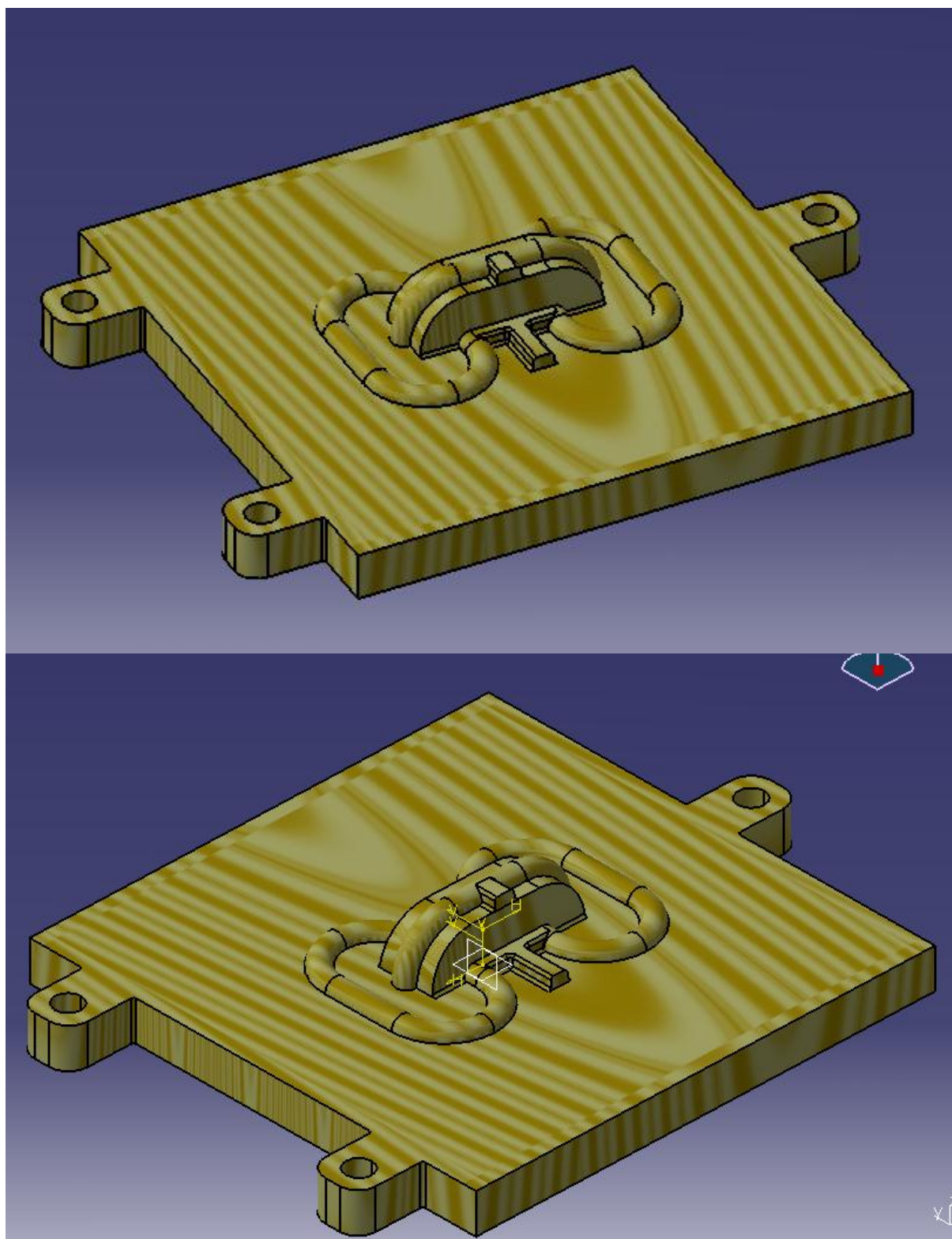


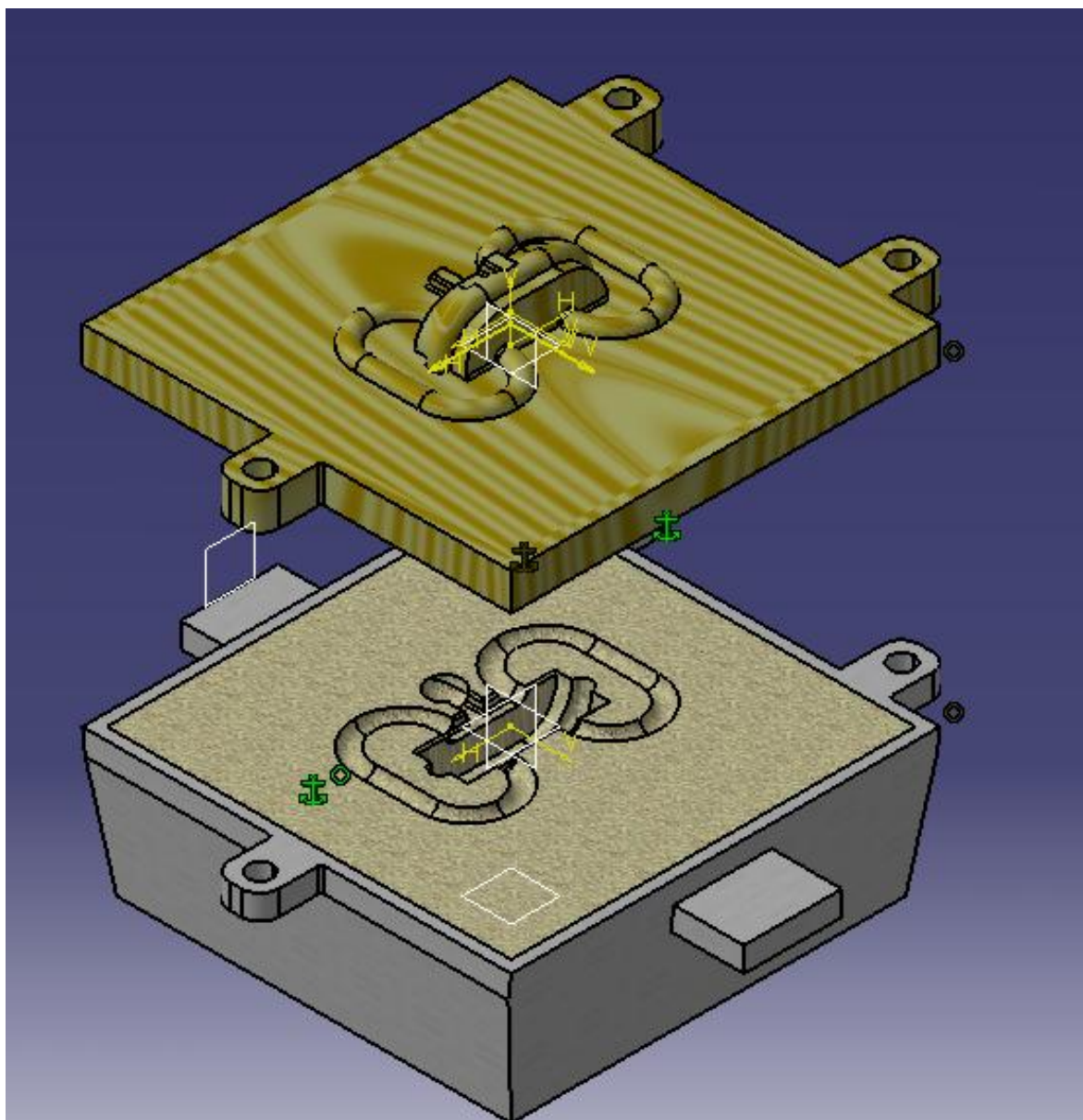


طراحی اصلی:

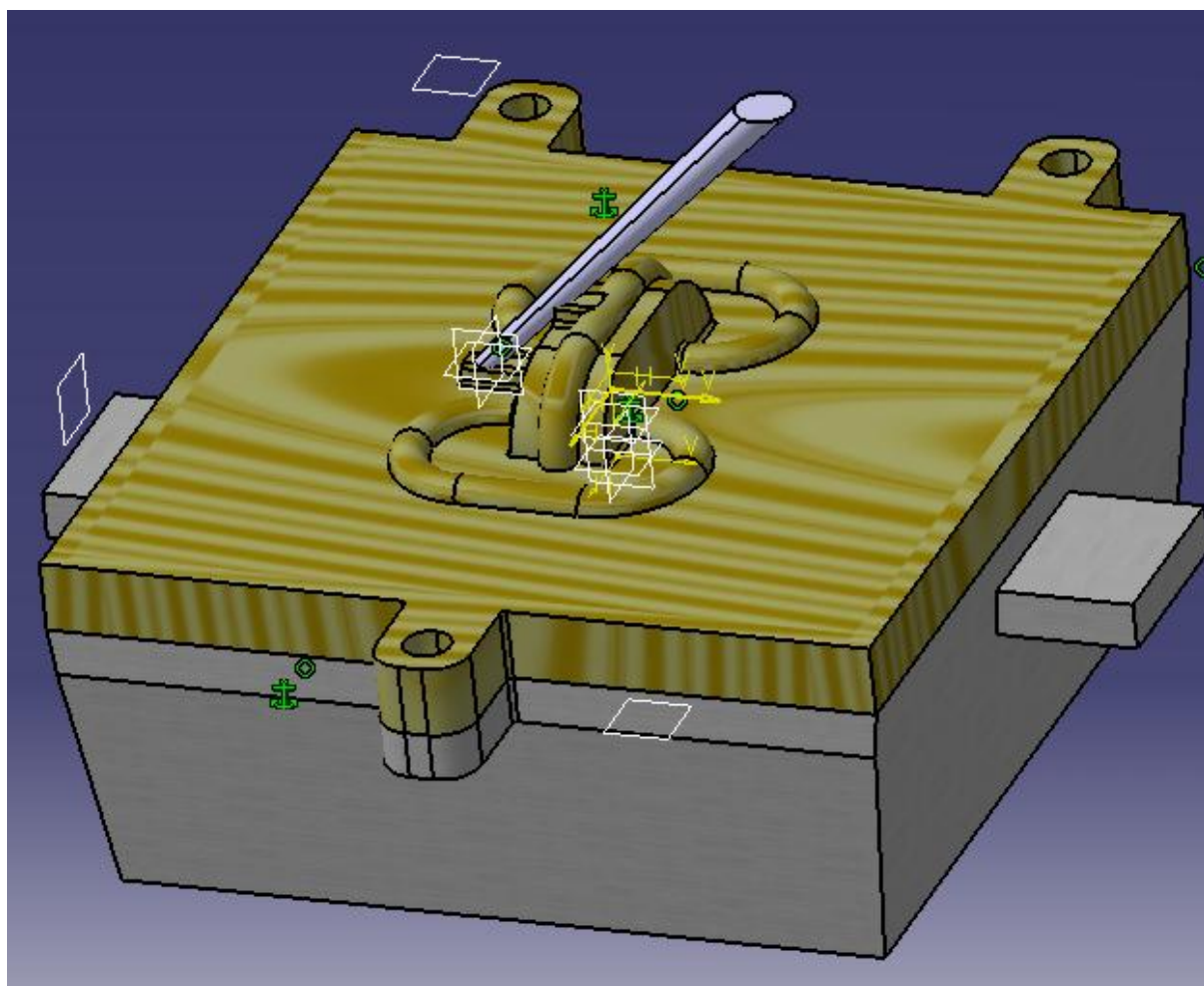
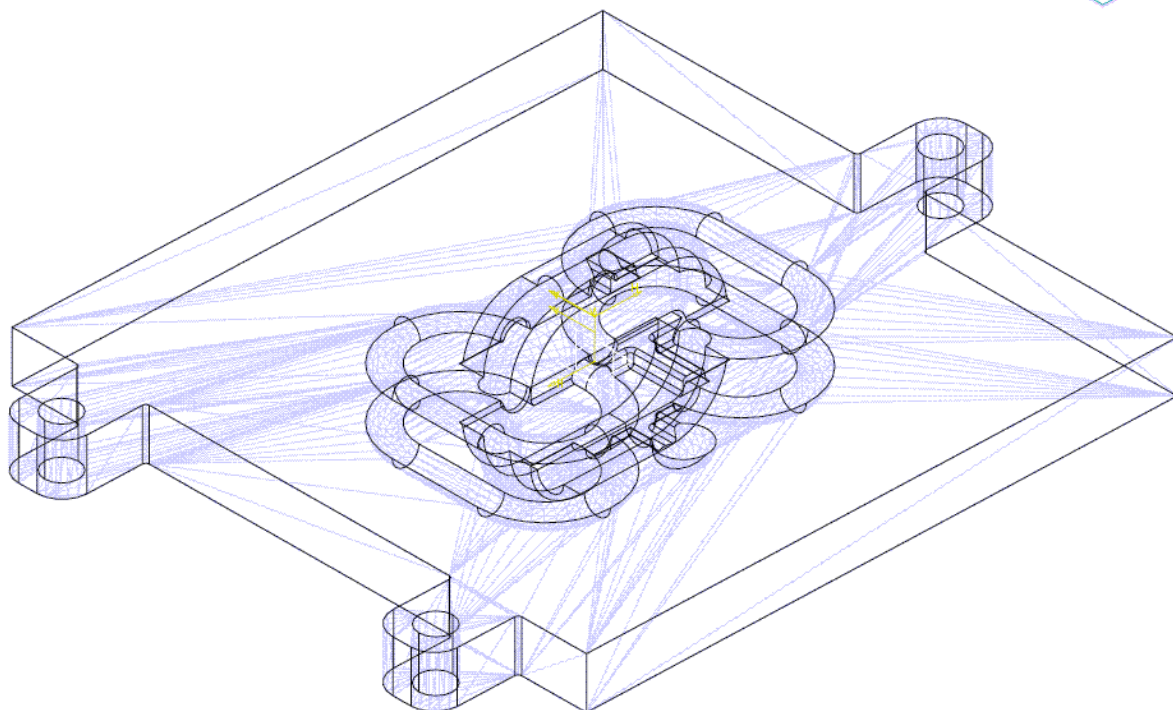
(مدل)



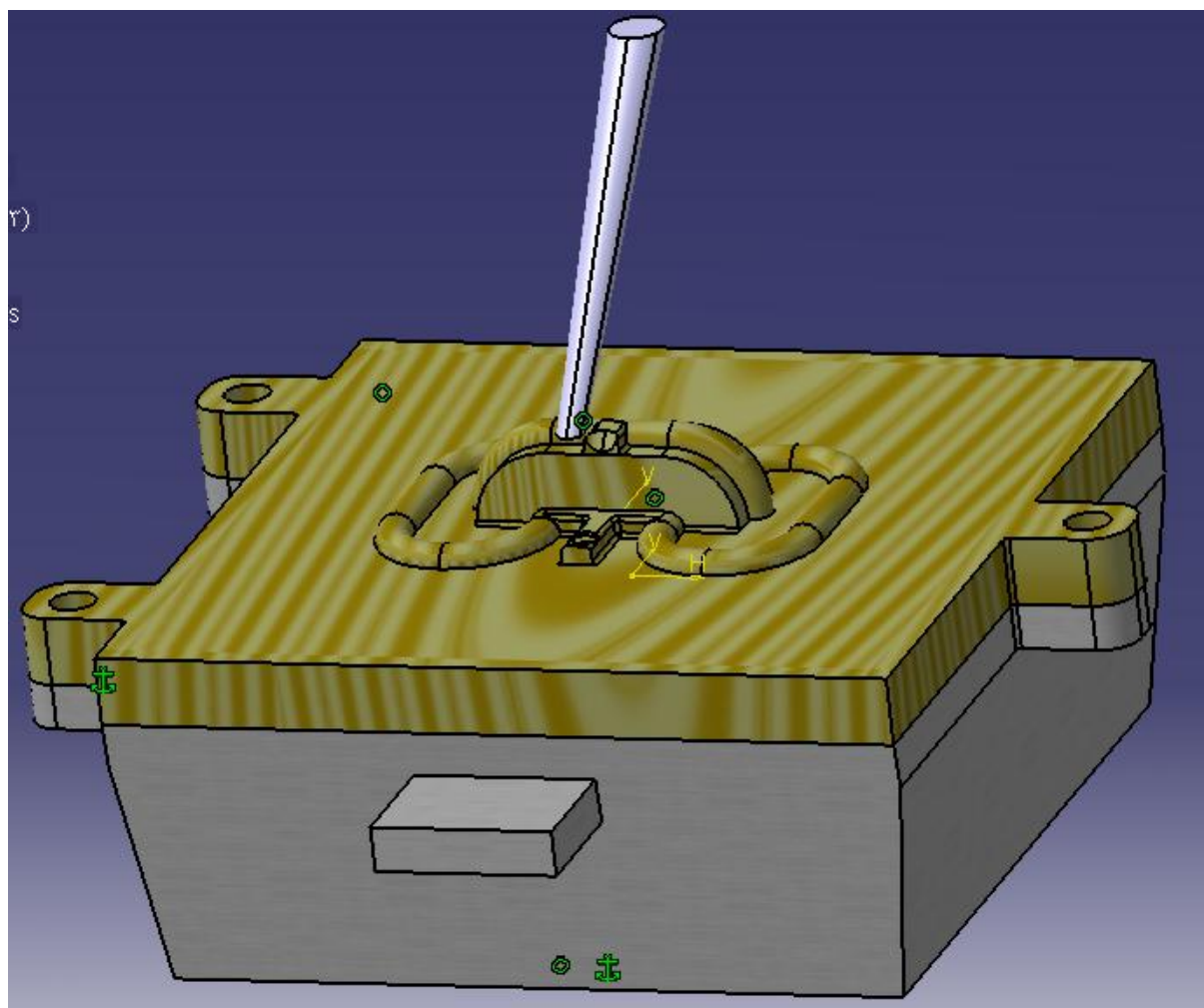






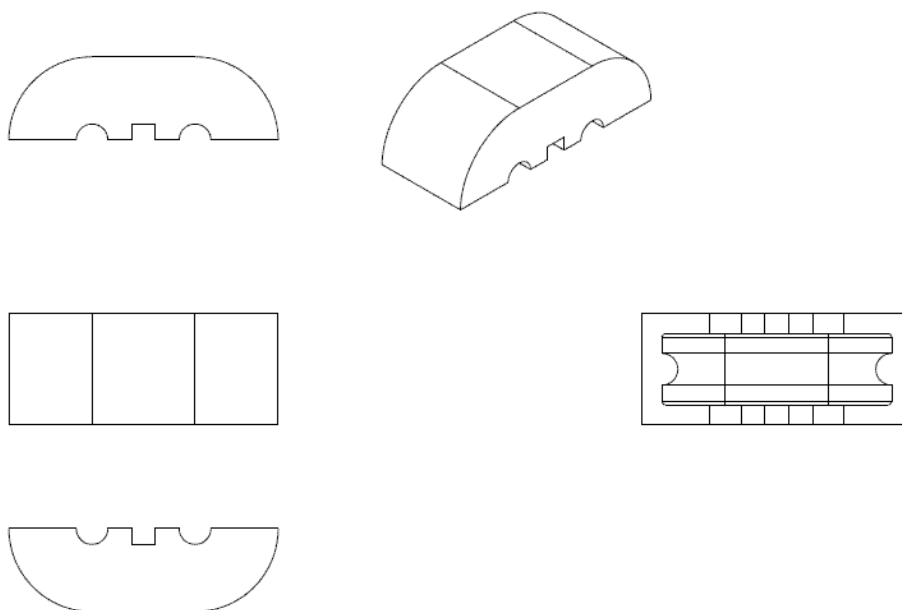


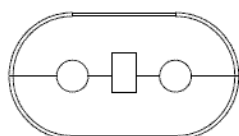
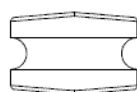
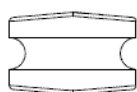
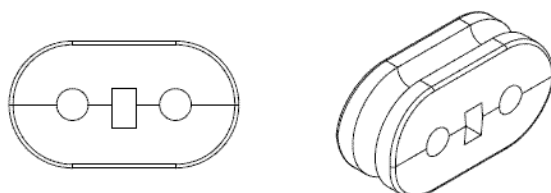
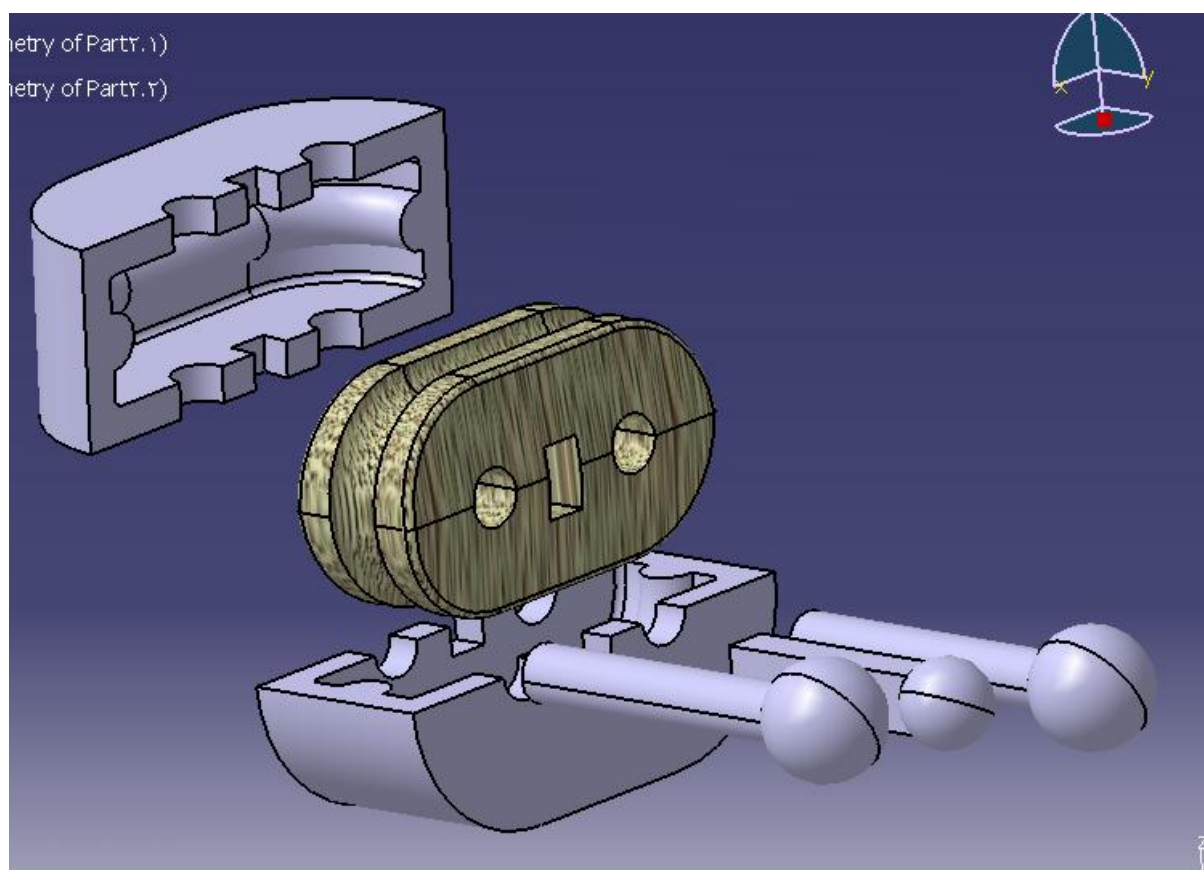


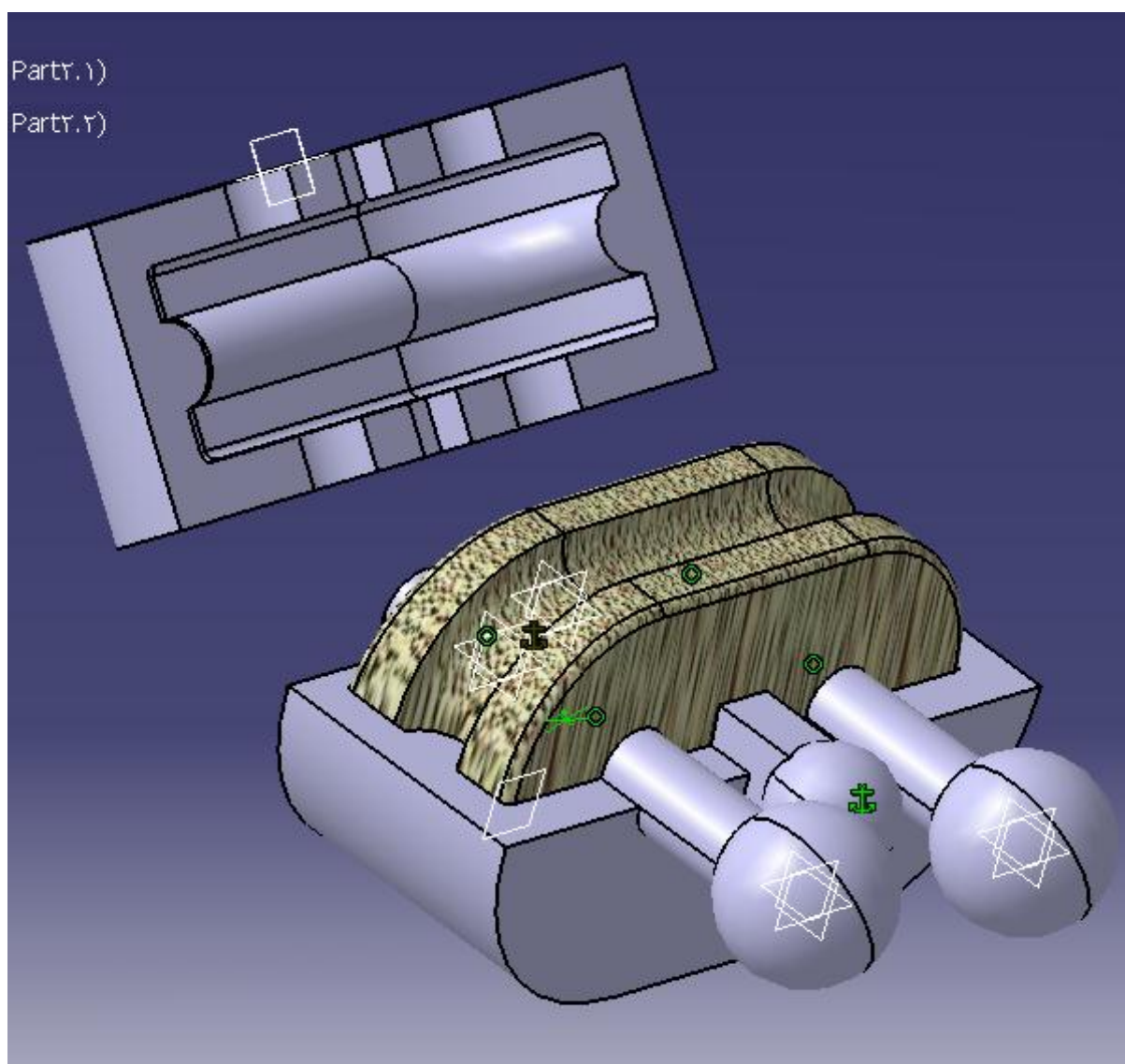


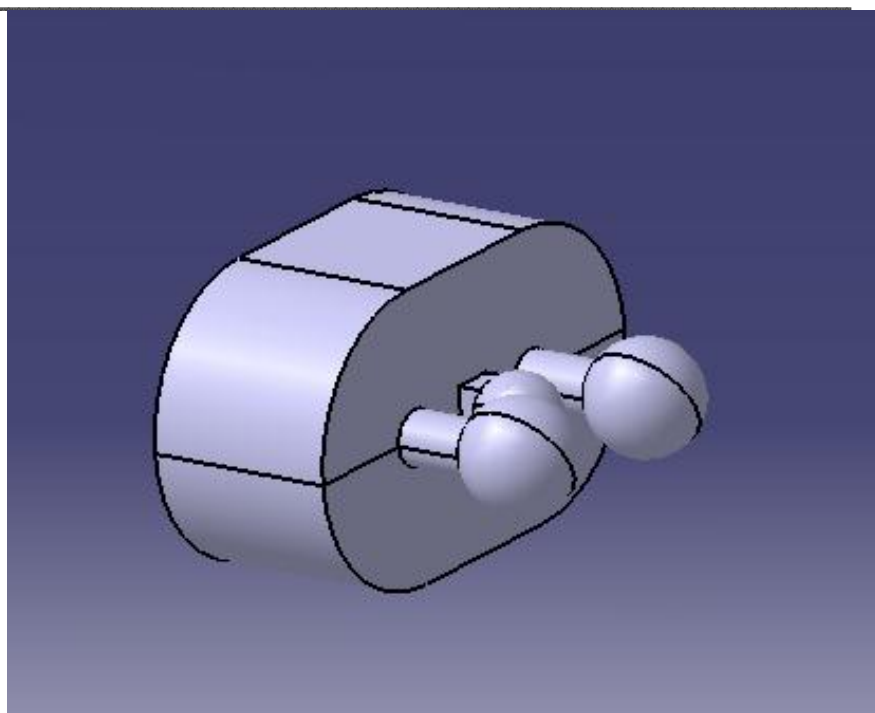
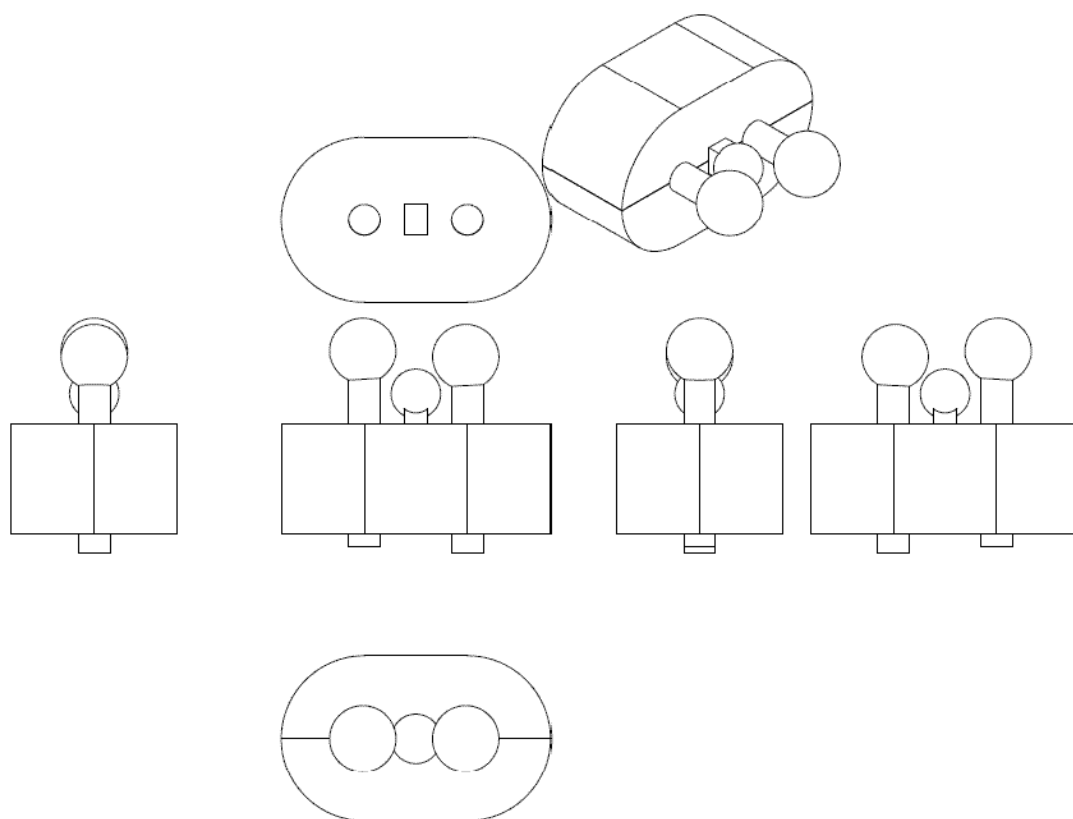
به محل اتصال لوله ی راهگاه به کانال فرعی دقت شود

## ماهیچه و جعبه ماهیچه:









## قالب نهایی و قالب گیری:

