فهرست

فهرست ۱

فصل اول :

معرفی شرکت ۳

فصل دوم :

۲-۱ مقدمه..... ۹
۲-۲ ماشین تزریق پلاستیک ۱۰
۲-۳ مراحل کار یک ماشین تزریق..... ۱۰
۲-۳-۱ Clamping..... ۱۰
۲-۳-۲ تزریق..... ۱۱
۲-۳-۳ Dwelling..... ۱۱
۲-۳-۴ خنک کاری..... ۱۱
۲-۳-۵ باز شدن قالب..... ۱۱
۲-۳-۶ بیرون اندازی..... ۱۱
۲-۴ اصول مقدماتی طراحی قالب پلاستیک..... ۱۲
۲-۵ قسمت های مختلف قالب..... ۱۳
۲-۶ سیستم تغذیه..... ۱۴
۲-۶-۱ بوش تزریق..... ۱۵
۲-۶-۲ اسپرو..... ۱۵
۲-۶-۳ راهگاه..... ۱۶
۲-۶-۳-۱ انواع سیستم راهگاه..... ۱۷
۲-۶-۴ گلویی تزریق..... ۲۲
۲-۶-۴-۱ انواع گلویی تزریق..... ۲۳
۲-۷-۱ اصول کار..... ۳۰
۲-۷ طراحی و آنالیز گرمایی قالب تزریق پلاستیک..... ۳۰

۲-۷-۲ بحث و نتایج ۳۳

فصل سوم :

طراحی قالب تزریق چراغ جلو پژو ۴۰۵ با نرم افزار CATIA ۴۵
پلاستیک‌ها و انواع آنها ۴۵
قسمت‌های مختلف ماشین تزریق ۴۶
مراحل طراحی قالب چراغ پژو ۴۰۵ ..... ۴۶
طراحی بلوک های قالب ۴۷
طراحی سیستم راهگاهی ۴۷
طراحی راهگاه تزریق (Runner) ۴۸
طراحی سیستم خنک‌کاری ۴۹
محا سبه چرخه تزریق ۵۱
قطعات طراحی شده قالب ۵۱
قطعه نهایی طراحی شده ۵۴

معرفی شرکت :

شرکت بهسازین تهران در سال ۱۳۶۷ تاسیس گردیده و تا سال ۱۳۷۴ به تولید قطعات فلزی و پلیمری موتور سیکلت اشتغال داشته است.شرکت از سال ۷۲ ۱۳ با شروع مطالعه برای تغییرکسب و کار،تولید انواع قطعات پلیمری و چراغهای خودرو را در دستور کار قرارداد و توانست در مدت کوتاهی دانش فنی لازم را برای ساخت نسل جدید چراغهای پلیمری خودرو کسب نماید. شرکت درحال حاضر محصولات خود را با استانداردهای مورد قبول به شرکتهای خودروساز داخلی و همچنین در بازار یدکی عرضه می نماید.

کارخانه جدید شرکت در سال ۱۳۷۶ در زمینی به مساحت ۱۲۰۰۰ متر مربع با ۱۲۹۶۰ متر مربع زیر بنا احداث شده است که ۸۶۴۰ متر مربع آنرا سالنهای تولید و انبار تشکیل می دهد. در حال حاضر ۱۲۰ نفر نیروی انسانی که اکثریت آنان افراد دارای تحصیلات دیپلم و بالاتر هستند در شرکت اشتغال دارند وتعداد ۲۱ پیمانکار نیز با شرکت همکاری می نمایند .

شرکت بهسازین تهران از اوایل سال۱۳۸۰ بر اساس راهبردهای خود تحولات تازه ای را در چیدمان خطوط تولید، اصلاحات سازمانی ، بهبود ترکیب نیروی انسانی ، بازسازی تجهیزات و افزایش ظرفیت تولید همراه با بهبود کیفیت محصولات را برنامه ریزی کرد و به مورد اجرا گذاشت و از تیرماه ۱۳۸۰ تلاش خود را برای استقرار نظام کیفیت QS 9000 آغاز نمود که سر انجام در دی ماه سال۱۳۸۱موفق به دریافت گواهینامه از شرکت BVQI انگلستان گردید.

شرکت از اواسط سال ۱۳۸۲ استقرار نظام مدیریت کیفیت بر اساس استاندارد ISO/TS16949:2002 را آغاز نموده و قصد دارد بیش از پیش و مجدانه نیازهای کنونی وآتی خودروسازان داخلی ودیگرمشتریان خود را تامین نماید .

شرکت از اواخر سال ۱۳۸۵ با اجرای طرح توسعه و بهبود سالنهای تولیدی و انبار و همچنین خرید ماشین آلات و تجهیزات جدید تزریق و کوتینگ ، دستگاه ربات چسب زنی کاسه چراغ و خط رباتیک لاک زنی و ساخت قالبهای جدید در اواخر سال ۱۳۸۶ سعی در بهبود روشها و فرایندهای تولید برای دستیابی به محصولات با کیفیت جهانی جهت صادرات گام برداشته است .

کارخانه مادر:

عبارت است از واحد صنعتی که تولیدکننده قطعات پلیمری خودرو و چراغ خودرو است و همچنین توانایی تولید برخی دیگر از قطعات پلیمری خودرو و قالب‌سازی صنعتی را نیز داراست.

ابعاد کارخانه به طول ۱۶۰ متر و عرض ۶۵ متر و حداقل ارتفاع ۸/۵ متر و کل مساحت آن حدود ۱۰۰۰۰ متر مربع می باشد ،این واحد خود شامل دو واحد تولید قطعات پلاستیک و قالب سازی می باشد.

واحد تولید قطعات پلاستیک کارخانه مادر :

عبارت است از واحد صنعتی که تولیدکننده قطعات پلیمری خودرو و چراغ خودرو است و همچنین توانایی تولید برخی دیگر از قطعات پلیمری خودرو را دارد.

این کارخانه از بخشهای تولیدی زیر تشکیل شده است :

بخش تزریق پلاستیک :

بخش رنگ کاری و لاک کاری و کوتینگ

بخش پرسکاری

بخش آبکاری گالوانیزه و آبکاری پلاستیک

بخش مونتاژ

بخش تزریق پلاستیک :

عبارت است از بخش صنعتی که در آن عملیات تزریق صورت می گیرد. این واحد شامل سالن تولید قطعات پلیمری می باشد که در آن ۱۵ عدد ماشین تزریق پلاستیک وجود دارد. ابعاد این قسمت ۸۰ متر طول و ۲۵ متر عرض و حداقل ۸/۵ متر ارتفاع دارد و امکان مانورجرثقیل سقفی در این سالن وجود دارد.

پروسه تولید:

واحد تزریق برنامه تولید را از واحد برنامه ریزی دریافت نموده و پس از صادر نمودن برگه درخواست کالا از انبار مواد اولیه مورد نیاز را از انبار تحویل میگیرد. مواد جهت گازگیری داخل گازگیر دستگاه قرار گرفته و پس از گذشت زمانی معین(با توجه به نوع مواد) که زمان گازگیری نام دارد اپراتور شروع به کار با دستگاه نموده بدین صورت که مواد داخل گازگیر وارد ماردون شده و پس از ذوب شدن و طی مسیرِ ماردون به سرنازل رسیده و سپس به داخل قالب تزریق میشود.

لازم به ذکر است کل پروسه تزریق طبق دستورالعمل خاص و معین و از پیش تعیین شده صورت خواهد گرفت و کلیه قالب ها ترجیحا" توسط بخش قالب سازی کارخانه ، ساخته خواهد شد. بعد از انجام عملیات تزریق و تاییدیه بازرس

کنترل کیفیت قطعه به انبار قطعات نیمه ساخته یا واحدهای تولیدی دیگر انتقال می یابد و در صورت مردود بودن قطعه به آسیاب انتقال می یابد.

در صورتیکه قطعه تزریق شده به عنوان محصول نهایی در نظر گرفته شده باشد طبق فرمت بسته بندی از پیش تعیین شده بسته بندی شده و به انبار محصول انتقال خواهد یافت.

(کلیه قالبهای یاد شده از جنس فولاد بوده و در محل انبارش قالبها در واحد تزریق نگهداری می‌شود).

بخش رنگ کاری و لاک کاری و کوتینگ :

این واحد شامل دو بخش رنگ کاری و لاک کاری و بخش وکیوم کوتینگ می‌باشد. قسمت لاک و رنگ از دستگاه شستشوی التراسونیک، خشک‌کن، کانوایر، کابین پاشش، ربات یا شاتل لاک و رنگ، تجهیزات پاششی و کوره‌ها تشکیل شده است و قسمت کوتینگ دارای فیکسچر قطعات و دستگاه وکیوم کوتینگ است.

پروسه تولید:

بخش فوق طبق برنامه تولید قطعات مورد نیاز خود را از انبار یا واحدهای دیگر دریافت نموده سپس قطعات پلیمری وارد مرحله شستشو می‌شوند و در آنجا عمل چربی‌گیری به طور کامل انجام می‌شود. سپس قطعات شستشو شده خشک می‌شود. چنانچه عمل پاشش بر روی قطعه می‌بایست توسط شاتل صورت گیرد بایستی این قطعه بر روی کانوایر قرار گرفته و پس از رسیدن به کابین رنگ توسط شاتل عمل پاشش بر روی آن انجام می‌شود. اما اگر نیاز به پاشش توسط اپراتور باشد، قطعه به جلوی کابین پاشش ، به صورت دستی حمل شده و در آنجا اپراتور بوسیله پیستوله و سایر تجهیزات، عمل پاشش را انجام می‌دهد. سپس، قطعه وارد کوره شده تا طی مدت زمان معینی خشک شود.

بعد از این مراحل اگر قطعه نیاز به عملیات کوتینگ داشته باشد ، قطعه لاک کاری شده وارد محیط کوتینگ می‌گردد و بر روی استند قرار گرفته و داخل دستگاه وکیوم می‌شود و در آنجا طی پروسه مشخص عملیات کوتینگ صورت خواهد گرفت و قطعات به انبار نیمه‌ساخته یا واحد مونتاژ منتقل می‌شوند.

بخش پرسکاری :

در این واحد صنعتی کلیه قطعات فلزی مربوط به محصولات کارخانه تولید می گردد. قالبهای مرتبط آنها، ترجیحاً در بخش قالب‌سازی ساخته شده می شود.

مساحت سالن پرس حدود۱۵۰۰ متر مربع می باشد.

پروسه تولید:

بخش فوق طبق برنامه تولید ورق های مورد نیاز خود را از انبار مواد اولیه تحویل گرفته و پس از انجام عملیات برش و فرم و... و تایید بازرس کنترل کیفیت قطعات را به انبار قطعات نیمه ساخته یا بخش آبکاری انتقال می دهد.

بخش آبکاری گالوانیزه و آبکاری پلاستیک :

بخش آبکاری عبارت است از محیطی که در آن عملیات پوشش دهی به شرح ذیل انجام می‌شود. و مساحت ذ آن ۴۵۰ متر مربع است.

بخش آبکاری گالوانیزه:

دارای سیستم گردان بشکه‌ای (Rotationg Barrel) برای قطعات کوچک و ریز و سیستم آویز hanger برای قطعات بزرگتر می‌باشد.

پروسه تولید:

بخش آبکاری گالوانیزه با توجه به برنامه تولید قطعات فلزی را از انبار قطعات نیمه ساخته یا بخش پرس کاری تحویل میگیرد. اگر قطعات کوچک باشند داخل بشکه گردان Rotating Barrel واگر بزرگ باشند به روی فیکسچر محکم متصل می‌گردند و پس از شستشوی قطعات با استفاده از فرآیندی خاص عملیات آبکاری بر روی فلزات صورت می گیرد و پس از خشک شدن قطعات در دستگاه خشک کن ، در بسته بندی مربوطه قرار می‌گیرند.

پس از تایید بازرس کنترل کیفیت قطعات به انبار نیمه ساخته یا خط مونتاژ انتقال می یابد.

بخش آبکاری پلاستیک:

شامل وان های خاص و حوضچه های کاری می باشد.

پروسه تولید:

بخش آبکاری پلاستیک با توجه به برنامه تولید قطعات پلاستیکی را از انبار قطعات نیمه ساخته یا بخش تزریق تحویل گرفته و پس از تمیزکاری قطعات با انجام عملیات هادی کاری قطعه را آماده پذیرش یک لایه نیکل نموده و بعد از بستن قطعات با آویزهای مسی آنها را در وان مخصوص قرار داده و عملیات پوشش صورت میگیرد.پس از تایید بازرس کنترل کیفیت قطعات به انبار قطعات نیمه ساخته یا خط مونتاژ انتقال می یابد.

بخش قالب سازی کارخانه مادر :

عبارت است از یک واحد صنعتی که در آن عملیات مختلف ساخت انواع قالبهای تولید قطعات تزریق پلاستیک و قطعات فلزی انجام می‌گیرد ، ابعاد این کارخانه عرض ۱۸ متر و طول ۸۰ متر و ارتفاع آن ۸,۵ متر است .

این واحد صنعتی شامل یک بخش طراحی CAD/CAM & CAE و برنامه‌ریزی می‌باشد که مجهز به انواع نرم‌افزارهای مهندسی جهت طراحی، آنالیز و اخذ فایل‌های ماشین کاری می‌باشد.

کارخانه قالب‌سازی:

عبارت است از یک واحد صنعتی که در آن عملیات مختلف ساخت انواع قالبهای تولید قطعات تزریق پلاستیک و قطعات فلزی انجام می‌گیرد. ابعاد این کارخانه عرض ۹ متر و طول ۳۶ متر و ارتفاع آن ۸/۵ متر است.

این واحد صنعتی شامل یک بخش طراحی CAD/CAM & CAE و برنامه‌ریزی می‌باشد که مجهز به انواع نرم‌افزارهای مهندسی جهت طراحی، آنالیز و اخذ فایل‌های ماشین کاری می‌باشد .

فصل : دوم

((قالب تزریق پلاستیک))

۱-۲ مقدمه:

یکی از روش های اصلی ساخت قطعات پلاستیکی استفاده از روش تزریق است.درکشور ما ایران روش تزریق از سایر روش های تولید قطعات پلاستیکی متداول تر است.ابزار اصلی مورد استفاده در این روش،قالب تزریقی است. قالب های تزریق پلاستیک مواد مذاب پلاستیک را به شکل و فرم مورد نظر درآورده و سطوح و ابعاد دلخواه را در آن ایجاد می کنند.قالب تزریق پلاستیک علاوه بر فرم دهی،برروی بافت مولکولی قطعه و نیروهای داخلی آن تاثیر گذاشته و نقش اساسی درخواص و چگونگی استفاده از آن به عهده دارد.

قالب تزریق دستگاه دقیق و گران قیمتی است که برای تولید صدها هزار قطعه بکار می رود، بنابراین باید سختی و استحکام لازم برای تحمل فشار زیاد تزریق را داشته باشد.به قولی ۹۰٪ موفقیت در امر تولید به مهارت طراح و سازنده و فقط۱۰٪ آن به تنظیم ماشین،تعیین روش و مهارت اپراتور وغیره بستگی دارد.

بنابراین قالبی با طراحی و ساخت ضعیف و غیرعلمی،نمی تواند در تولید اقتصادی و قابل رقابت به کار رود.عدم استفاده از طراحی علمی و فنی و محاسبات دقیق در ساخت قالب سطح کیفی قطعات تولیدی را پایین می آورد و هزینه تولید را بالا می برد. قالب سازی در ایران صنعت جوانی است، سوابق آن نیز بیشتر تجربی است تا علمی و فنی.

۲-۲ ماشین تزریق پلاستیک :

این ماشین ها معمولا دارای دو قسمت اصلی هستند:

الف) قسمت تزریق

ب) قسمت بستن قالب

الف) قسمت تزریق شامل مخزن مواد،سیلندر و مارپیچ گرم و مذاب کردن مواد و تزریق آن به داخل محفظه قالب می باشد.

ب) قسمت بستن قالب،عمل باز و بسته کردن قالب و بیرون اندازی قطعه را انجام میدهد و شامل قسمت های ثابت و متحرک است و مکانیزم آن،سیستم بیرون اندازی قطعه و غیره می باشد. سیستم حرکتی ممکن است هیدرولیکی و یا پنوماتیکی باشد،که فشار لازم پشت قالب در موقع پر بودن محفظه بعد از تزریق و همچنین نیروی لازم برای بیرون اندازی قطعه را تامین می کند.

۲-۳ مراحل کار یک ماشین تزریق :

۱- Clamping

۲- تزریق (Injection)

۳- Dwelling

۴- خنک سازی (Cooling)

۵- باز شدن قالب (Mold Opening)

۶- بیرون اندازی (Ejection)

۲-۳-۱ Clamping :

یک ماشین تزریق از سه قسمت اصلی تشکیل شده است: قالب، Clamping و فاز تزریق. (Clamping) قسمتی از دستگاه را شامل می شود که در حین پروسه تزریق قالب را بسته نگه می دارد و پس از آن باز می کند.اساسا قالب ها از دو نیمه تشکیل می شوند که در هنگام تزریق باید توسط این بخش در کنار هم فیکس شوند .

۲-۳-۲ تزریق (Injection):

در فاز تزریق مواد پلاستیک که معمولا به فرم گرانول (دانه دانه) می باشند،وارد قیفی در قسمت بالایی دستگاه می شوند و از آنجا وارد سیلندری می شوند که توسط هیترهایی احاطه شده است.گرانول ها پس از حرارت دیدن به حالت مذاب یا رزین در می آیند.در داخل سیلندر مواد به وسیله مارپیچی زیر و رو می شوند.با چرخش مارپیچ مواد نیز به سمت جلو رانده می شوند. و هنگامی که ماده کافی در قسمت جلویی مارپیچ ذخیره شد،عملیات تزریق توسط نازل صورت می گیرد و مواد مذاب به داخل راهگاه قالب رانده می شوند.سرعت و میزان فشار وارده به میزان چرخش مارپیچ و نیز قطر نازل بستگی دارد.در برخی از ماشینهای تزریق پلاستیک به جای مارپیچ از یک پیستون منگنه ای استفاده می شود.

۲-۳-۳ Dwelling:

فاز(Dwelling)شامل یک مکث در پروسه تزریق می شود تا هم مذاب در داخل کویته ها به صورت کامل پر شود و هم گازهای ایجاد شده از محفظه های تعبیه شده خارج شوند .

۲-۳-۴ خنک کاری (Cooling) :

در این مرحله قالب همچنان تحت فشار دستگاه تزریق(فشار دوم)بسته نگه داشته می شود.این زمان برای فرم دهی کامل و نهایی قطعه تولیدی و جلوگیری از انقباض حجم آن به علت سرد شدن می باشد.

۲-۳-۵ باز شدن قالب (Mold Opening):

در این قسمت بخش(Clamping)از هم باز می شود تا دو نیمه قالب ها نیز از هم باز شوند و آماده بیرون اندازی شوند .

۲-۳-۶ بیرون اندازی (Ejection) :

چند میله به همراه یک صفحه عملیات خروج قطعه از قالب را انجام می دهند.رانرها و راهگاه های قطعه کار که به صورت غیر استفاده و زائد می باشند از قطعه جدا و تمیزسازی می شوند تا مجددا برای ذوب شدن آماده شوند .

- امتیازات شیوه تزریق پلاستیک

۱- سرعت بالای تولید

۲- تنوع وسیع مواد مورد استفاده در این روش

۳- صرفه جویی در نیروی انسانی

۴- کمترین میزان اتلاف مواد

۵- کاهش عملیات بعد از تزریق در تولید محصول

- محدودیت های شیوه تزریق پلاستیک

۱- هزینه های بالای تجهیزات و دستگاه ها

۲- بالا بودن هزینه های تولید و انجام پروسه

۳- طراحی بعضی قسمتهای دستگاه بر حسب قالب مورد استفاده

۲-۴ اصول مقدماتی طراحی قالب پلاستیک :

ابتدا با قسمت های مختلف یک قالب پلاستیک آشنا می شویم، در هر قالب تزریق پلاستیک دو قسمت اصلی وجود دارد:

الف) نیمه ثابت قالب(Cavity):

در این نیمه مواد گرم پلاستیک تزریق می شوند و در سمت ثابت دستگاه تزریق بسته می شود و شامل قسمت های زیر می باشد:

کفشک ثابت،خشکه ثابت،بوش تزریق،سیستم های راهگاهی،کانال آب،شیار خروج هوا،حفره قطعه.

ب) نیمه متحرک قالب(Core):

در سمت متحرک دستگاه تزریق بسته می شود و شامل قسمت های زیر می باشد:

کفشک متحرک،خشکه متحرک،پل اصلی،میل راهنما،سیستم پران(صفحه پران،صفحه پشت پران،میله و پین پران برگشت).

برای شروع طراحی قالب پلاستیک باید اطلاعات زیر را داشته باشیم:

۱- ابعاد و شکل قطعه تزریقی

۲- تعداد حفره هایی که باید در تعبیه شود.

۳- ابعاد و تناژ ماشین تزریقی که باید قالب روی آن بسته شود.

عوامل بالا با هم ارتباط دو جانبه دارند.اندازه و وزن قطعه،تناژ ماشین و تعداد حفره را تعیین می کند ، هنگامی که قطعه خیلی بزرگ باشد(مانند یک صندلی،یک تکه پلاستیکی یا جعبه پلاستیکی بزرگ)ابعاد خارجی قالب افزایش می یابد،بنابراین فضای قالب ماشین تزریق باید بزرگ باشد و چون این فضا محدود است،تعداد حفره نیز محدود می شود.

مقدار فشار لازم برای بسته ماندن قالب در کورس تزریق به سطح تصویر قالب بستگی دارد.سطوح حفره ها،راهگاه ها و گلویی(سیستم تغذیه)سطح تصویر قالب را تشکیل می دهند.

برای یک سیال هیدرولیکی واقعی مثل آب نیروی بستن(گیرشی)لازم برای هر سانتی متر مربع سطح تصویر برابر فشار اعمالی از طرف پلانجر است ولی به دلیل سخت شدن نسبی پلاستیک حین عبور از بوش تزریق،راهگاه و حفره،فشار واقعی اعمالی از طرف پلاستیک بسیار کمتر از فشار پلانجر است.به همین دلیل برای فشار پلانجر kg/cm^2 ۱۲۰۰ تنها حدود kg/cm^2 ۵۰۰ تا ۶۰۰ سطح تصویر نیروی گیرشی لازم خواهد بود.البته برای فشار پلانجر معین،فشار موجود در داخل حفره نسبت مستقیم با ضخامت قطعه و نسبت غیر مستقیم با ویسکوزیته مواد پلاستیک دارد.قطعات ضخیم تر نیروی گیرشی بیشتری لازم دارند زیرا مذاب پلاستیک در مقاطع ضخیم زمان بیشتری به صورت نیمه سیال باقی می ماند.همچنین درجه حرارت بیشتر مذاب،قالب گرمتر،گلویی بزرگتر و تعداد کورس بیشتر فشار گیرشی بیشتری نیاز خواهد داشت.

۲-۵ قسمت های مختلف قالب و خلاصه عملکرد آنها:

به طور مختصر سیلندر تزریق دانه های گرانول پلاستیک را به مواد مذاب تبدیل کرده و پیستون تزریق این مواد مذاب را با فشار زیاد از طریق نازل تزریق به داخل حفره قالب تزریق می کند. پس از عبور مواد مذاب پلاستیک از نازل،عملکرد قسمت های مختلف قالب به شرح زیر آغاز می شود:

۱- کفشک ثابت: باعث استقرار حفره یا حفره های قالب در موقعیت درست و دقیق نسبت به نازل ماشین می شود.

۲- میل راهنما: توازی کامل دو نیمه قالب را نگه می دارد.

۳- بوش تزریق: راه عبور مواد مذاب به راهگاه.

۴- راهگاه: کانال عبور مواد مذاب از بوش تزریق به داخل حفره های قالب.

۵- گلویی: دروازه عبور مواد از راهگاه به داخل حفره قالب که مقدار جریان مواد مذاب به داخل حفره ها را کنترل می کند.

۶- حفره ها (متحرک – ثابت): که شکل و ابعاد و نوع سطوح قطعه تولید را ایجاد می کند.

۷- کانال های آب: دمای سطوح قالب را کنترل کرده و باعث سرد شدن پلاستیک و فرم گرفتن آن می شود.

۸- ماهیچه جانبی: به وسیله بادامک،چرخدنده و یا سیلندر پیستون هیدرولیک به حرکت در می آید. ماهیچه جانبی برای ایجاد سوراخ های جانبی،شیار،پله و قسمت های رزوه شده بکار می رود.

۹- شیار خروج هوا: اجازه می دهد هوای حبس شده و گازهای متصاعد از مواد گرم پلاستیک از قالب خارج شود.

۱۰- سیستم پران (پین ، صفحه ، میله): باعث بیرون افتادن قطعه تولید شده از حفره قالب می شود.

۱۱- پین پران برگشت: این پین ها پس از بیرون افتادن قطعه و بسته شدن قالب موجب برگشت پین های پران شده و قالب برای سیکل بعدی تزریق آماده می شود.

در صورت درست عمل نکردن هر یک از قسمت های فوق،کیفیت قطعه تولیدی رضایت بخش نخواهد بود.

۶-۲ سیستم تغذیه:

سیستم راهگاهی،پلاستیک مذابی که از سر نازل دستگاه می آید را در خود جا داده و آن را به حفره قالب هدایت می کند.شکل ابعاد و اتصال راهگاه به قطعه بر فرآیند پر شدن قالب موثر است.بنابراین اثر زیادی بر کیفیت محصول دارد.طرحی که اصولاً بر پایه نقطه نظر اقتصادی(انجماد سریع و سیکلهای کوتاه)باشد اغلب با شرایط کیفی به ویژه در قطعات صنعتی ناسازگار است.

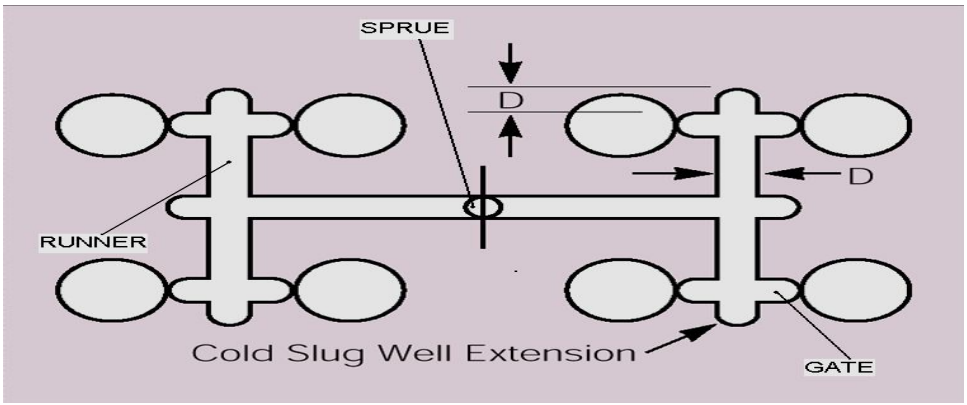
سیستم راهگاهی از اجزا متعددی تشکیل شده است.شکل(۱ - ۲)سیستم راهگاهی که از اجزا زیر تشکیل شده است را نمایش می دهد :

۱- بوش تزریق (شکل در پیوست)

۲- اسپرو (SPRUE)

۳- راهگاه (Runner)

۴-گلویی تزریق (gate)



شکل(۱ - ۲) سیستم راهگاهی

۲-۶-۱ بوش تزریق SPRUE BUSH:

مواد مذاب را از سر نازل دستگاه می گیرد و آنرا به صفحه ای که از خط جدایش عبور کرده و معمولاً عمود بر راه تغذیه است هدایت می کند.

پس از اینکه قالب بسته شد و نازل ماشین به قالب فشرده می شود تا نقطه انتقال بین این دو کاملاً بسته شود،مواد مستقیماً از سر نازل دستگاه به داخل بوش تزریق جریان می یابد.این عمل نیروی موضعی بسیار زیادی در قالب ایجاد می کند و قالب در این نقطه بسرعت ساییده می شود.بنابراین در عمل از بوش تزریق که معمولاً از فولاد سختکاری شده ساخته شده است،استفاده می شود.در صورت خرابی یا سایش می توان این بوش را تعویض کرد، سطح تماس به عنوان سطح آب بندی اهمیت خاصی دارد.سطوح تماس تخت و منحنی به کار می روند.در عمل به ندرت از سطوح تخت استفاده می شود چون فشار آب بندی زیادتری لازم است و همچنین هم مرکز کردن سر نازل دستگاه و بوش تزریق کار مشکلی است.در اغلب موارد سطوح تماس کروی به کار می روند.یک فرم کروی در بوش تزریق ماشینکاری می شود و سر کروی نازل در آن قرار می گیرد.

۲-۶-۲ اسپرو (SPRUE):

پس از عبور مواد مذاب از سر نازل دستگاه و بوش تزریق به مسیر اصلی که به صورت عمود در قالب قرار گرفته را که مواد مذاب را به راهگاه می رساند،اسپرو نام دارد.در زیر نکاتی در مورد طراحی اسپرو بیان شده است:

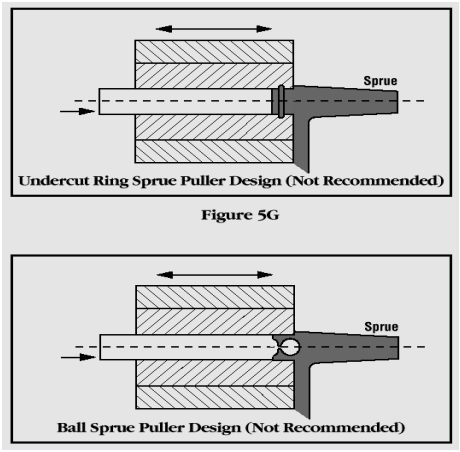
۱- اسپرو نباید پیش از هیچ مقطعی منجمد شود تا فشار نگهداری(Holding pressure)به اندازه کافی منتقل شود.

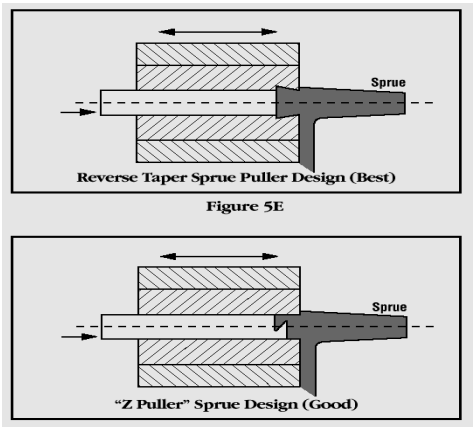
۲- جدایی اسپرو از نیمه ثابت قالب هنگام باز شدن قالب،باید راحت و با اطمینان انجام شود. بنابراین شکل آن مخروطی می باشد،زاویه مخروط از ۱/۵ درجه تا حدود ۴ درجه می باشد.

۳- برای جلوگیری از ایجاد گوشه تیز بین اسپرو و قطعه قالبگیری(قالبهای تک حفره ای)و برای راحت شدن جریان مواد در انتهای اسپرو فیلت باید زده شود.

۴- در قالبهای چند حفره ای که اسپرو به راهگاه متصل است،باید در قالب تدبیری اندیشیده شود تا منجر به جدا شدن مطمئن و راحت اسپرو و راهگاه از نیمه ثابت قالب گردد.برای اینکار راهگاه کش یا چنبه کش(SPRUE PULLER)لازم است راهگاه کش در نیمه متحرک قالب نصب می گردد.سر فرم دار آن بصورت یک شیار عمل کرده و اسپرو را می گیرد و از بوش تزریق جدا می سازد.در حین بیرون اندازی،شیار مخفی،اسپرو را آزاد کرده بیرون می افتد.

۵- کیفیت پرداخت و صافی سطح سوراخ داخل بوش تغذیه بسیار اهمیت دارد.سنگ زدن و پولیش در جهت عمود بر جهت خروج قطعه از قالب باعث ایجاد شیار می شود که از فرآیند خروج قطعه از قالب جلوگیری می کند.برای پیشگیری از این مسئله سوراخ باید کاملاً پولیش شده و اگر مواد خورنده در آن جریان دارد باید آبکاری کرم سخت شود .





شکل(۲ - ۲) اسپرو

۳-۶-۲ راهگاه (Runner):

ادامه مسیر مواد مذاب از اسپرو تا گلویی تزریق(gate)،راهگاه(Runner)نام دارد.وظیفه اصلی راهگاه توزیع مـواد بـه صورتی است که تمام حفره ها را در قالبهای چند حفره ای همزمان و در شرایط یکسان(فشار و دما)پر شود.

نکاتی در مورد انواع سطح مقطع راهگاه در زیر بیان شده است:

۱- باید در مسیر جریان مواد کمترین مانع وجود داشته باشد از سطح مقطع های ناسازگار و ناهموار باید اجتناب شود.

۲- طراحی راهگاه باید به گونه ای باشد که پران راهگاه و قطعه به راحتی انجام شود.

۳- طول مسیر راهگاه باید کوتاهترین مسیر ممکن باشد.چون مسیر طولانی هم میزان پرت مواد زیادی دارد و هم اعمال فشار در حفره را کم می کند و هم اینکه در مسیر طولانی مواد سرد می شود و تزریق مناسبی در حفره انجام نمی شود.

۴- سطح مقطع راهگاه باید به حد کافی بزرگ باشد تا بتوان فشار دوم را به داخل حفره های قالب اعمال کرد.

۵- سیستم راهگاهی نباید عامل محدود کننده در جهت کاهش سیکل تزریق باشد.

۶- طبیعی است که وزن راهگاه باید تا حد امکان کم باشد.

سطح مقطع راهگاه	مزایا	معایب
دایره کامل (Full Round)	۱-کمترین سطح تماس با قالب نسبت به سطح ۲-زمان خنک کاری پایین ۳- کمترین نرخ اتلاف حرارتی و اصطکاک آخرین قسمتی است که سرد می شود. بنابر فشاردوم را حفظ کند و به داخل حفره اعمال نماید.	نسبتاً مشکل در دو طرف قالب
ذوزنقه ای اصلاح شده (Modified Trapezoid)	ماشینکاری و فقط در یک طرف قالب نیاز به ما ۲-مزیتهای شبیه به دایره کامل را می دهد.	سه با دایره کامل اتلاف حرارت بیشتر
ذوزنقه ای (Trapezoid)	آسان جهت ماشینکاری	ا ذوزنقه اصلاح شده اتلاف حرارت بی
مقطع مستطیلی (Box Section)	آسان جهت ماشینکاری	۱- بازده سطح مقطع کاهش یافته ۲- توانایی پایین جهت انتقال فشار
نیم دایره (Half Round)	آسان جهت ماشینکاری	۱- کوچکترین مساحت سطح مقطع لرح راهگاهی غیر موثر و با بازده کم ال فشار به داخل حفره بخوبی انجام نمی شود ، جهت آسیاب مجدد بیشتری تولید می کند

۱-۳-۶-۲ انواع سیستم راهگاهی:

الف) سیستم راهگاه سرد

ب) سیستم راهگاه گرم

الف) راهگاه سرد :

راهگاه های سرد مستقیماً درصفحات قالب ماشینکاری می شوند.بنابراین دمای آنها با دمای کلی قالب برابر است مواد داخل راهگاه پس از تزریق منجمد می شود و باید پس از هر کورس با قطعه از قالب خارج شود.در سیستم راهگاه سرد،مواد ترموپلاستیک را که دور ریز قالب می باشد می توان مجدداً آسیاب کرد و دوباره استفاده کرد.

ب) راهگاه گرم :

سیستم راهگاه گرم در قالب ترموپلاستیک ها با مانیفلد گرم یا بوش گرم مشخص می شود.دمای سیستم راهگاه گرم بیش از ۱۸۰ درجه سانتیگراد و در دامنه دمای ذوب ترموپلاستیک ها است و بنابراین بسیار بیشتر از دماهای معمولی در قالبها(۱۲۰-۲۰)است.

در واقع می توان سیستم راهگاه گرم را دنباله سرنازل دستگاه تا کویته قالب فرض کرد بر خلاف راهگاه سرد،در راهگاه گرم مواد در راهگاه سیال و مذاب باقی می مانند.بنابراین نیازی به خروج محتوای راهگاه از قالب نیست و برای ضرب بعدی می توان از آن استفاده کرد.بنابراین سیستم راهگاه گرم دور ریز ندارد.

سیستمهای راهگاه گرم گسترده ترین پیشرفت فنی را از یک سیستم راهگاه سرد تا یک سیستم آماده برای نصب داشته است نه فقط قالبسازها،تولید کنندگان،انجمن ها و تولید کنندگان استانداردهای قالب در پیشرفت این تکنولوژی سهیم بوده اند،بلکه بخشهای کاربردی تولید کنندگان مواد نیز در آن نقش داشته اند.

- امتیازهای اقتصادی سیستم راهگاه گرم:

۱- کاهش زمان هر سیکل قالب(cycle time)مدت زمان خارج کردن راهگاه از قالب حذف می شود،مدت زمان سرد شدن راهگاه ها در این سیستم مطرح نیست.

۲- دور ریز نشدن مواد راهگاه ها و حذف هزینه آسیاب کردن مجدد مواد.

۳- استفاده از ماشینهای کوچکتر برای تزریق،سیستم راهگاه،نیروهای عکس العملی ایجاد نمی کند مقدار مواد در یک ضرب به اندازه حجم راهگاه ها کم می شود.همچنین مقدار بیشتر مواد برای پر کردن تعداد زیادی حفره های قالب ممکن است و کورس باز شدن ازقالبهای سه صفحه ای کوتاه تر است.

- امتیازهای فنی سیستم راهگاه گرم:

۱- حذف خروج سیستم راهگاه از قالب،اتوماسیون فرآیند را راحت تر می سازد.

۲- با راهگاه های گرم شده می توان مسیر جریان بلند ایجاد کرد می توان گلویی تزریق را در بهترین موقعیت قرار داد.

۳- قطر راهگاهها را می توان بزرگ گرفت که در نتیجه افت فشار کم می شود.

۴- مدت زمان فشار دوم را می توان بیشتر کرد.

۵- بالانس سیستم راهگاهی را می توان با کنترل دما یا به صورت مکانیکی(تنظیم نازل با شکاف حلقوی یا بـا اسـتفاده از صفحات منحرف کننده در راهگاه)انجام داد.

۶- با استفاده از نازل های قطع شونده می توان از تشکیل خطوط جوش سرد جلوگیری کرد.

- ضعفهای اقتصادی سیستم راهگاه گرم:

۱- ضایعات زیاد در راه اندازی.

۲- کار بیشتری در طراحی قالب لازم است.

۳- به علت نصب تجهیزات کمکی(گرمکنها،حس کننده های دما (ترموکوپل) و کنترلرها)هزینه های قالب بیشتر است.

۴- مشکلات بیشتری از قبیل نشت یا خرابی المنت های گرمایی وجود دارد.

۵- ساخت آن بسیار مشکل است و نیاز به پرسنل متخصص دارد.

- ضعفهای فنی سیستم راهگاه گرم:

۱- خطر افت کیفیت بر اثر گرما در مواد حساس به علت مسیر جریان بلند و سرعت برشی زیاد.

۲- توزیع ناهمگن دما باعث ایجاد اختلاف در دمای مذاب و در نتیجه پر شدن غیریکنواخت می شود.

۳- توسط گلویی تزریق،فشار کنترل نمی شود.

- چند روش اساسی برای طراحی قالبهای راهگاه گرم:

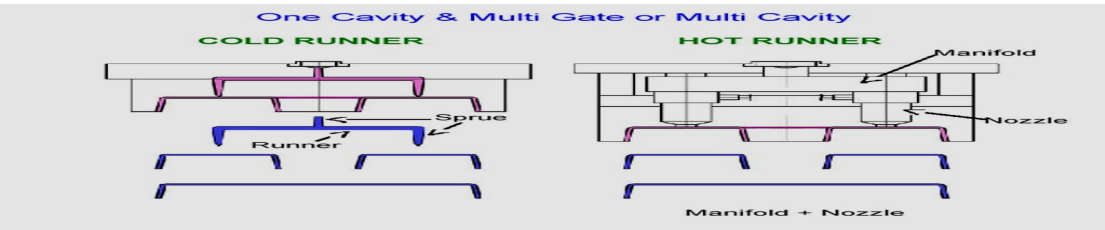
۱- تزریق مرکزی و جانبی در قالبهای تک حفره ای

۲-مانیفلد گرم برای قالبهای چند حفره ای

۳- قطعاتی که از چند نقطه تزریق می شوند

۴- تزریق عرضی قالبهای چند حفره ای

۵- قالبهای طبقه ای (**stock mould**)



شکل (۳ - ۲) راهگاه گرم

۱- تزریق مرکزی در قالبهای تک حفره ای :

ساده ترین قالب راهگاه گرم از تعویض بوش تزریق سرد با یک بوش گرم (نازل گرم) بدست می آید.این بوش یا نازل،مواد را مستقیماً به حفره قالب یا سیستم راهگاه معمولی تزریق می کند.

۲- تزریق جانبی در قالبهای تک حفره ای:

اگر با توجه به اندازه قالب فقط یک حفره قالب برای قطعه نسبتاً بزرگ ممکن باشد،آنجا که اثر گلویی تزریق در مرکز قطعه قابل قبول نیست و یا اگر سمت گیری خاصی مورد نیاز باشد قالب به صورت جانبی تزریق می شود.در این حالت یک مانیفلد گرم مذاب را از نازل ماشین که مرکز قالب است به گلویی تزریق جانبی می برد.یک روش مناسب دیگر استفاده از ماشینهایی است که به وسیله آنها می توان مواد را در خط جدایش تزریق کرد و یا اینکه در آنها جابجایی عرضی قسمت تزریق امکانپذیر است.

۳- مانیفلد گرم برای قالبهای چند حفره ای:

اگر لازم باشد که ماده در خارج از خط جدایش اصلی توزیع شود اغلب مانیفلد گرم به کار می رود. در قالبهای چند حفره ای خاص،به ویژه اگر قطعات تزریق مرکزی شوند،یا اگر مواد با حفره قالب تلاقی کند،این کار ضروری است.در مقایسه با قالبهای سه صفحه ای که سیستم راهگاه نسبتاً حجیمی دارند،بیرون اندازی را هم مشکل می کند،حذف دور ریز و هزینه آسیاب کردن مجدد مواد امتیاز مهمی است امتیازهای دیگر عبارتند از افت فشار کمتر،انتقال بهتر فشار و سیکلهای کوتاهتر.

۴- قطعاتی که از چند نقطه تزریق می شوند:

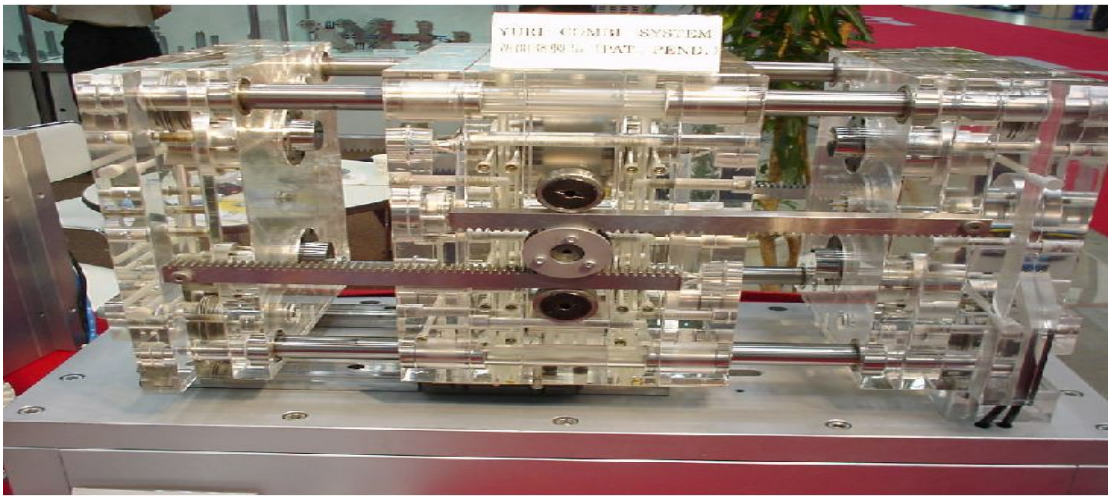
قطعاتی که نسبت طول به ضخامت جریان آنها بزرگ است،اغلب قطعات بزرگ برای حفظ ضخامت دیواره و پر شدن یکنواخت باید تزریق چندگانه شوند.اگر مذاب را نتوان در شکافهای قطعه که خط جدایش قرار دارد توزیع کرد،آنگاه مواد در عرض حفره قالب در خارج از خط جدایش حمل می شود.

۵- تزریق عرضی قالبهای چند حفره ای:

تزریق عرضی قطعات بوسیله مانیفلد گرم ظرافت استادانه می خواهد.به علت اینکه جلوگیری از نشت مشکل است زیرا نیروی گیرنده ماشین را نمی توان برای اینکار استفاده کرد،این روش کمتر بکار می رود.به علاوه ممکن است یک تکه سرد در گلویی ترزیق از خروج از قالب جلوگیری کند در حالی که روشهای تزریق راحت تری وجود دارد.در خیلی از موارد،تزریق جانبی،برخی اوقات با گلویی تزریق تونلی،با راهگاه استاندارد در صفحه خط جدایش امکانپذیر است.

۶- قالبهای طبقه ای (stock mould):

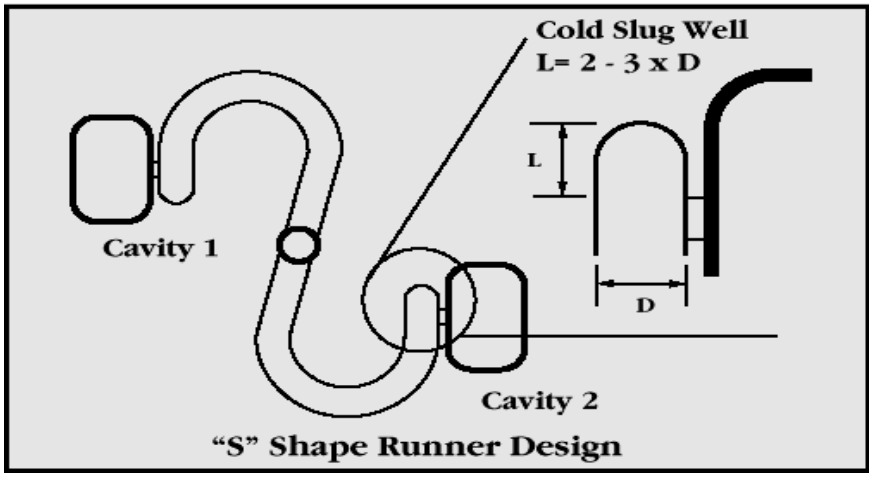
با حمل مذاب در راهگاه گرم،انتخاب آزادانه مسیر جریان ممکن می شود.حتی می توان مواد را از سمت پران یـا از خـارج به حفره ها منتقل کرد.



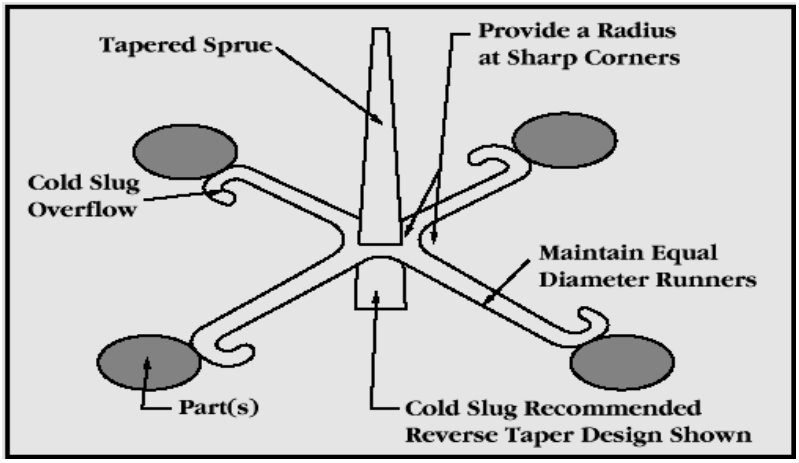
شکل(۴ - ۲) قالب طبقه ای

- سرباره گیر مواد (Cold slug well):

استفاده از سر باره گیر مواد در سیستم راهگاه سرد اغلب توصیه می شود.نتیجه اینکار این است که هر گونه مواد سـردی که در نوک سر نازل دستگاه وجود داشته و به داخل قالب تزریق شده است را به دام می اندازد و اجازه نمی دهـد کـه بـه داخل حفره تزریق شود که در نتیجه از تزریق قطعه معیوب جلوگیری می کند.اگر این مواد سرد در داخـل حفـره تزریـق شود منجر به معایب سطحی مثل اثر جت مواد و اثر گیت و همچنین ضعیف شـدن قطعـه در بعـضی نـواحی مـی گـردد. (شکل۵ – ۲ و۶ – ۲)



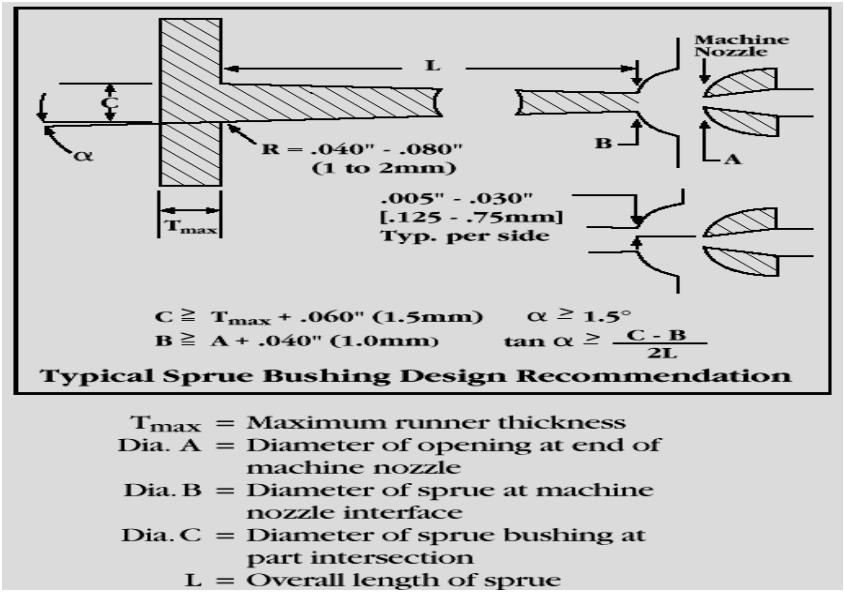
شکل(۵ - ۲) سرباره گیر مواد



شکل(۶ – ۲) سرباره گیر مواد

۲-۶-۴ گلویی تزریق (gate) :

انتقال مواد از راهگاه به حفره قالب را انجام می دهد.برای جدا شدن آسان و راحت گیت از قطعه باید ابعاد گیت تا حد امکان کوچک باشد.(شکل۷ – ۲)



شکل(۷ – ۲) گلویی تزریق

- طراحی گلویی تزریق (Gate Design):

گلویی تزریق قطعه را به راهگاه وصل مـی کنـد.معمـولاً کـوچکترین سـطح مقطـع در سیـستم راهگـاهی را دارا مـی باشد.طراحی گلویی تزریق بسیار وابسته به طراحی محصول و قالب دارد.اغلب اوقات مناسب ترین نـوع و محـل گلـویی تزریق در قطعه در قالب امکانپذیر نمی باشد و باید به دنبال راه حل های دیگری رفت.

عواملی که بر طراحی گیت موثر هستند عبارتند از:

۱- ابعاد گلویی تزریق(سایز)

۲- کیفیت سطحی مورد نیاز محصول

۳- خواص مکانیکی مورد نیاز قطعه

۴- نوع مواد تزریقی

۵- پیچیدگی هندسی قطعه

۶- بازده اقتصادی

در طراحی گلویی تزریق باید مراحل زیر را بترتیب انجام داد:

۱- موقعیت گلویی تزریق

۲- تکنولوژی ایجاد گلویی تزریق

۳- نوع گلویی تزریق

۴- ابعاد گلویی تزریق

۱-۴-۶-۲ انواع گلویی تزریق(Gate) :

۱- گلویی تزریق فیلمی (Tab Gate Film Gate)

۲ -گلویی تزریق تونلی (Sub Tunnel Gate)

۳- گلویی تزریق تونلی در نیمه ثابت قالب

۴- گلویی تزریق تونلی بغل پران (THRICK Sub Gate)

۵- گلویی تزریق بادبزنی (Fan Gate)

۶- گلویی تزریق لبه ای (Edge Gate)

۷- گلویی تزریق دیافراگمی (Diaphragm Gate)

۸- گلویی تزریق تونلی قاشقی (Cashew Gate)

۹- گلویی تزریق طولی (Flash Gate)

۱۰- گلویی تزریق مستقیم (SPRUE Gate)

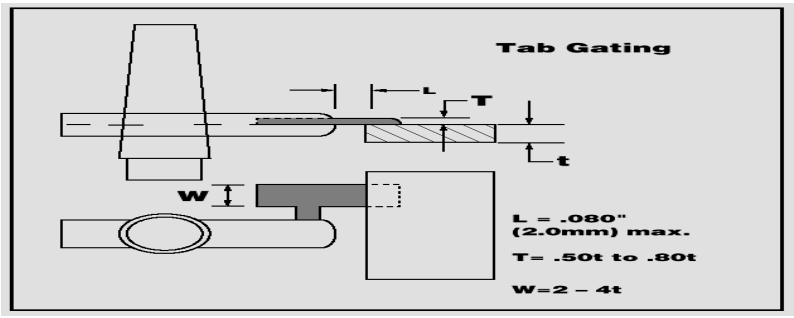
۱۱- گلویی تزریق نقطه ای(سوزنی) (Pinpoint Gate)

۱۲- گلویی تزریق فیلمی از زیر قطعه

۱۳- گلویی تزریق حلقه ای

۱- گلویی تزریق فیلمی (Tab Gate Film Gate):

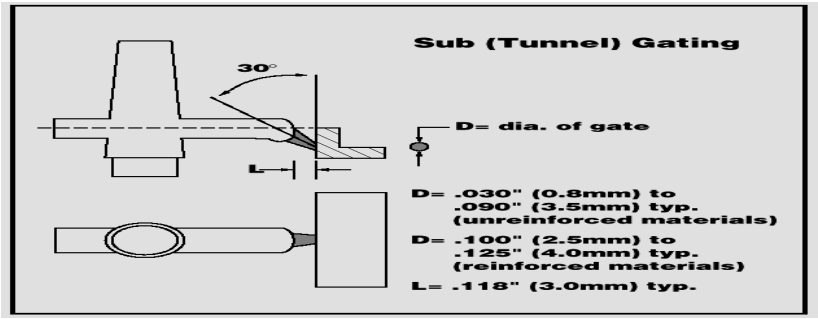
این نوع گلویی تزریق بیشتر زمانی بکار می رود که مسطح بودن و تختی قطعه(Flatness)مهم باشد و یا اینکه قطعه سطوح بزرگی داشته باشد و نباید قطعه پس از تزریق تاب بردارد.برای جداکردن این گلویی تزریق از قطعه پس از تولید باید از ابزار برنده نظیر کاتر استفاده کرد.



شکل(۸ - ۲) گلویی تزریق فیلمی

۲-گلویی تزریق تونلی (Sub Tunnel Gate):

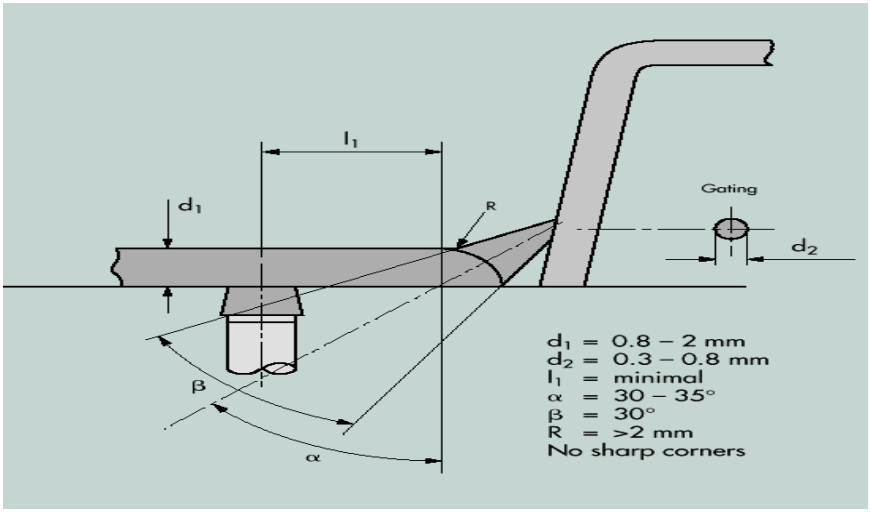
مهمترین مزیت این نوع گلویی تزریق جدا شدن اتوماتیک از قطعه هنگام پران می باشد.معمولاً در بیشتر مواقع گلویی تزریق تونلی در نیمه متحرک قالب کار می شود تا هنگام پران به راحتی راهگاه پران شده و از قطعه جدا گردد.ولی در بعضی مواقع هم گلویی تزریق تونلی در نیمه ثابت قالب کار می شود.



شکل(۹ - ۲) گلویی تزریق تونلی

۳- گلویی تزریق تونلی در نیمه ثابت قالب:

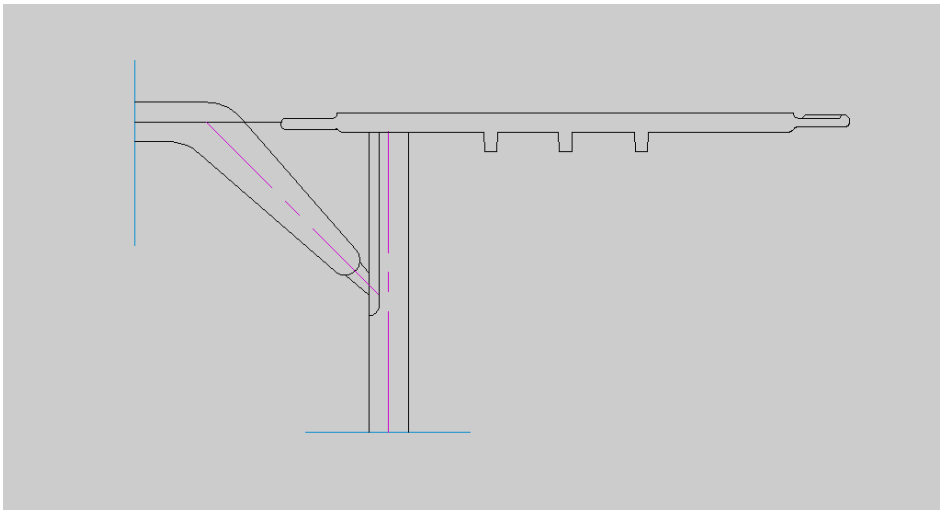
در بعضی مواقع هم گلویی تزریق تونلی در نیمه ثابت قالب کار می شود که در این صورت لازم است در قالب،در نزدیکی گلویی تزریق در راهگاه از یک راهگاه کش استفاده کرد تا هنگام باز شدن قالب این راهگاه کش باعث جداشدن گلویی تزریق از قطعه گردد و پس از آن پران شود.



شکل(۱۰ – ۲) گلویی تزریق تونلی در نیمه ثابت

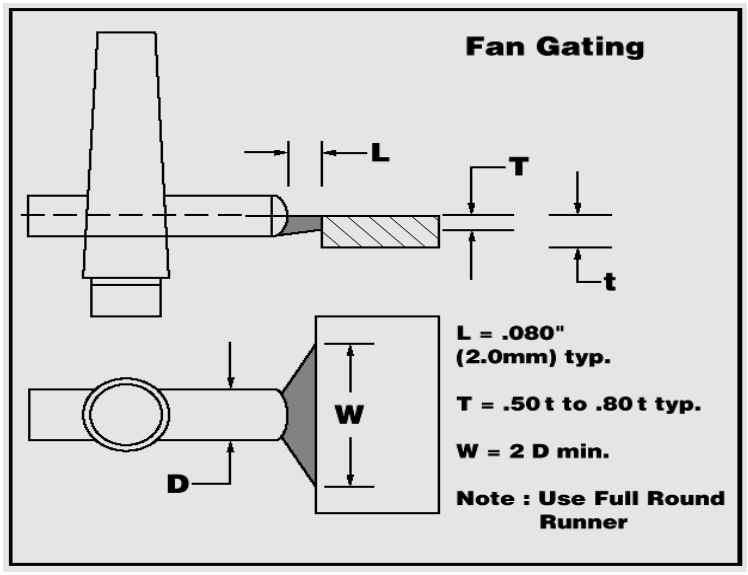
۴- گلویی تزریق تونلی بغل پران (THRICK Sub Gate):

این گلویی تزریق مانند تونلی معمولی می باشد،با این تفاوت که ورودی مواد از کنار پران می باشد و بنابراین جدا شدن گلویی تزریق از قطعه راحت تر انجام می شود.



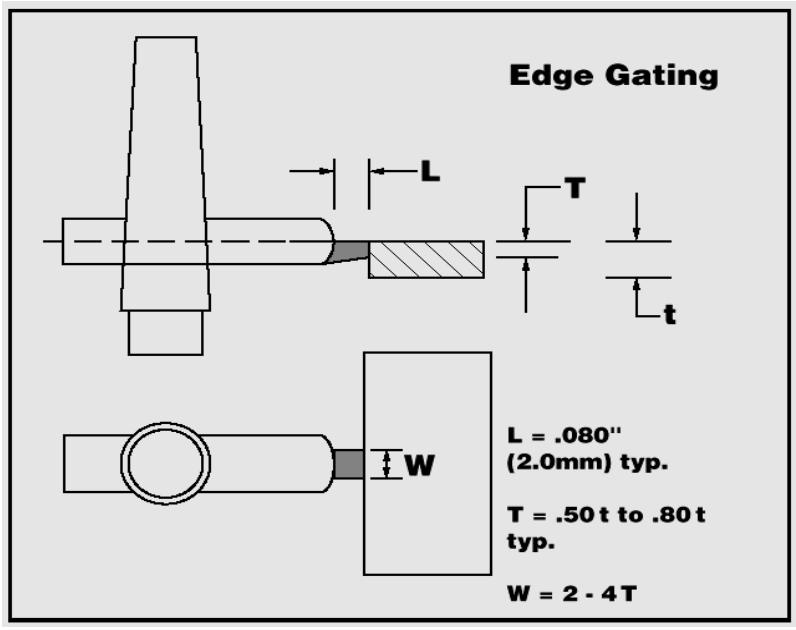
شکل(۱۱ – ۲) گلویی تزریق تونلی بغل پران

۵- گلویی تزریق بادبزنی (Fan Gate):



شکل(۱۲ - ۲) گلویی تزریق بادبزنی

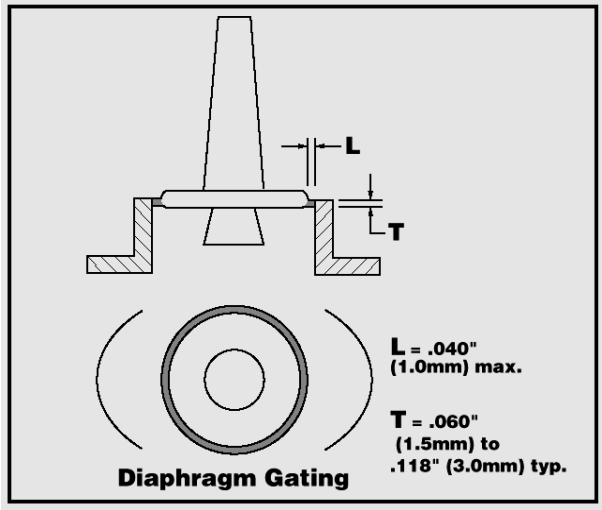
۶- گلویی تزریق لبه ای (Edge Gate):



شکل(۱۳ - ۲) گلویی تزریق لبه ای

۷- گلویی تزریق دیافراگمی (Diaphragm Gate):

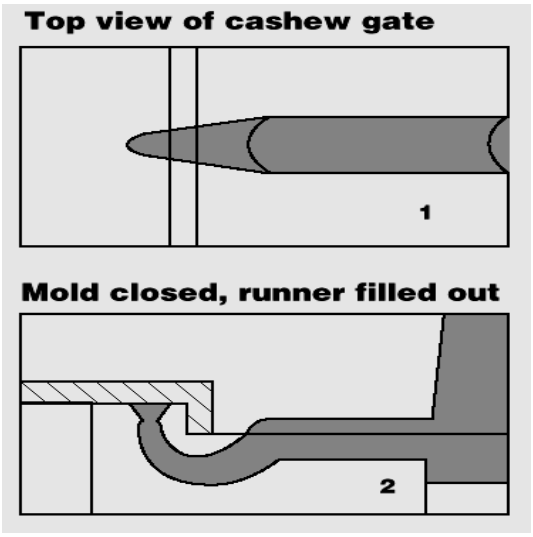
این نوع گلویی تزریق برای قطعات استوانه ای شکل کاربرد دارد.برای جدا کردن این نوع گیت از قطعه پس از تولیـد نیـاز به ابزار مخصوص می باشد.

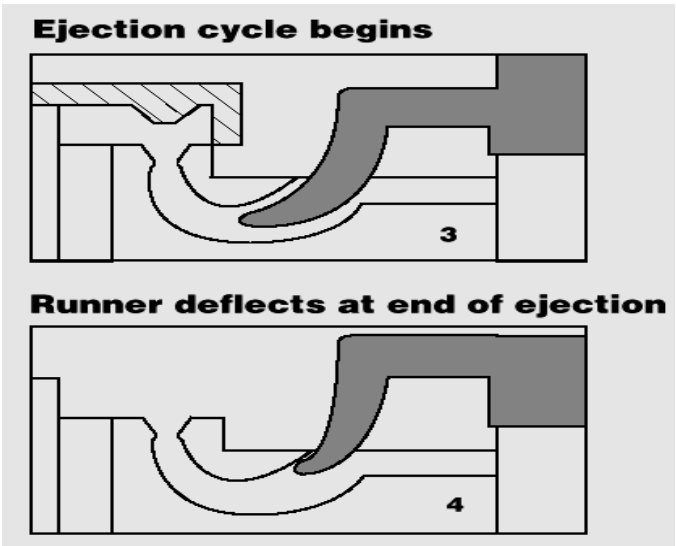


شکل(۱۴ - ۲) گلویی تزریق دیافراگمی

۸- گلویی تزریق تونلی قاشقی (Cashew Gate):

این نوع گلویی تزریق مناسب برای موادی است که نرمتر می باشد،چون برای در آمدن راهگاه از قالب هنگـام پـران بایـد راهگاه تغییر شکل پیدا کند.

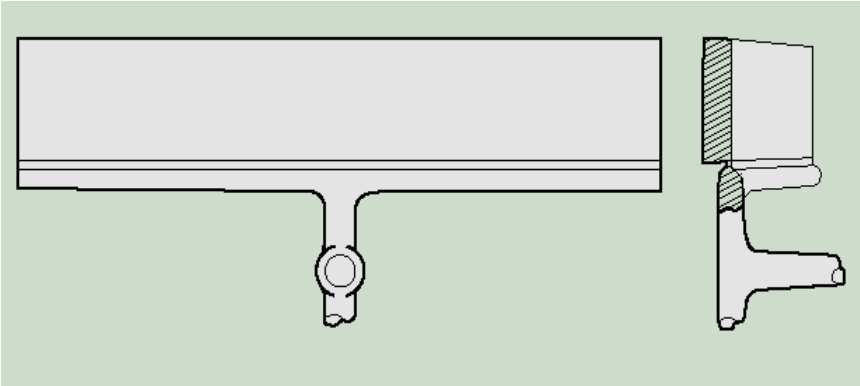




شکل(۱۵ - ۲) گلویی تزریق تونلی قاشقی

۹- گلویی تزریق طولی (Flash gate):

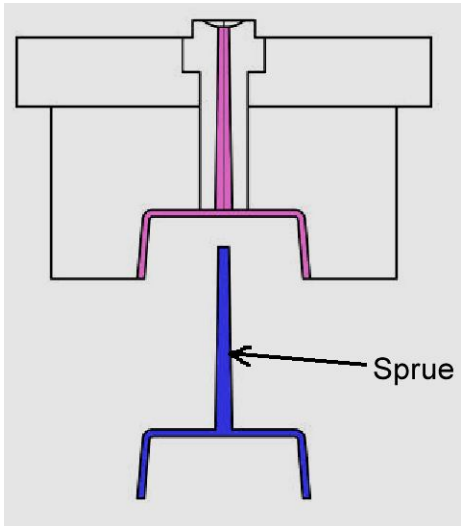
این نوع گلویی تزریق باعث می شود که حفره قالب بطور همزمان پر شود.بنابراین این مزیت را دارد که اثرات جریان مواد بر روی قطعه باقی نمی ماند.البته برای جدا کردن راهگاه از قطعه پس از تولید نیاز به ابزار مخصوص و یا کاتر می باشد.

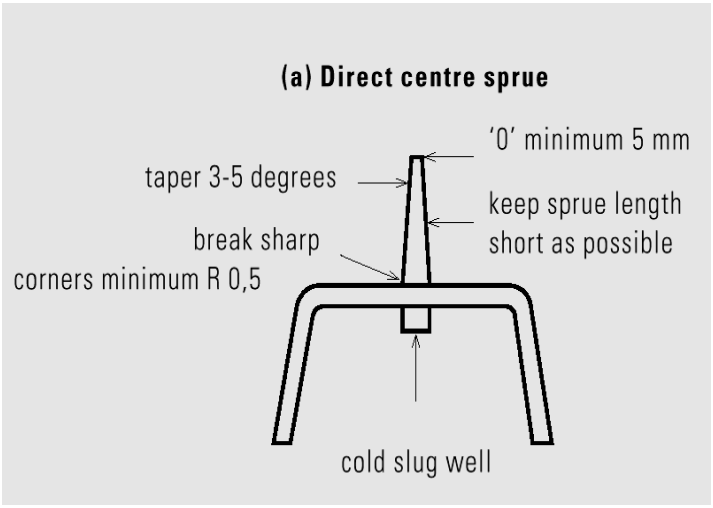


شکل(۱۶ - ۲) گلویی تزریق طولی

۱۰- گلویی تزریق مستقیم (SPRUE GATE):

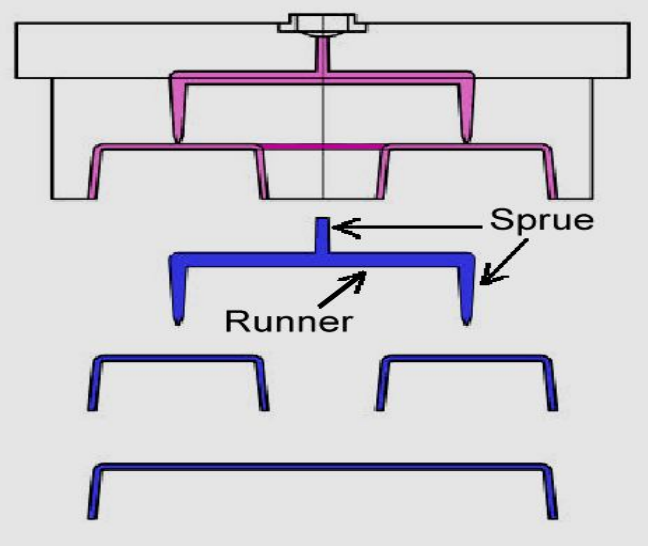
این نوع گلویی تزریق برای پلاستیکهای دارای ویسکوزیته بالا و حساس به گرما استفاده می شود. از قدیمی ترین و آسانترین نمونه های گلویی تزریق می باشد.در این نوع یک برجستگی نسبتاً بزرگ روی قطعه بوجود می آید که از عیوب این نوع گلویی تزریق است.





شکل(۱۷ - ۲) گلویی تزریق مستقیم

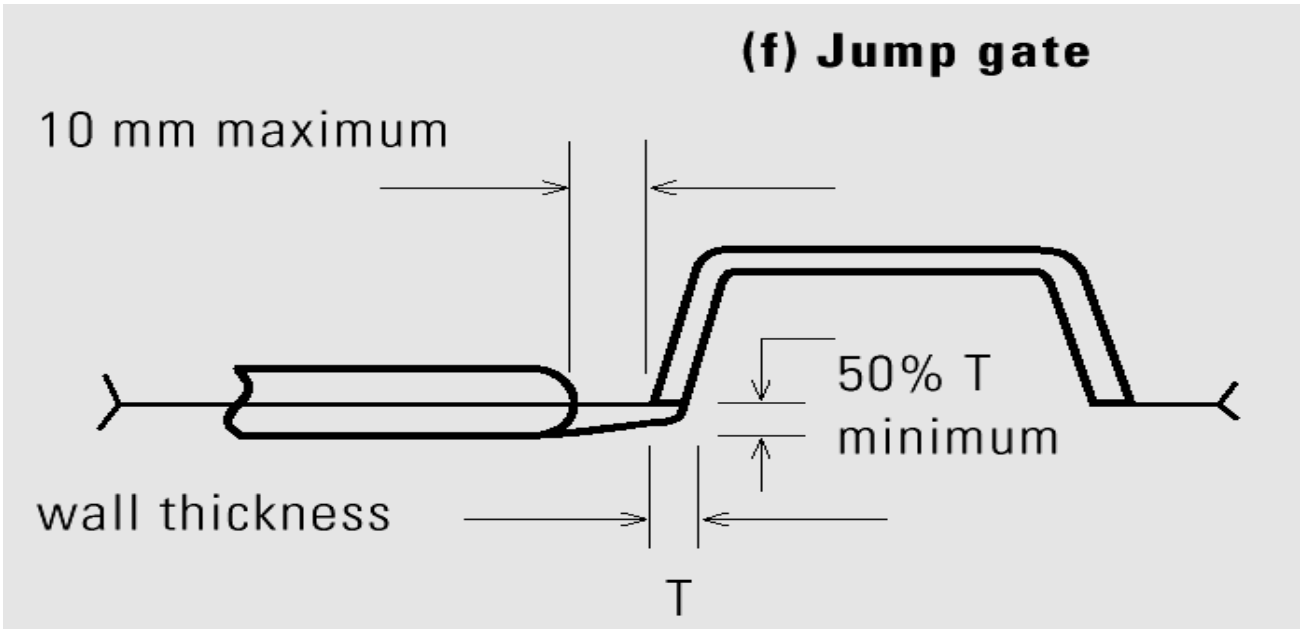
۱۱- گلویی تزریق نقطه ای(سوزنی) (Pinpoint Gate):



شکل(۱۸ - ۲) گلویی تزریق سوزنی

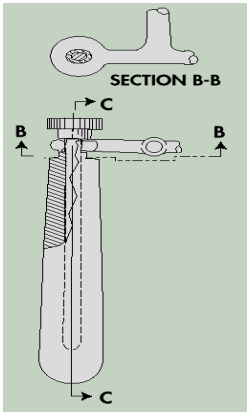
۱۲- گلویی تزریق فیلمی از زیر قطعه:

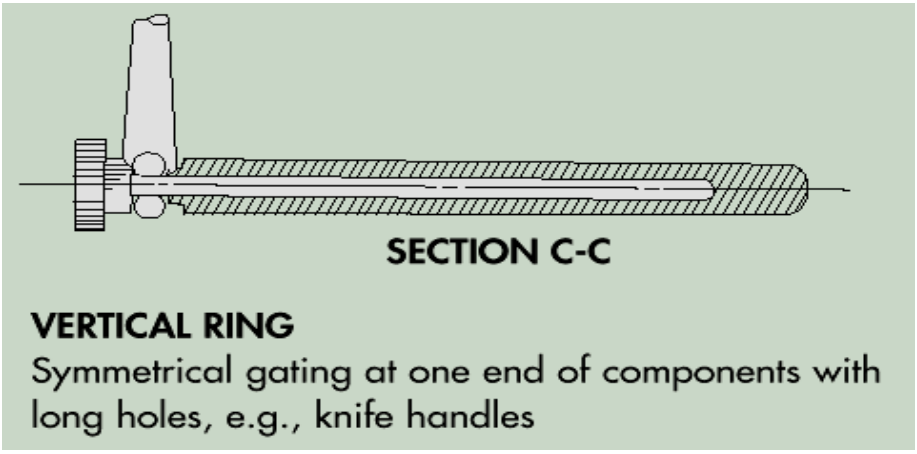
مزیت این نوع گلویی تزریق در این است که اثر گیت(گلویی تزریق)بر روی سطح نمای قطعه باقی نمی مانـد. ایـن اثـر در زیر قطعه می باشد.



شکل(۱۹ - ۲) گلویی تزریق فیلمی از زیر قطعه

۱۳- گلویی تزریق حلقه ای:



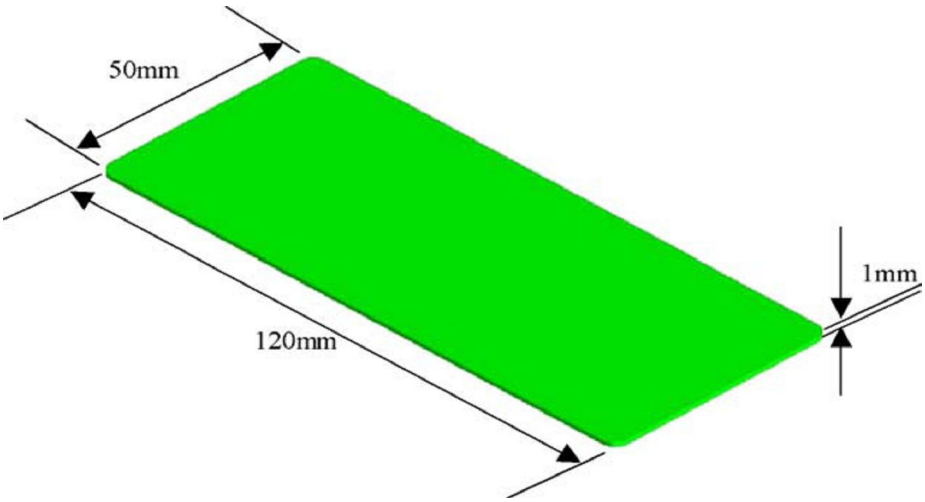


۷-۲- طراحی و آنالیز گرمایی قالب تزریق پلاستیک

۱-۷-۲. اصول کار :

طراحی نمونه پیچش:

این بخش طراحی نمونه تست پیچش را در قالب تزریق بیان می کند . همانطور که می دانید پیچش خود را بیشتر در قطعات جدار نازک نشان می دهد. بنابراین هدف اصلی در ساخت نمونه ، طراحی قطعه ای پلاستیکی است تا بتواند فاکتور مهم پیچش را در قطعات تزریقی با جداره نازک نشان دهد. نمونه ما نمونه ای جدار نازک می باشد اندازه کلی آن mm ۱۲۰ طول ،mm ۵۰ عرض و mm ۱ ضخامت می باشد. جنس ماده کاربردی در ساختABS می باشد.دما ، فشار و زمان تزریق به ترتیبc° ۲۱۰، ۳ ثانیه و mpa ۶۰ می باشد . شکل ۱ نمونه تست پیچش را نشان می دهد.



شکل ۱)مشخصات نمونه تست پیچش

طراحی قالب تزریق جهت نمونه پیچش:

این بخش نکات و عوامل موثر در طراحی قالب تولید کننده نمونه تست پیچش را بیان می کند.ماده به کار رفته در ساخت قالب تزریق فولاد کربنی ۱۰۵۰ AISI می باشد.

*** در طراحی قالب چهار ایده به کا رفته است:**

۱-قالب سه صفحه ای دارای دو خط جدایش با یک حفره ، این ایده به دلیل هزینه بالا امکان پذیر نیست .

۲-قالب دو صفحه ای دارای یک خط جدایش با یک حفره بدون سیستم گیت ، این ایده به دلیل مقدار کم تزریق در تولید امکان پذیر نیست.

۳-قالب دو صفحه ای دارای یک خط جدایش با دو حفره با سیستم گیت و پران ، این ایده به دلیل آسیب رسیدن به قطعه در زمان پران امکان پذیر نیست.

۴-قالب دو صفحه ای دارای یک خط جدایش با دو حفره با سیستم گیت ، و برای جلوگیری از آسیب رسیدن به قطعه دارای اسپرو کش باشد.

*** نکات دیگری نیز در طراحی مطرح می باشند:**

.در مرحله اول ، طراحی قالب بر اساس ابعاد مجاز صفحه ماشین مورد استفاده می باشد (BOY 22D) .ابعاد صفحه ماشین تزریق به لحاظ فاصله مجازی که دو TIE BAR می توانند داشته باشند بستگی دارد. فاصله بین دو ستون ها ۲۵۴ میلی متر می باشد، بنابراین ماکسیمم عرض صفحه قالب نبایستی از این مقدار بیشتر شود . علاوه بر این ۴ میلی متر فضا نیز جهت تنظیمات و جابجایی بین ستون ها و قالب در نظر گرفته می شود ، بنابراین ماکسیمم عرض ما ۲۵۰ میلیمتر می شود . قالب استاندارد فضای ۲۵۰×۲۵۰ را اشغال می کند ، جهت گیره بندی قالب به ماشین از گیره MATEX در گوشه بالا و راست و گوشه چپ و پایین استفاده می شود.

در طراحی گیره ها ، حد تحمل فشار آنها را بیشتر از فشار درون حفره قالب در نظر می گیرند تا از فوران مواد مذاب جلو گیری شود.

ابعاد قالب تحت استاندارد تعیین می شود. عرض و ارتفاع صفحه ما هیچه ۲۰۰ و ۲۵۰ میلیمتر می باشد.این ابعاد به دلیل اینکه فضای کافی در اختیار ما می گذارد قابلیت ایجاد دو حفره به صورت موازی را دارد و بوش اسپرو نیز جهت تغذیه قالب به کار میرود .

در قالب ما یک خط جدایش استاندارد برای قطعه ایجاد شده است .

زمانی که قالب باز می شود محصول به همراه راه گاه از خط جدایش خود آزاد می شود .

در این قالب گیت استاندارد نیز تعریف شده است . گیت در بین راه گاه و محصول قرار گرفته است ، انتهای گیت دارای $^{\circ}$ ۲۰ شیب می باشد و ضخامت آن نیز ۰،۵ میلی متر می باشد تا راحت تر بتواند جدا شود . در مدخل قالب عرض گیت ۴ میلی متر و ضخامت آن ۰،۵ میلی متر می شود . در طراحی قالب ، از راه گاه با سطح مقطع سهموی استفاده می شود تا ماشین کاری نیمه ی قالب ما راحت تر باشد (در قالب ما صفحه ماهیچه می باشد .) ولی این نوع

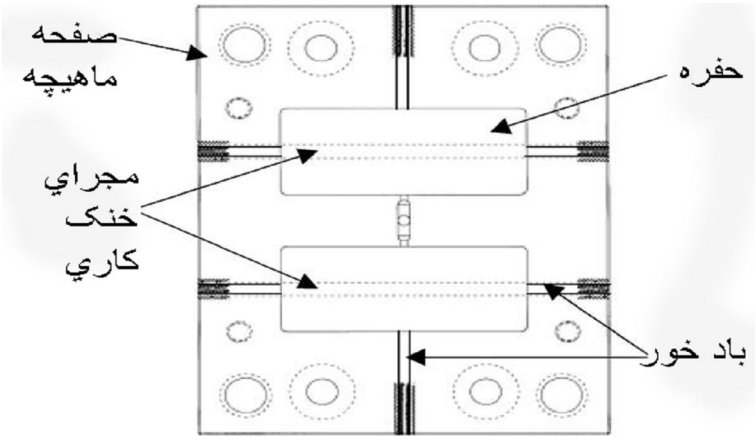
راه گاه دارای معایبی از قبیل هدر دهی زیاد گرما را دارد (در مقایسه با راه گاه دایره ای). و موجب سرد شدن سریع مذاب می شود . با افزایش قطر راه گاه تا حدود ۶ میلی متر و کاهش طول آن می توان این مشکل را حل کرد .
از دیگر وظایف راه گاه رساندن مذاب به صورت هم دما و هم فشار در حفره های قالب می باشد.

*** نکته دیگر در طراحی ، طراحی باد خور ها می باشد :**

ما به جهت جلوگیری از پاشش مذاب سطح مشترک بین صفحه حفره و صفحه ماهیچه ر ا بسیار عالی پرداخت می کنیم . ولی این کار در زمان بسته شدن قالب ، موجب محبوس شدن هوا و در نتیجه بروز عیب در محصول می شود ، با طراحی باد خور های کافی میتوان از بروز این عیب جلوگیری کرد.
سیستم خنک کاری به صورت افقی و در امتداد حفره ها قرار می گیرد تا سرد کردن به صورت یکنواخت باشد ، این مجاری خنک کار هم در حفره قالب و هم در ماهیچه ایجاد می شوند . مجاری خنک کاری با گردش سیال ، خنک کاری مناسبی را ایجاد می کنند . شکل زیر حفره قالب را به همراه باد خور ها و مجرا های خنک کاری موجود در صفحه ماهیچه نشان می دهد.

سیستم پران قالب شامل :

صفحه نگه دارنده پران ، اسپرو کش و همچنین صفحه پران می باشد.



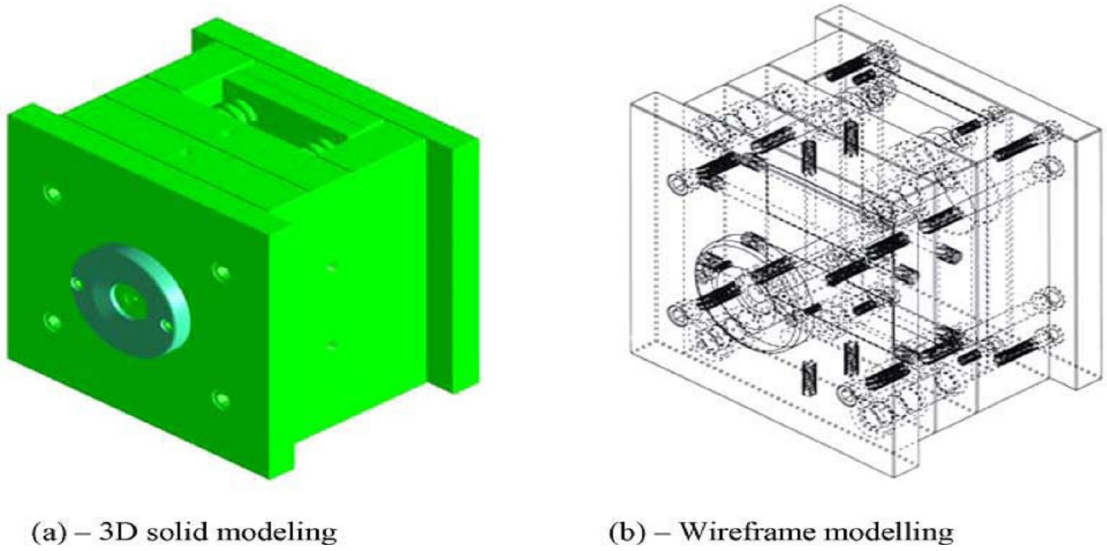
حفره قالب به همراه باد خور و مجرا های خنک کاری

اسپرو کش در مرکز ماهیچه واقع شده است و علاوه بر اینکه وظیفه کشیدن اسپرو را در زمان باز شدن قالب دارد ، نقش هل دهنده ی قطعه کار را نیز دارد و به عنوان پران عمل می کند . پس به دلیل نازک بودن قطعه کار نزدیک به ۱ میلی متر دیگر نیازی به پران اضافی نمی باشد ، پران اضافی می تواند با ایجاد سوراخ به قطعه کار آسیب بزند.
درآخر تلرانس ابعادی مناسبی جهت جبران انقباض می بایست اعمال شود ، شکل ۳ مدل سه بعدی به همراه مدل wire frame را که unigraphic استفاده می کند ، نشان می دهد.

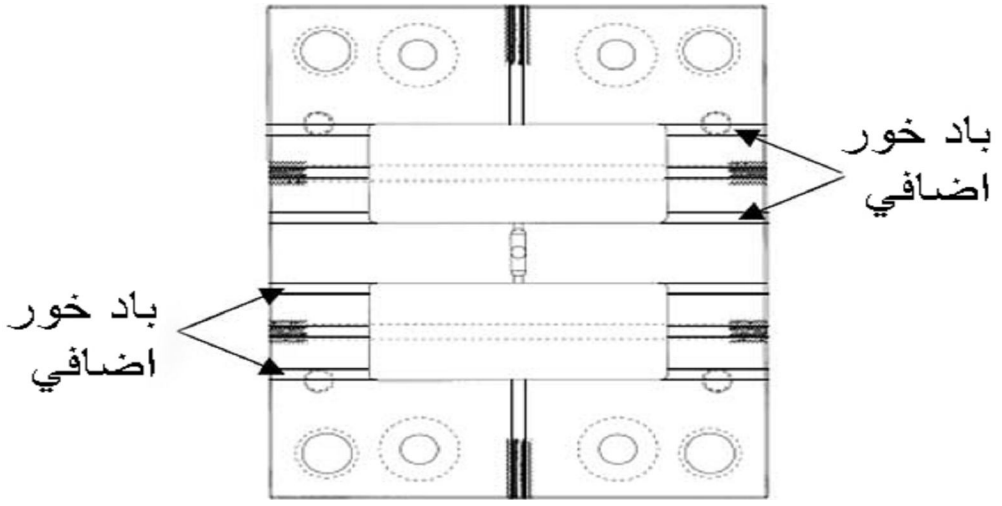
۲-۷-۲ بحث و نتایج :

*نتایج تهیه محصول و اصلاحات آن :

در طراحی و مونتاژ قالب ، نمونه تست پیچش تولید شده عیوبی را در مرحله تولید امتحانی دارا می باشد. این عیوب شامل پاشش و پیچش قطعه کار می باشد . عیب گلوله ای شدن را می توان با ایجاد باد خور اضافی و ممانعت از گیر افتادن هوا رفع کرد . در ضمن پاشش با کاهش فشار گیره بندی کاهش می یابد.



مدل سه بعدی و wire frame از قالب



باد خور های اضافی جهت جلوگیری از گلوله ای شدن مواد

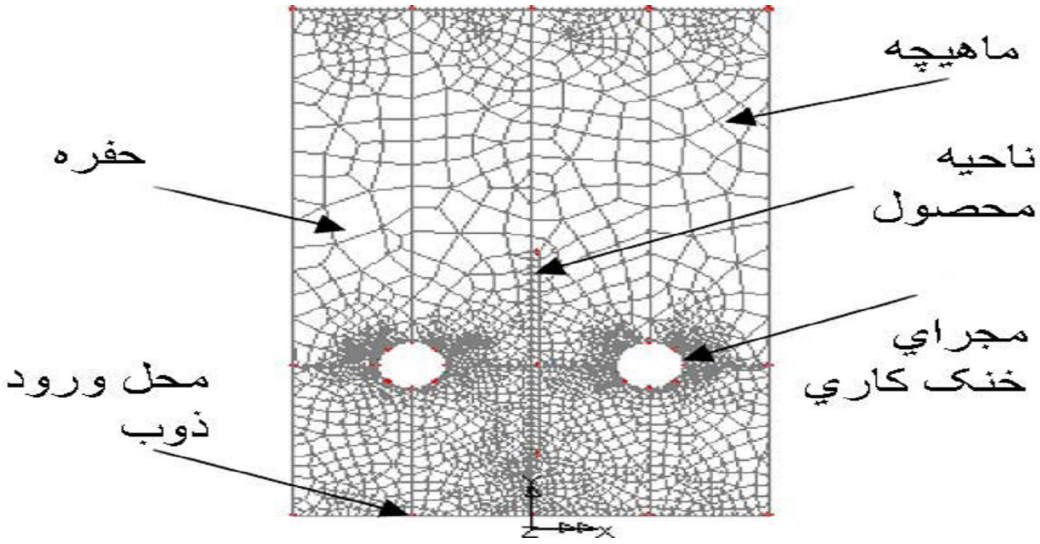
پیچش نیز با تغییر پارامتر ها یی از قبیل زمان تزریق ، دمای تزریق و دمای ذوب قابل کنترل است. بعد از این اصلاحات قالب قادر به تهیه نمونه تست پیچش با کیفیت بالا و هزینه پایین می باشد و همچنین در محل جدایش گیت ، پرداخت کمی نیاز دارد . شکل ۴ اصلاح شده به همراه باد خور ها را نشان می دهد که مانع عیب گلوله شدن short shot می شود.

***بررسی جزئیات قالب و محصول :**

بعد از اینکه قالب و محصول آماده شدند ، آنالیز قالب و محصول آغاز می شود . در فرایند قالب گیری تزریق ، پلاستیک ، ABSذوب شده در دمای ۲۱۰°c به صورت مستقیم از طریق بوش اسپرو به درون حفره قالب تزریق می شود . بعد از سرد شدن ، قطعه حاصل می شود . سیکل تولید ۳۵ ثانیه می باشد و ۲۰ ثانیه از آن صرف سرد شدن قطعه کار می شود . ماده مورد استفاده در ساخت نمونه پیچش ABS می باشد و دما وزمان و فشار تزریق به ترتیب ۲۱۰°c و ۳ ثانیه وMPa ۰ می باشد . ماده به کار رفته در ساخت قالب تزریق فولاد کربنی ۱۰۵۰ AISI می باشد .در فرایند تحلیل المان محدود خواص مواد در پخش گرما موثر می باشد .

در آنالیز قالب اجزای بحرانی صفحه حفره و ماهیچه می باشند . زیرا محصول در آنها ساخته می شود. جهت آنالیز و بررسی گرما و نحوه پخش دما در دماهای مختلف از نرم افزارLUSASنسخه ۱۳،۵ استفاده می شود.

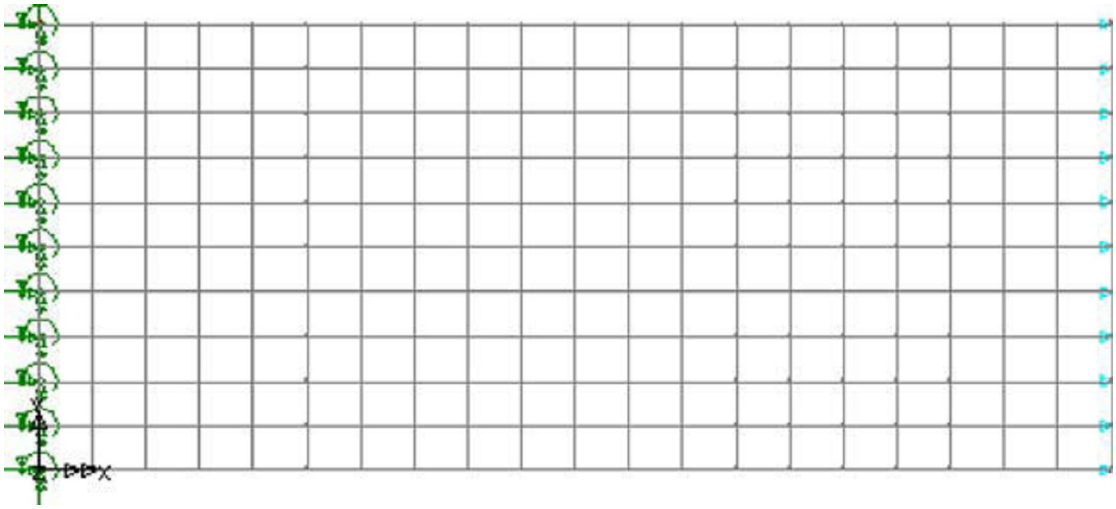
جهت بررسی اثر تنش پسماند گرمایی ، آنالیز گرمایی دو بعدی در محل های مختلف صورت می گیرد . به دلیل تقارن ، مدل سازی آنالیز گرما فقط در نیمه ی بالای سطح مقطع عمودی یا سمتی که ماهیچه و حفره در زمان تزریق با یکدیگر تماس دارند ، بررسی می شود . شکل ۵ مدل آنالیز گرمایی را با شبکه بندی غیرمعمول نشان می دهد.



مدل آنالیز گرما

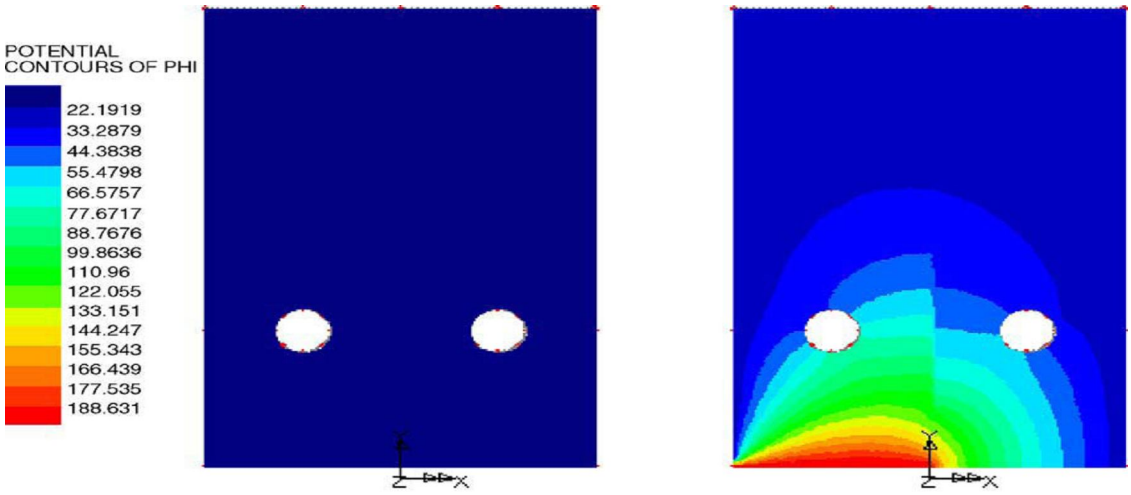
همچنین مدل سازی نمونه شامل تعیین خواص ، فرایند و زمان سیکل مدل می باشد . این روش به تحلیل گر المان محدود اجازه می دهد که قالب مدل شده را با رسم نمودار تغییرات دما بر حسب زمان در نقاط مختلف قالب بررسی کند . جهت تحلیل محصول یا آنالیز تنش کششی دو بعدی آن از نرم افزارLUSAS نسخه ۱۳ استفاده می شود.

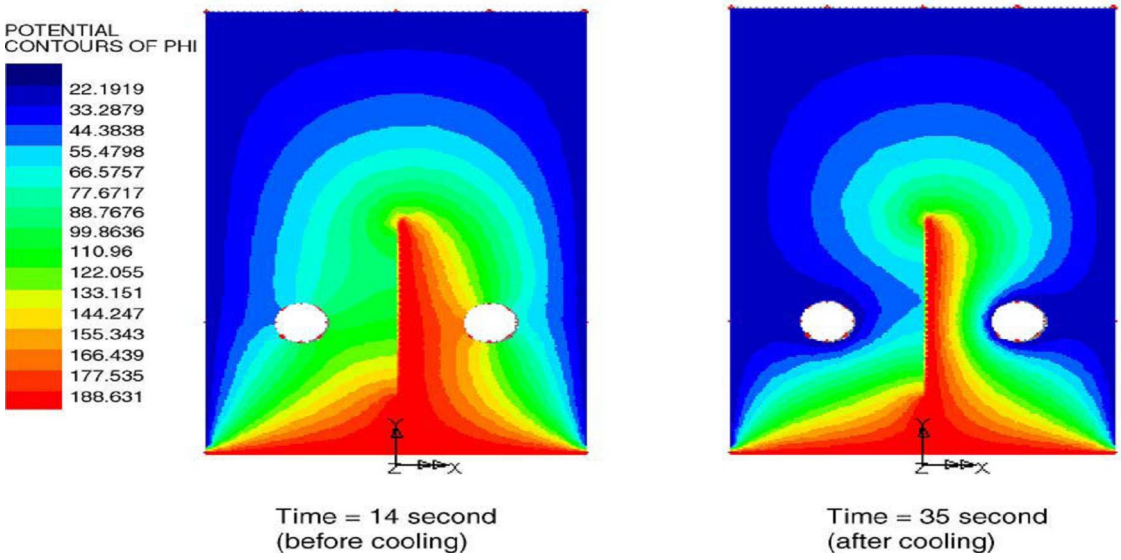
محصول زمانی که یک سمت قالب گیره بندی شود از سمت دیگر دچار کشش می شود . افزایش نیرو تا زمانی که مدل به حالت پلاستیک برسد ادامه می یابد . شکل ۶ آنالیز مدل بار گذاری شده ی قطعه را نشان می دهد.



***نتایج و بحث در مورد آنالیز قالب و محصول :**

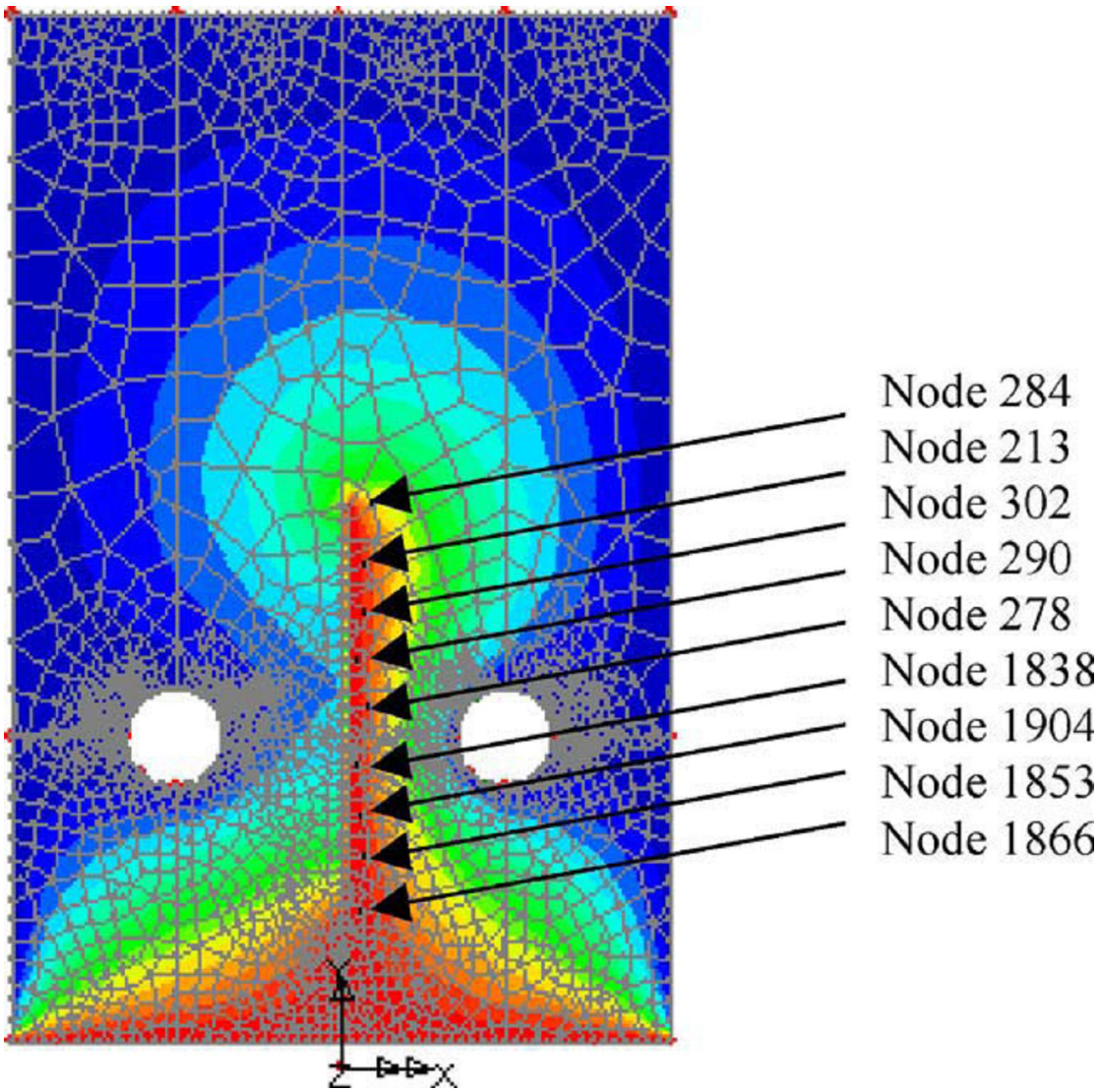
جهت آنالیز قالب ، پخش گرما در خلال زمان های مختلف مشاهده می شود شکل ۷ آنالیز دو بعـدی پخـش گرمـا در پیرامون جسم در خلال زمان های مختلف سیکل تزریق ا نشان می دهد.





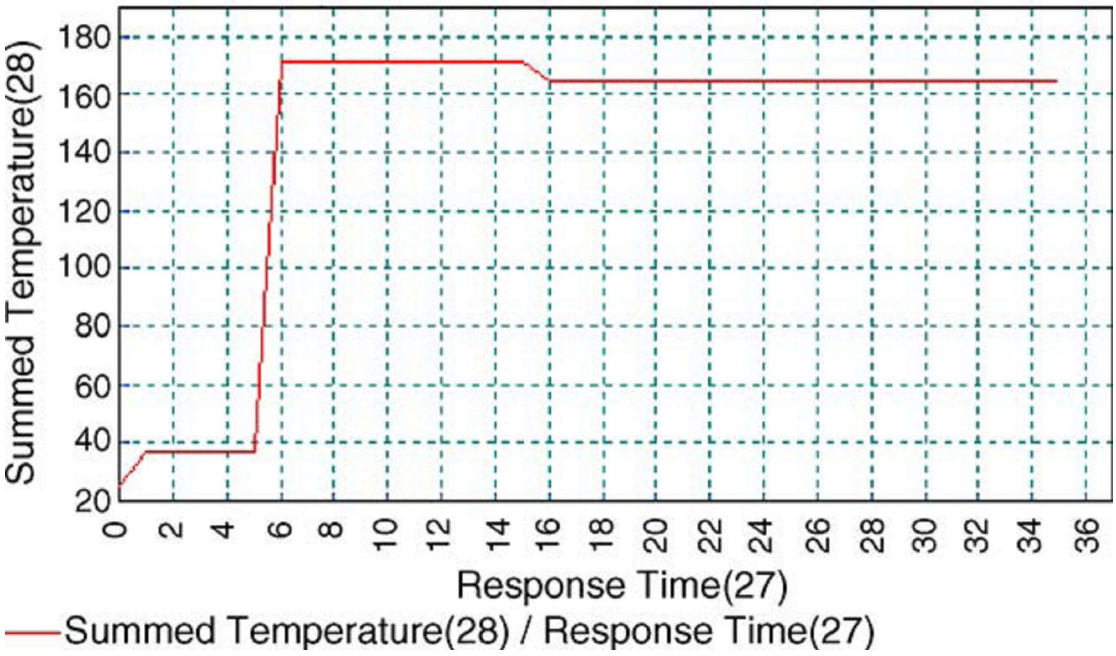
جهت آنالیز دو دو بعدی قالب ، نمودار ها ی وابسته به زمانی رسم می شوند تا اثر تنش پسماند گرمایی را در محصول نشان دهد.

نقاطی را که در رسم نمودار استفاده می شوند را نشان می دهد.

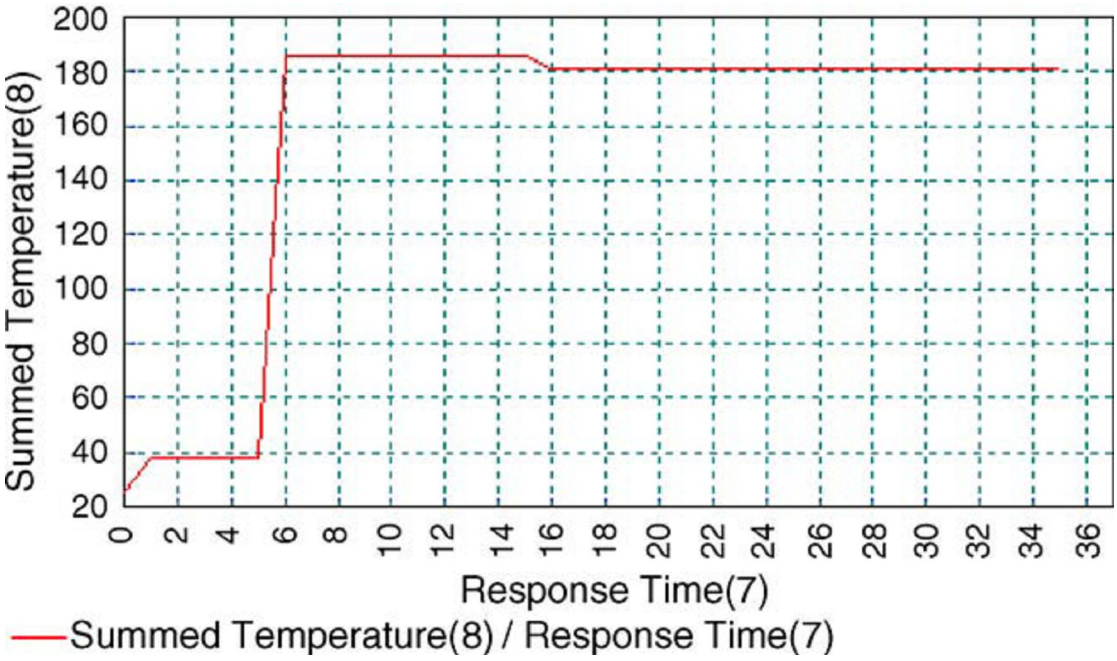


نقاط انتخابی نزدیک نواحی قطعه جهت رسم نمودارها ی وابسته به زمان

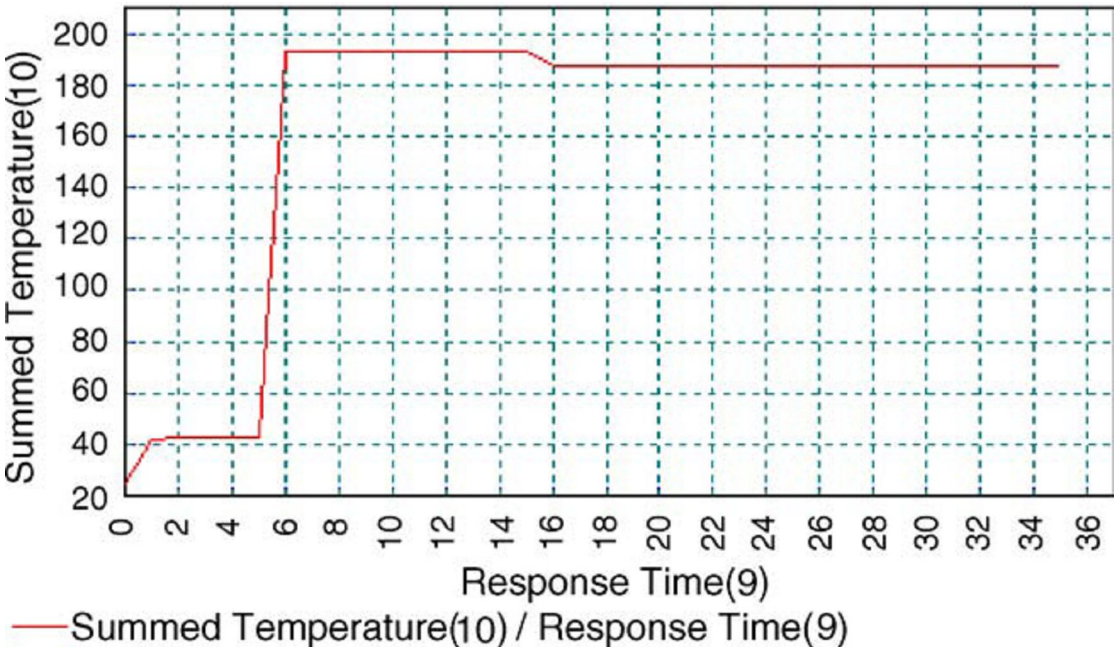
اشکال ۹ تا ۱۷ منحنی پخش دما را برای نقاطی که در شکل ۱۸ نشان داده شده ، نشان می دهد. از منحنی پخش دما در اشکال ۹ تا ۱۷ متوجه می شویم که تمام نقاط ، دچار افزایش دما می شوند . یعنی ازدما محیط به دمای معینی بالا تر از دمای محیط می رسند و سپس برای مدت زمان معینی دمایشان ثابت می شود . عامل این افزایش دما تزریق مذاب پلاستیک درحفره قالب بوده است . پس از مدتی دوباره دما زیاد می شود تا به بیشترین مقدار خود برسد و سپس ثابت می شود . این افزایش مجدد دما ناشی از مرحله قالب گیری می باشد که دارای فشار زیاد ی می باشد و تا زمانی که مرحله خنک کاری آغاز شود در این دما می ماند .پس از خنک کاری دما کاهش می یابد و پس از رسیدن به حد معین ثابت می شود.



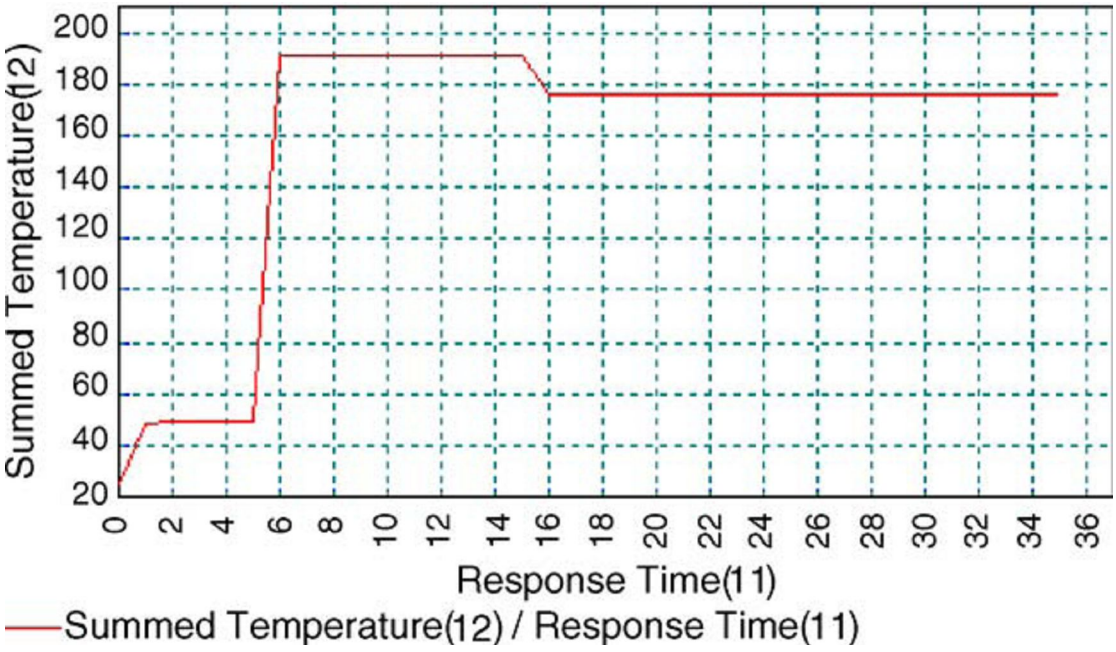
نمودار انتشار دما نقطه ۲۸۴



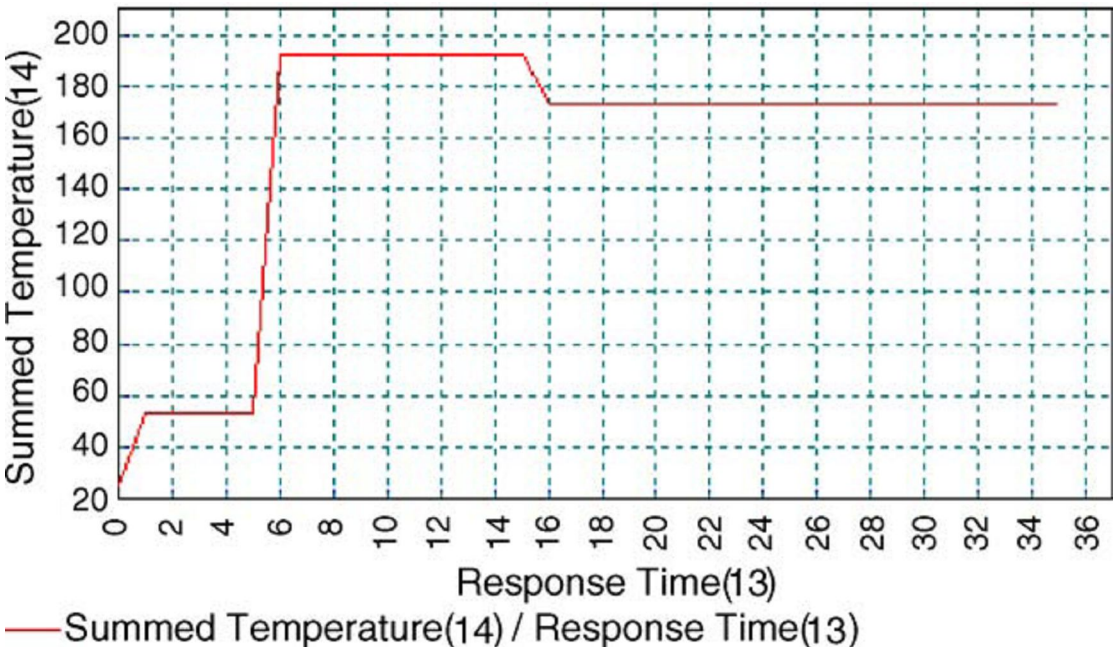
نمودار انتشار دما نقطه ۲۱۳



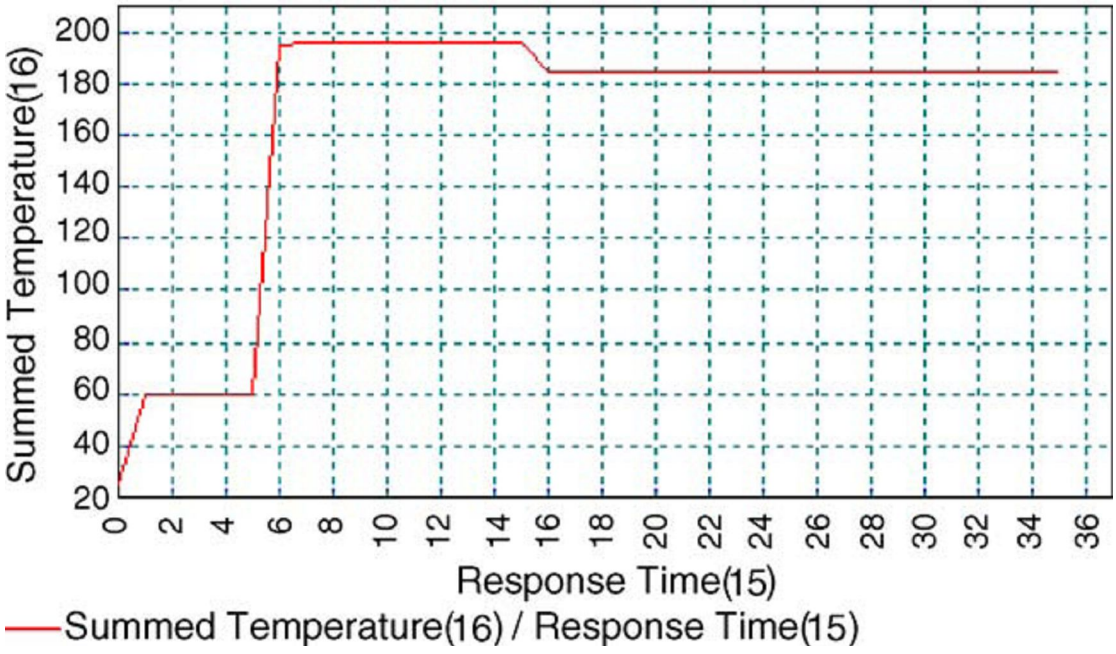
نمودار انتشار دما نقطه ۳۰۲



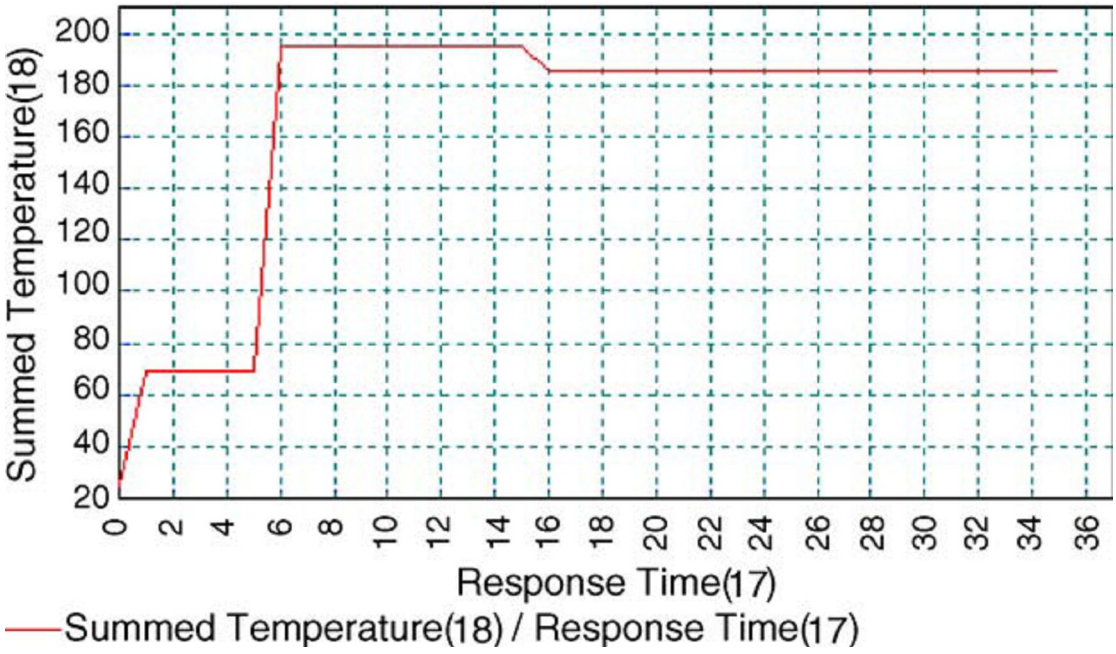
نمودار انتشار دما نقطه ۲۹۰



نمودار انتشار دما نقطه ۲۷۸



نمودار انتشار دما نقطه ۱۸۳۸



نمودار انتشار دما نقطه ۱۹۰۴

نمودارهای رسم شده زیاد گویا نیستند. زیرا نرخ پر شدن قالب و نرخ سرد شدن آن مشخص نمی باشد . این نمودارها فقط ماکسیمم دمایی را که قالب به آن می رسد را نشان می دهد.

بحرانی ترین مرحله در آنالیز تنش پسماند گرمایی در خلال مرحله خنک کاری می باشد . زیرا در خلال مرحله خنک کاری مواد از بالای دمای شیشه ای به زیر دمای شیشه ای می رسند . مواد دچار انقباض های مختلفی می شوند و این خود عامل تنش پسماندحرارتی و در نهایت پیچش می شود.

همانطور که در اشکال ۹ تا ۱۷ دیده می شود ، نقاطی که نزدیک مجاری خنک کار می باشند نسبت به نقاطی که از مجاری خنک کار دور می باشند ، به دلیل تبادل حرارت بیشتر ، بیشتر دچار اثر سرد شدن قرار می گیرند .

اثر خنک کاری به همراه نرخ سرد کردن کامل ، بیانگر میزان انقباض بیشتر در آن نواحی می باشد . اگر چه نقطه ۲۸۴ از مجاری خنک کار دور می باشد ولی بیشتر سرد می شود . زیرا این نقطه با محیط اطراف تبادل حرارتی دارد.

به دلیل آنکه مجاری خنک کار در مرکز حفره قالب واقع شده اند ، اختلاف دمای بالایی بین مرکز قطعه و سایر قسمت های دیگر ایجاد می شود.

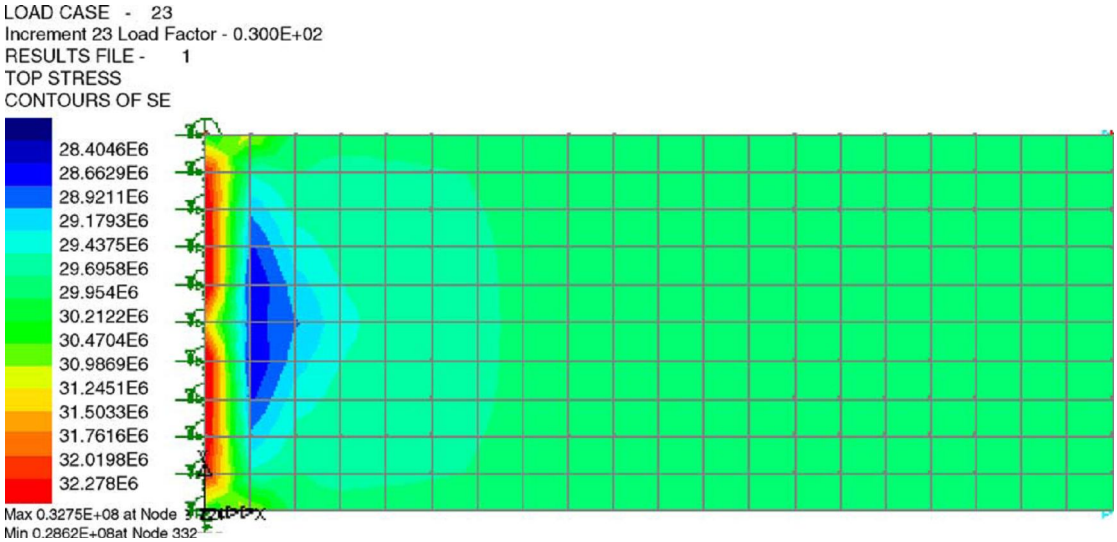
در مرکز محصول تنش فشاری ایجاد می شود و دلیل آن انقباض بیشتر است و به دیل انقباض غیر یکنواخت ،پیچش خواهیم داشت . پس از سرد کاری ، تغییرات دما در نقاط مختلف کم می باشد و همچنین اثر پیچش عمده نمی باشد .بنابراین در طراحی قالب می بایستی طراح قالبی با قالبی با اثر تنش پسماند گرمایی کم و سیستم خنک کاری بهینه طراحی کند.

جهت آنالیز محصول ، در همان مراحل آغازین آنالیز قطعه تزریق پلاستیک ، توزیع تنش تحت شرایط مختلف بار گذاری ، به صورت آنالیز دو بعدی بررسی می شود.

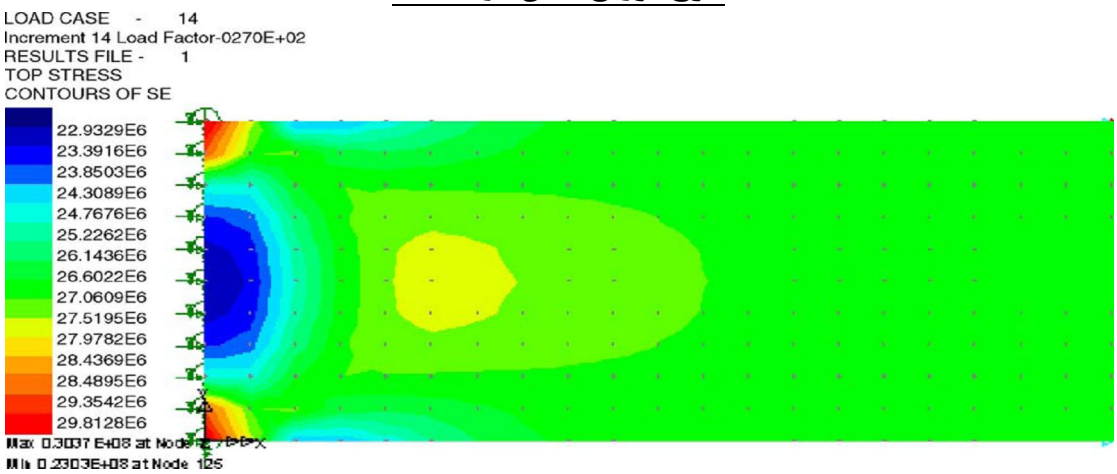
اشکال ۱۸ تا ۲۱ الگوی توزیع تنش را در پیرامون جسم در شرایط مختلف بارگذاری نشان می دهد.

نقطه بحرانی ۱۲۷ ، که رد ان قطعه کار ماسیمم تنش کششی را تحمل می کند جهت آنالیز انتخاب می شود.
در اشکال ۲۲ تا ۲۳ منحنی تنش – کرنش و منحنی تنش – بار وارده بر این نقطه رسم شده اند.
از نمودار تنش - بار متوجه می شویم که محصول تحمل با ۱۱۵۰ نیوتن را دارد . بار بیشتر از این مقدار موجب شکست محصول می شود . بر اساس شکل ۲۳ ، شکست در نواحی نزدیک به انتهای ثابت محصول با مقدار تنشی برابر 3.27×10^7 pa محتمل تر می باشد.
آنالیز تنش محصول ، اطلاعات خیلی محدودی را از زمانی که محصول جهت تست پیچش آماده شده و هیچ ارتباطی با آنالیز بار کششی ندارد ، بیان می کند.

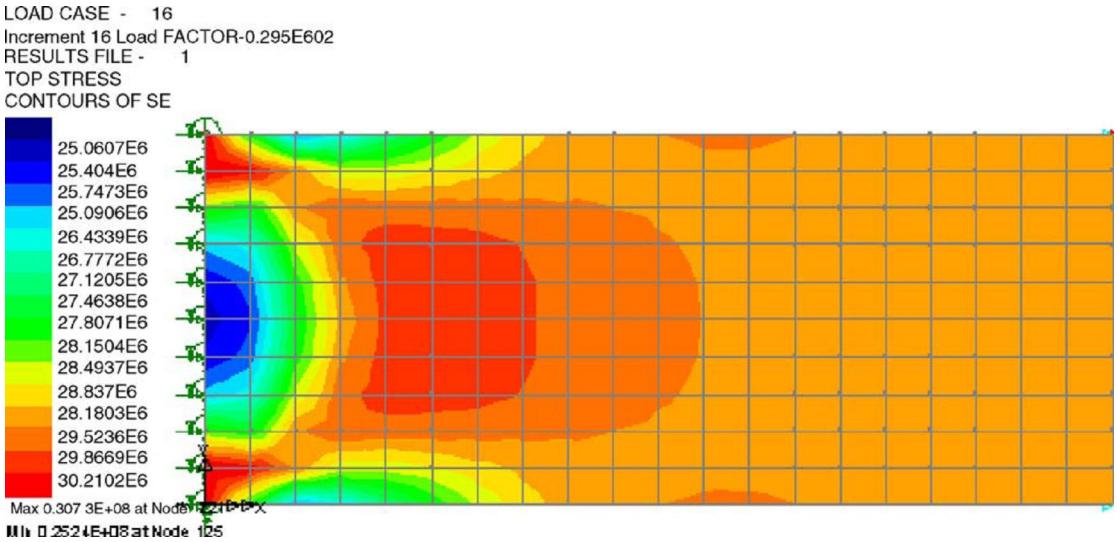
پیشنهاد می شود که شرایط تعمیر قطعه مشخص باشد تا آنالیز های دیگر تحت شرایط مختلف با ر گذاری برروی قطعه اعمال شود.



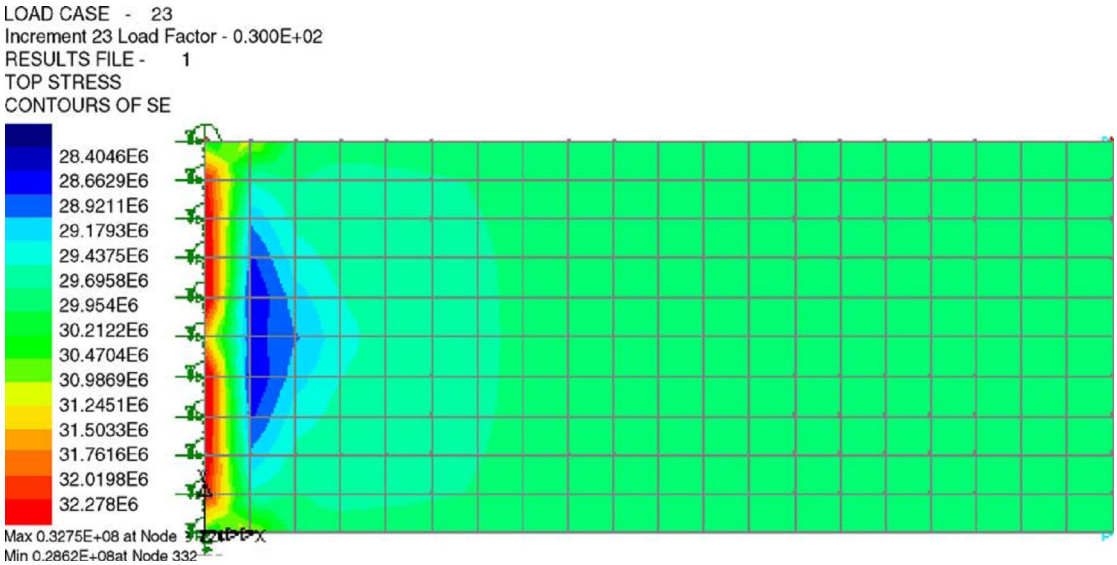
طرح توزیع تنش در نقطه ۱



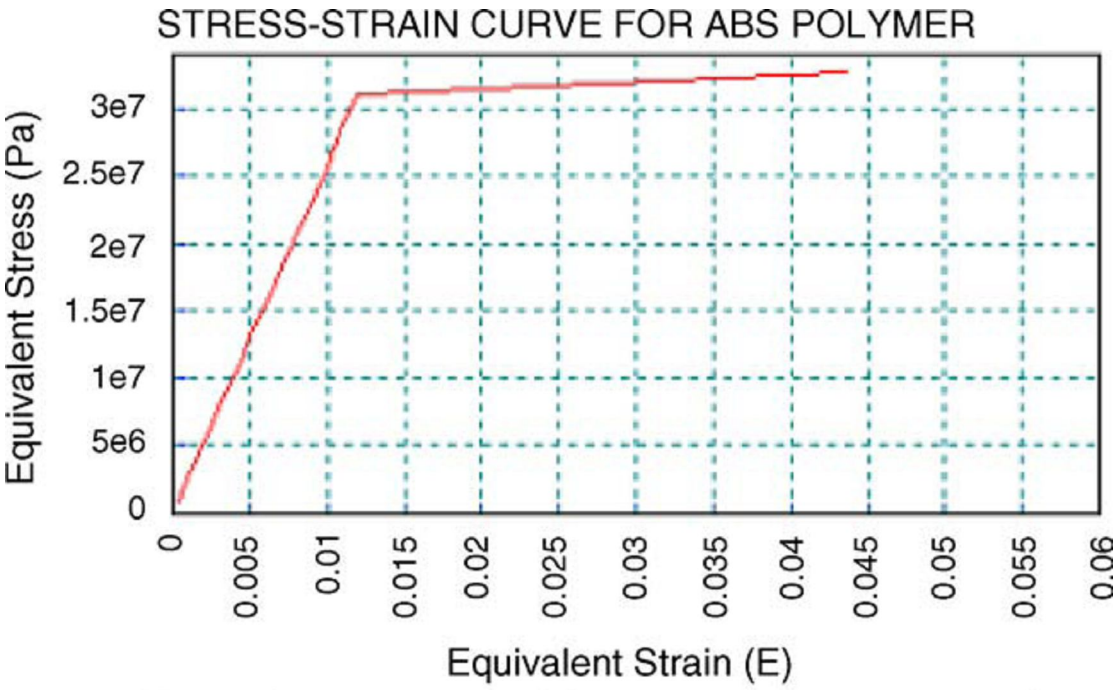
طرح توزیع تنش در نقطه ۱۴



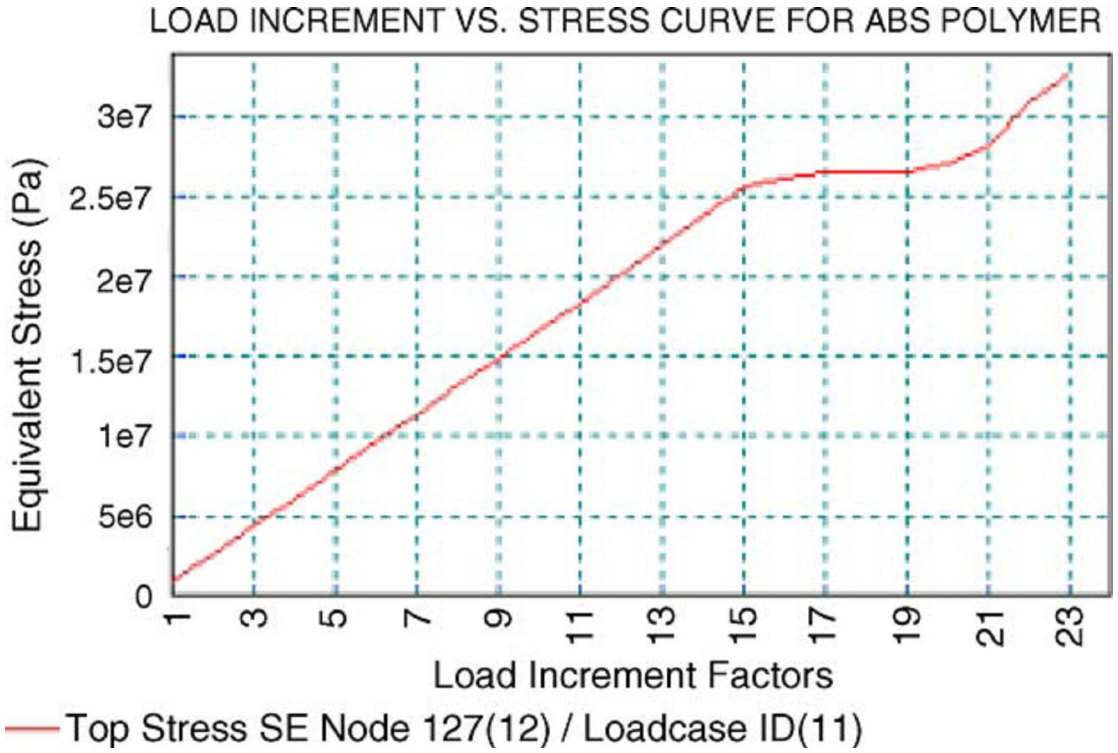
طرح توزیع تنش در نقطه ۱۶



طرح توزیع تنش در نقطه ۲۳



نمودار تنش کرنش ABS



نمودار تنش – بار ABS

فصل : سوم

طراحی قالب تزریق چراغ جلو پژو ۴۰۵ با نرم افزار CATIA :

ابتدا به انتخاب جنس چراغ، طراحی محفظه، راهگاه و سیستم خنک‌کاری و میله‌پران و میله راهنما از روی فرمول‌ها و نمودارهای موجود می‌پردازیم. در انتها با استفاده از نرم‌افزار CATIA مدل خود را ارائه می‌دهیم.

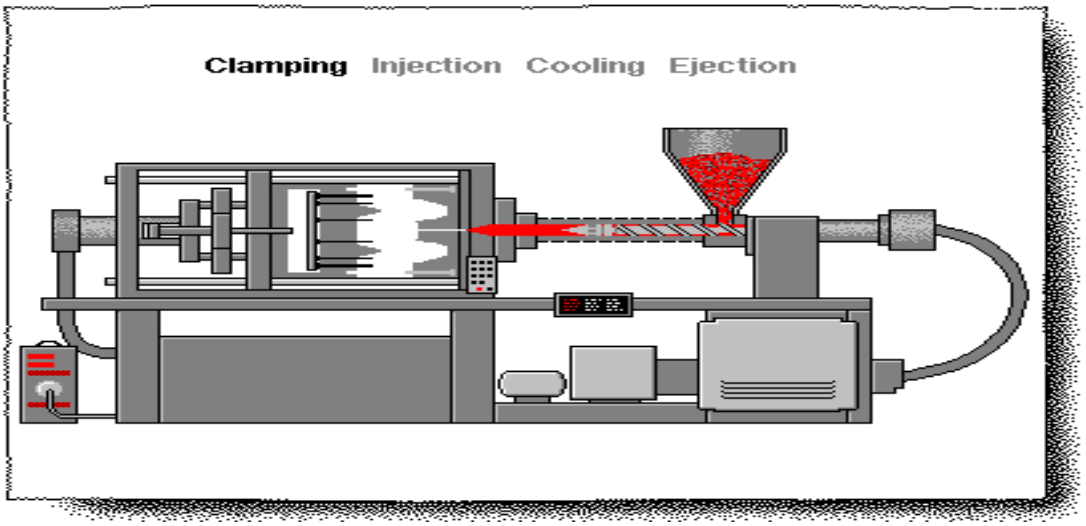
پلاستیک‌ها و انواع آنها:

۱. ترموپلاستیک‌ها: در اثر حرارت نرم شده و تا زمانی که حرارت وجود داشته باشد به همان صورت باقی می‌مانند و پس از سخت شدن دوباره فرم‌گیری می‌شوند.
۲. ترموست‌ها: در اثر حرارت تغییرات شیمیایی داده و سخت می‌شوند.
۳. الاستومرها: حالت کشسانی دارند و پس از برداشتن نیرویی که باعث تغییر شکل آنها می‌شود به حالت اولیه بازمی‌گردند.
جنس چراغ اکثر خودروها از جنس پلی متیل متاکریلات (PMMA) است و از دسته آکریلیک‌ها می‌باشند. آکریلیک‌ها جزو ترموپلاستیک‌ها هستند.
خصوصیات PMMA: ۱. شفاف بلوری ۲. پایداری ابعادی خوب ۳. مقاومت بسیار عالی در برابر هوازدگی

کاربردهای PMMA:

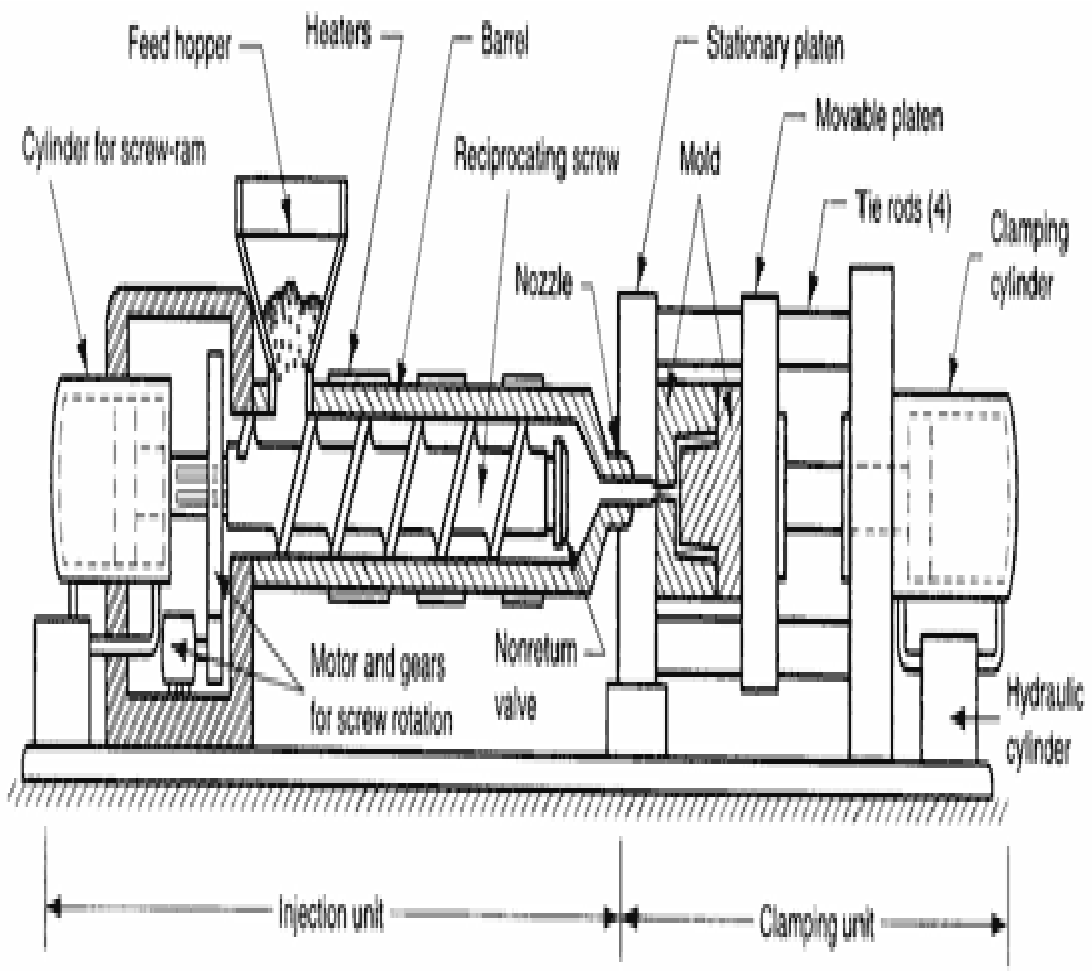
لنز چراغ عقب خودرو، لنز دوربین، لوازم اسباب بازی، صفحه ساعت و رادیو...

فرآیند و قسمت‌های مختلف دستگاه تزریق:



قسمت‌های مختلف ماشین تزریق:

۱. قسمت تزریق ۲. قسمت قالب ۳. قسمت نگهدارنده



مراحل طراحی قالب چراغ پژو ۴۰۵:

۱. طراحی قالب:

۱. تعیین جنس و به دست آوردن ویژگی‌های آن ۲. مدلسازی ۳. تعیین نوع قالب تزریقی ۴. طراحی بلوک‌های قالب ۵. طراحی حفره، ماهیچه و سطح جدایش ۶. طراحی سیستم راهگاه، گلویی و بوش تزریق ۷. طراحی سیستم خنک‌کاری ۸. طراحی میل راهنما و اتصالات سیستم پران قطعه

۲. فرایند تزریق:

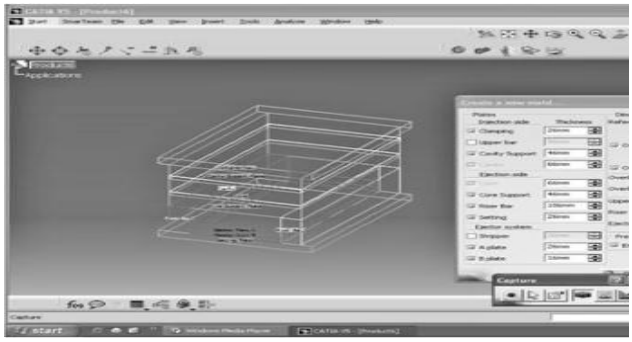
۱. فشار تزریق و فشار نگهداری ۲. دمای نقاط مختلف شامل قالب، مذاب، خروجی قطعه

مدلسازی قطعه:

CATIA/Sketcher & PARTDESIGN

نوع قالب تزریقی:

قالب‌های تزریقی دو صفحه‌ای



طراحی بلوک‌های قالب:

پارامترهای انتخاب بلوک‌ها

تعداد محفظه

اندازه قطعه

اندازه راهگاه

مساحت محفظه

طراحی حفره و ماهیچه و سطح جدایش:

تعریف سطح جدایش در محیط cavity design & core

طراحی سیستم راهگاهی:

راه تغذیه (SPRUE)

راهگاه‌ها (RUNNER)

گلویی تزریق (GATE)

۱. راه تغذیه:

بوش تزریق استاندارد شرکت (HASCO Z511/18*96/4/40)

در قسمت mold design نرم‌افزار CATIA

۲. راهگاه تزریق (Runner):

کامل‌کننده ارتباط بین اسپرو و حفره از طریق گلویی

وظیفه اصلی: توزیع ماده به صورتی که تمام حفره‌ها در قالب چندحفره‌ای همزمان و در شرایط یکسان پر شود.

برای طراحی راهگاه پیشنهاد می‌شود:

حمل سریع و بی‌مانع مذاب به حفره قالب در کوتاه‌ترین راه و با حداقل اتلاف گرما و فشار انجام شود.

ماده باید به صورت همزمان و با فشار و دمای یکسان در همه گلویی‌های تزریق، وارد حفره قالب شود.

برای کم کردن ضایعات مواد، با اینکه مقاطع بزرگ برای پر شدن بهینه و حفظ فشار نگهدارنده کافی، بهتر است، باید سطح مقطع کوچک باشد. سطح مقطع بزرگ، ممکن است زمان سرد شدن را افزایش دهد.

طراحی راهگاه تزریق (Runner):

نوع مقطع راهگاه: دایره‌ای

مزایای مقاطع دایره‌ای:

دارای راندمان خوب نسبت به مقاطع دیگر

مرکز کانال در آخر منجمد می‌شود

گلویی تزریق (Gate):

رابط بین راهگاه و محفظه

اندازه آن بسیار کوچکتر از راهگاه است

به راحتی از قالب خارج و از قطعه جدا می‌شود.

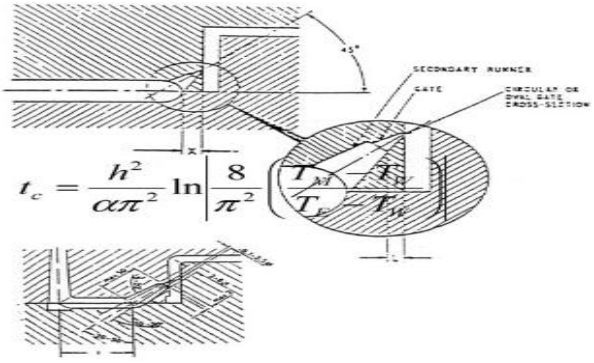
انتخاب طراحی: گلویی تونلی

مزایای گلویی تونلی:

به راحتی بعد از تزریق از قطعه جدا می‌شود.

اثر بسیار کمی بر قطعه می‌گذارد

چون تنها از یک نقطه تقریبا وسط مذاب وارد محفظه می‌شود، از ایجاد خط جوش جلوگیری می‌شود.



قطر دهانه GATE ۵ mm

قطر قسمت انتهای (چسبیده) به محفظه :mm ۲

طول GATE ۵۰ mm

طراحی سیستم خنک‌کاری:

با استفاده از جدول زیر و ضخامت قطعه می‌توانیم قطر سوراخ‌های خنک‌کاری و تعداد آنها را از روی فاصله آنها بـه دسـت آوریم.

part	Abstand Bohrungsmitte zum Spritzgießteil / Distance between centre of hole and injection moulded part (mm)	Bohrungsmittenabstand / Centreline spacing between holes (mm)	Bohrungsd Hole diamt (mm)
	11.3 bis / to 15.0	10.0 bis / to 13.0	4.5 bis / t
	15.0 bis / to 21.0	13.0 bis / to 19.0	6.0 bis / t
	21.0 bis / to 27.0	19.0 bis / to 23.0	8.5 bis / t
	27.0 bis / to 35.0	23.0 bis / to 30.5	11.0 bis / t
	35.0 bis / to 50.0	30.5 bis / to 40.0	14.0 bis / t

قطر سوراخ برای ضخامت ۱۲:mm: 5mm

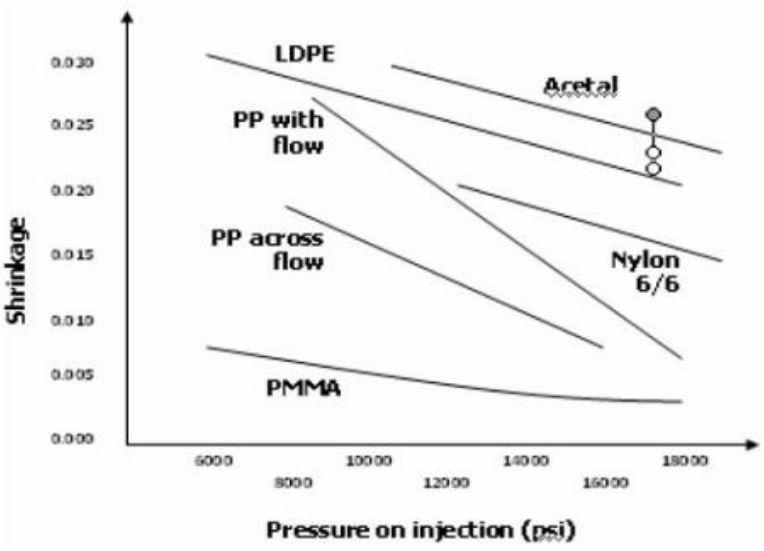
تعداد : ۴ عدد (۲ کانال ورودی، ۲ کانال خروجی)

مایع خنک‌کن: آب

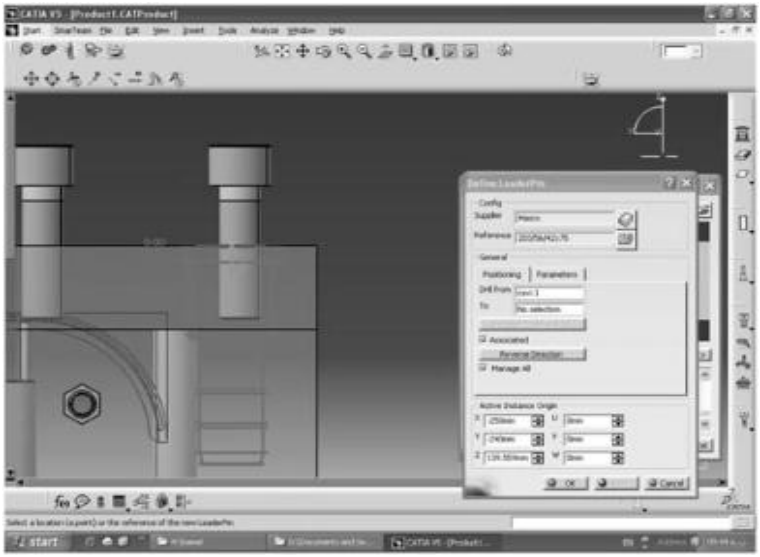
فشار تزریق:

درصد انقباض پلی متیل متاکریلات: ۰/۵ درصد

فشار تزریق: ۱۱۰۰۰ psi



میل راهنما:



میل راهنما: از استاندارد شرکت HASCO

Z03/56/42*75

بوش میل راهنما: استاندارد شرکت HASCO

Z511/18*96/4/40

تلرانس: H7,g6

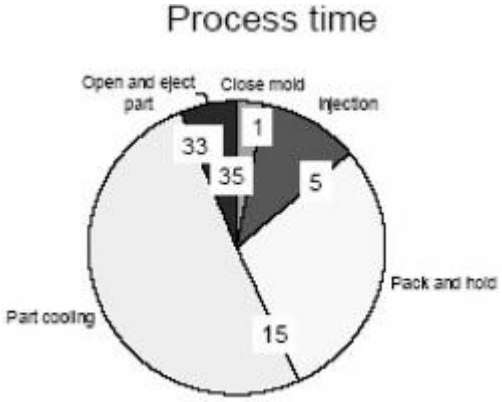
محاسبه چرخه تزریق:

برای قالب‌های مختلف کل مدت زمان تزریق به صورت تقریبی به صورت زیر است:

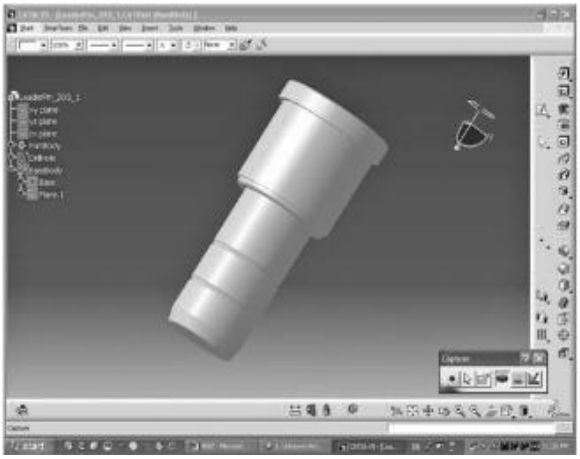
بسته شدن قالب ۱-۲ s – تزریق ۵-۸ s – بسته شدن و نگهداشتن قالب ۸-۱۰ s – خنک شدن قالب ۳۰-۳۵ s

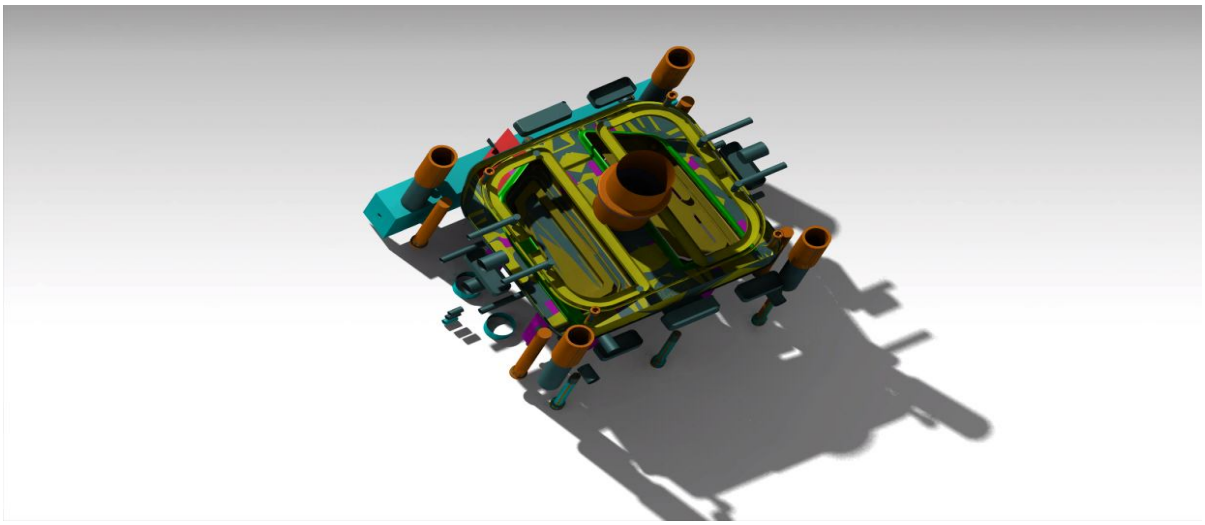
بازگشت مارپیچ ۱-۳ s – باز شدن قالب ۱-۲ s – بیرون انداختن قطعه ۱-۲ s

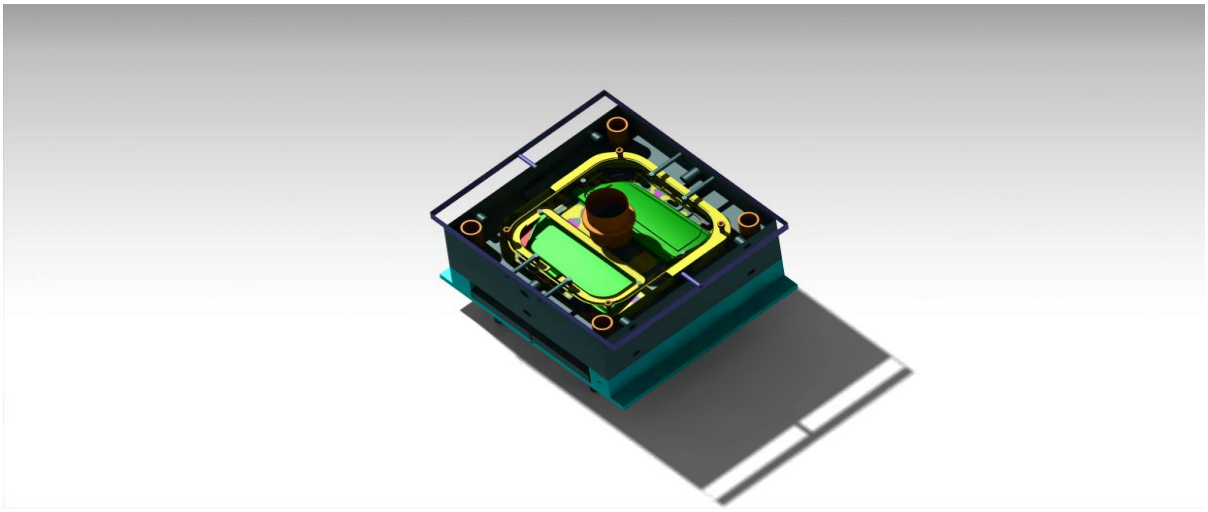
با در نظر گرفتن ماکزیمم و مینیمم اعداد بالا برای قطعه طراحی شده کل زمان تزریق بین ۴۷ تا ۶۲ ثانیه است.

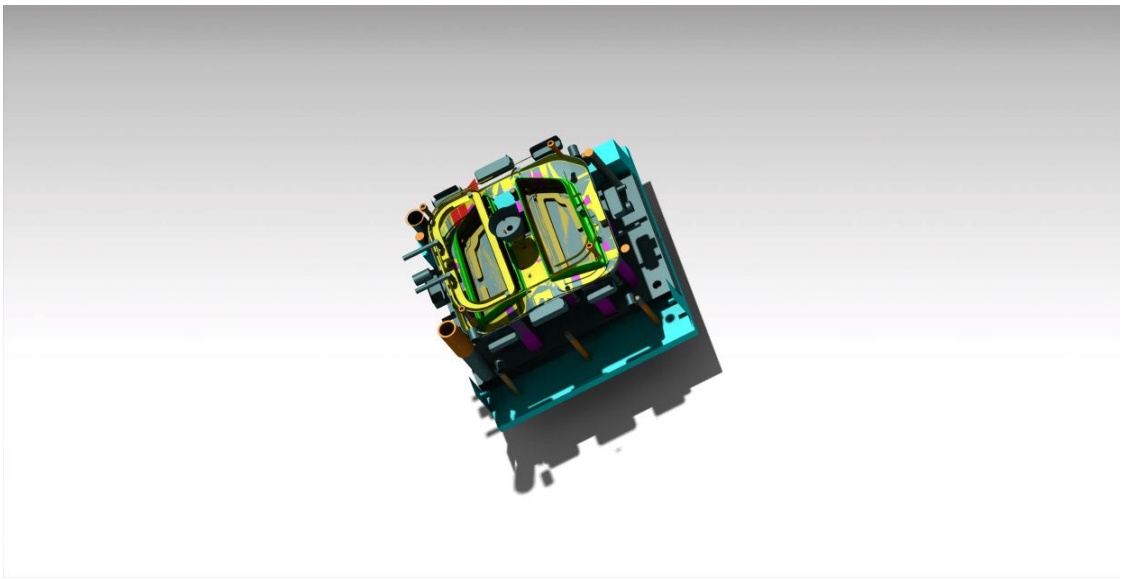


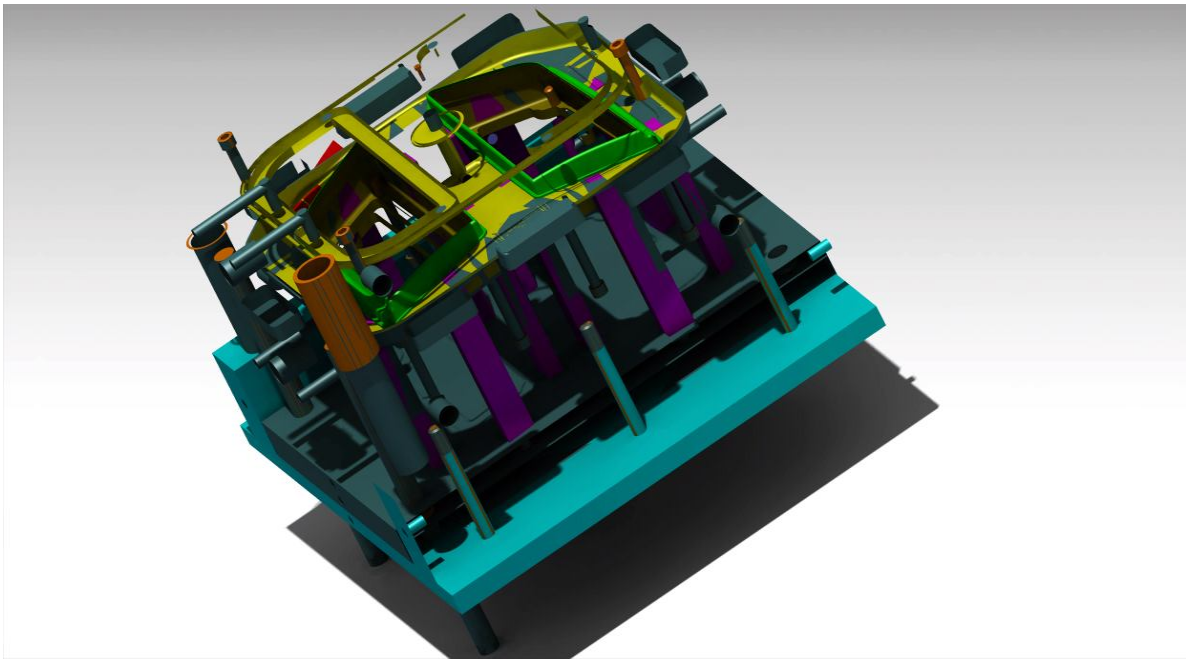
قطعات طراحی شده قالب:

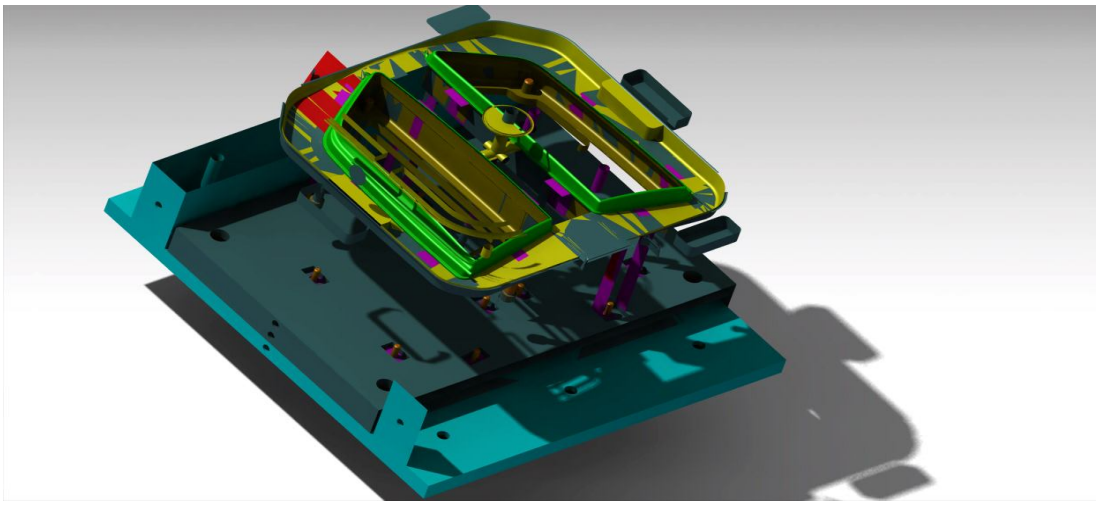




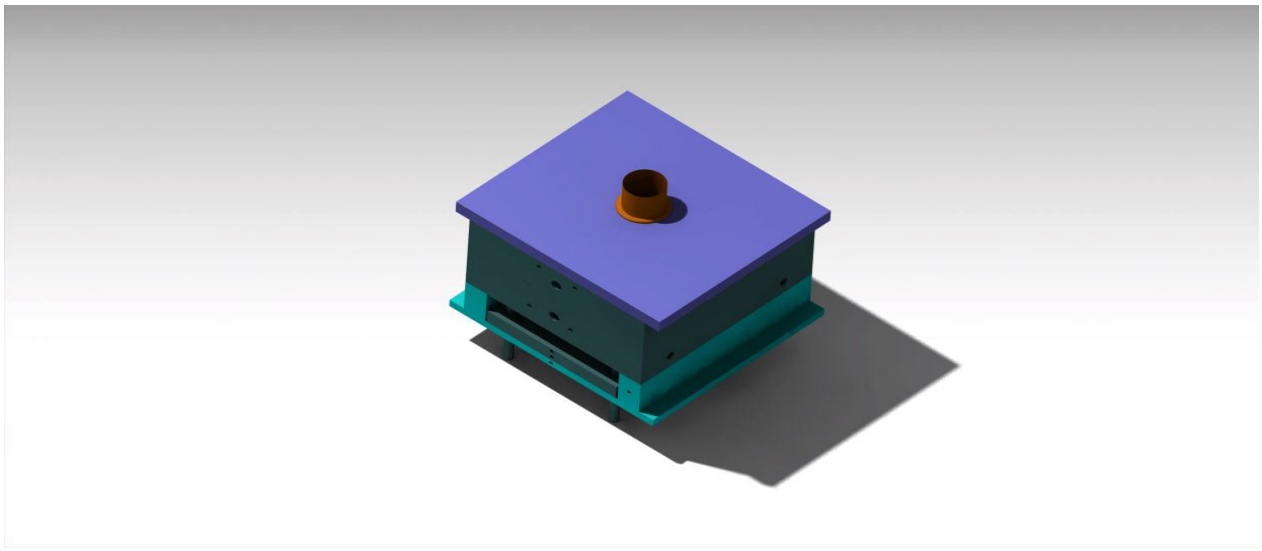








قطعه نهایی طراحی شده:



منابع:

تئوری و عملی قالب‌های تزریق پلاستیک، مترجم: مهندس ولی‌نژاد

قالب‌های تزریق پلاستیک ۱۰۸ مثال حل شده، مترجم: مهندس ولی‌نژاد

اصول علمی و کاربردی قالب‌های پلاستیک، مترجم: مهندس دبیری

۴. Injection molding

۵. Components Injection molding pf Plastic

۶. Injection molding handbook

۷. Search Internet