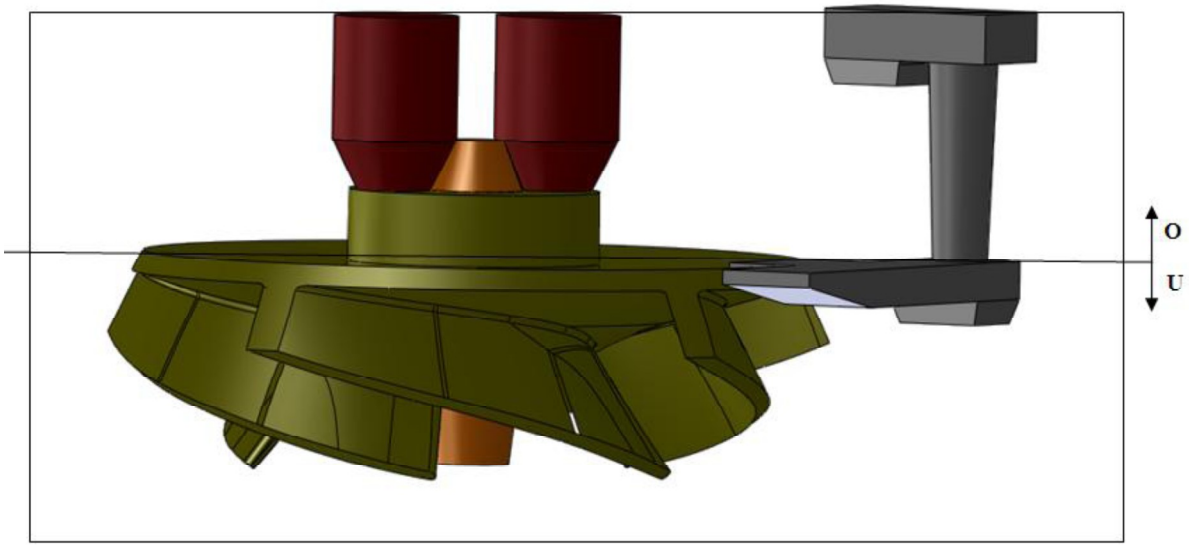
St-0307

خلاصه طرح:

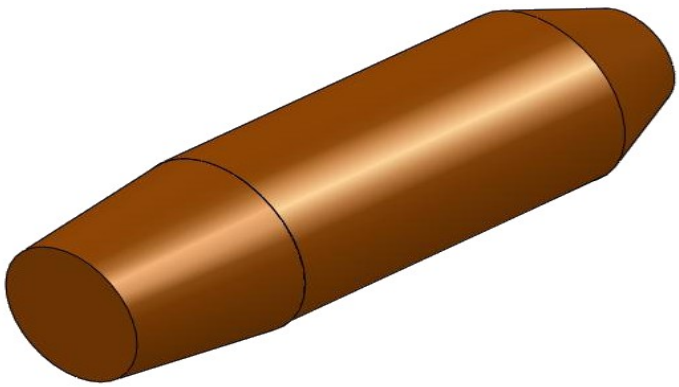
فولاد مورد نظر از جنس CK_{45}(DIN 1.1191) می باشد این فولاد با دارا بودن 0.45 درصد کربن جز فولادهای ساده کربنی (کربن متوسط) می باشد. برای قالبگیری، شبیه سازی و ریخته گری قطعه فوق روشهای متفاوتی مورد بررسی قرار گرفتند. بهترین روش برای ریخته گری این قطعه، بصورتی است که پره ها در درجه پایین قرار گرفته و قسمت استوانه ای در درجه بالایی ایجاد گردد.(شکل ۱ و ۲) بر این اساس، مراحل فرآیند مدل سازی بر روی فایل سالید فوق اعمال شد. این مراحل شامل ایجاد اضافه تراش، اعمال ضریب انقباض برای فولاد CK_{45}، ایجاد شیب های لازم بر روی مدل با توجه به روش قالبگیری و جلوگیری از ایجاد لبه های تیز و قائم در مدل فوق می باشد. تمام مراحل فوق بر اساس استاندارد هایی از قبیل DIN 1511 و ISO 6082 انجام گرفت. با توجه به انحنا و خمیدگی پره ها، بایستی پره ها در مدل بصورت مجزا ساخته شده و توسط پین هایی به صفحه تخت بالا مونتاژ شوند تا بتوان بعد از قالبگیری درجه پایین را به راحتی با کمک پین های راهنما، پره ها را خارج کرد. برای قالبگیری درجه بالایی نیز می توان استوانه بالا را بصورت مجزا ساخت و پاپین به صفحه تخت متصل کرد اما در این طرح برای سهولت و دقت قالبگیری از پس قالب استفاده شد. برای کاهش هزینه ها، یک پره با دقت بالا از چوب ساخته شد و سپس سایر پره ها با استفاده از مدل تک پره چوبی، از آلومینیم ریخته گری شد.

مدول نواحی مختلف قطعه محاسبه شد. سیستم راهگاهی با هدف کنترل سرعت مذاب و جلوگیری از اغتشاش مذاب و سیستم تغذیه گذاری و مبرد ها برای جبران انقباض مذاب و ایجاد انجماد جهت دار طراحی گردید. طرح های مختلفی برای شبیه سازی مورد بررسی قرار گرفتند قابل ذکر است در همه طراحی ها، شبیه سازی بر روی فایل مدل (بعد از اعمال اضافه تراش، اضافه انقباضی و شیب ها) انجام شد تا بتوان بهترین روش از نظر سلامت قطعه، سهولت قالبگیری و هزینه ارزان را تعیین کرد. نتایج محاسبه مدول نشان می داد که قسمت استوانه ای وسط دارای مدول بالاتری نسبت به سایر نواحی می باشد اما با قرار دادن تغذیه بر روی این قسمت عیوب از بین نمی روند زیرا قسمت بالای استوانه مدول کمتری داشته و مذاب رسانی تغذیه را قطع می کند. در ابتدا شبیه سازی بر روی فایل مدل (بدون هیچگونه سیستم راهگاهی و تغذیه گذاری) انجام گرفت که در شکل های ۳ تا ۸ نشان داده شده است. با انجام محاسبات، سیستم راهگاهی و تغذیه گذاری طراحی شد و شبیه سازی مجددا انجام گرفت شکل ۹ تا ۱۱ نتایج را نشان می دهد مشاهده می شود عیوب هنوز از بین نرفته اند و دلیل آن قطعه شدن مذاب رسانی تغذیه می باشد به هر طریق بایستی نواحی مدول انجمادی نواحی گرم را کاهش داده و یا مدول ناحیه بین تغذیه و قسمت پایین را زیاد کرد. با توجه به اینکه حداقل برشکاری و بالاترین راندمان مد نظر بود با انجام طرح های مختلف، طرح بهینه بدست آمد. البته دلیل عدم استفاده از سایر طرح ها در بخش های بعد ذکر شده است. در این طرح قسمت درجه پایین(اطراف پره ها ناحیه استوانه ای وسط یعنی در اطراف ماهیچه) از ماسه کرومیت استفاده شد. اما چون افزایش سرعت سرد کردن از پایین کافی نبود از یک رینگ به عنوان مبرد غیرمستقیم در درجه بالایی استفاده شد برای اطمینان از ثابت شدن آن قلاب هایی به آن متصل شد تا در ماسه محکم شود. شکل ۱۲ طرح نهایی را نشان می دهد. همانطور که در شکل های ۱۳ و ۱۴ نشان داده شده است انجماد به سمت تغذیه جهت دار شده و هیچگونه منطقه گرم و عیب انقباضی در داخل قطعه ایجاد نخواهد شد. قابل ذکر است از مبرد مستقیم استفاده نشد زیرا استفاده از مبرد مستقیم مستلزم ایجاد ماشینکاری در آن نواحی، قطع شدن مذاب رسانی تغذیه و... خواهد بود. قالبگیری با ماسه سیلسی مصنوعی با اندازه T50 و چسب سیلیکات سدیم انجام شد. آماده سازی ذوب بایستی در کوره القایی انجام گیرد. از سلاکس به عنوان سرباره گیر استفاده شود. برای اکسیژن زدایی از آلومینیم استفاده گردید. دمای بارریزی ۱۶۷۰°C انتخاب شد. با توجه به محاسبات انجام شده بر روی زمان بهینه پرشدن قالب ، نرخ بارریزی 1.5Kg/s انتخاب شد.

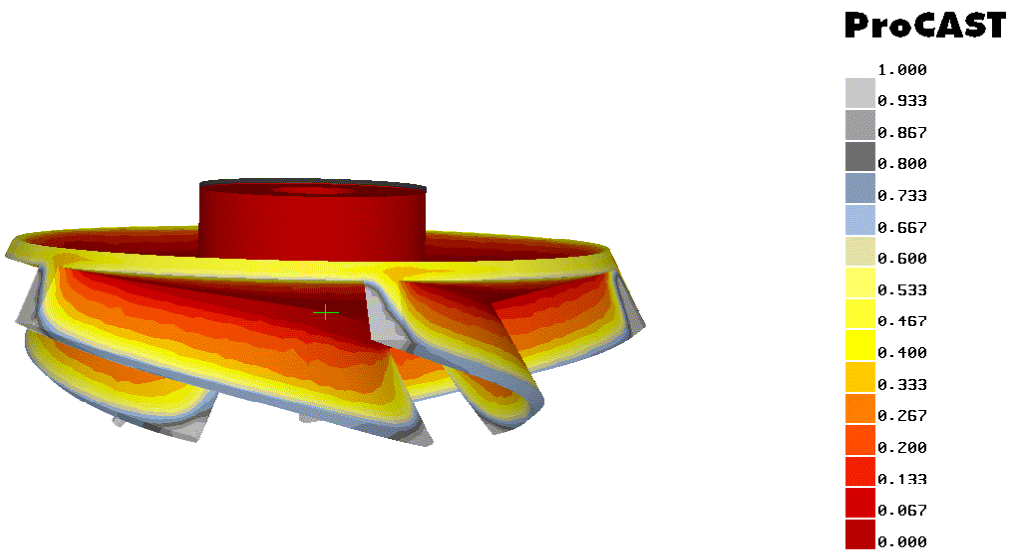
نکته ۱ – در این بخش مطالب به طور کامل ذکر نشده اند و توضیحات بیشتر در ادامه گزارش ذکر می شود.



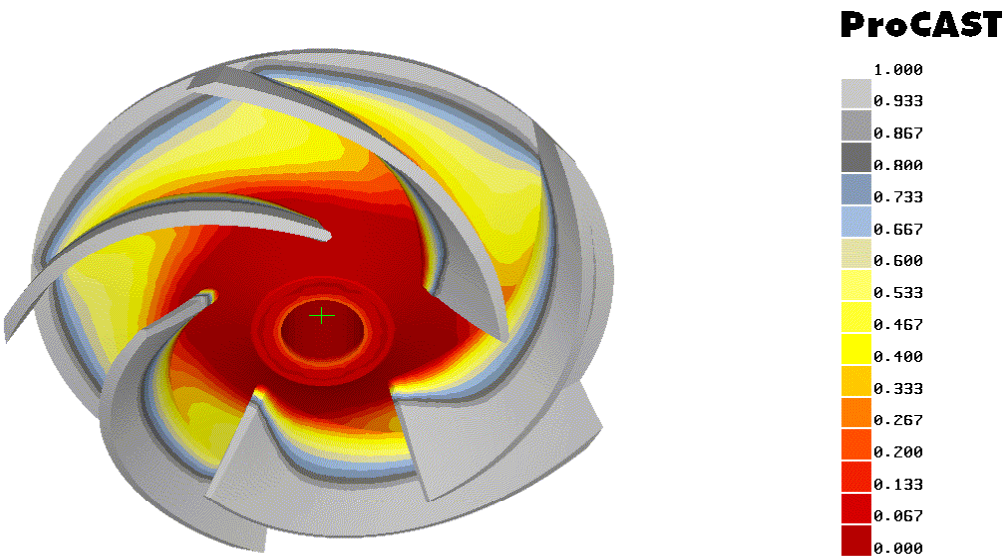
شکل ۱ – تعیین سطح جدایش



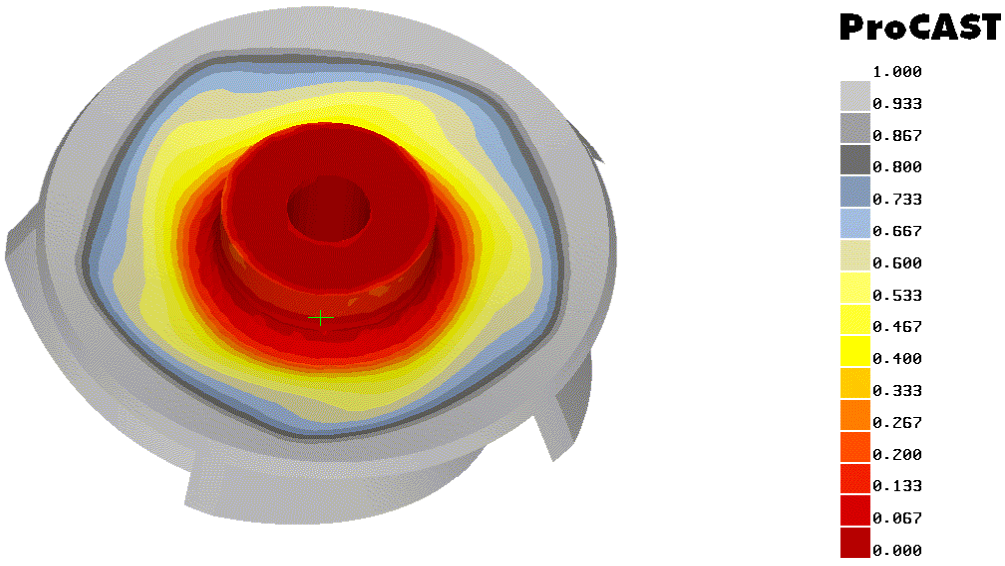
شکل ۲ – ماهیچه عمودی



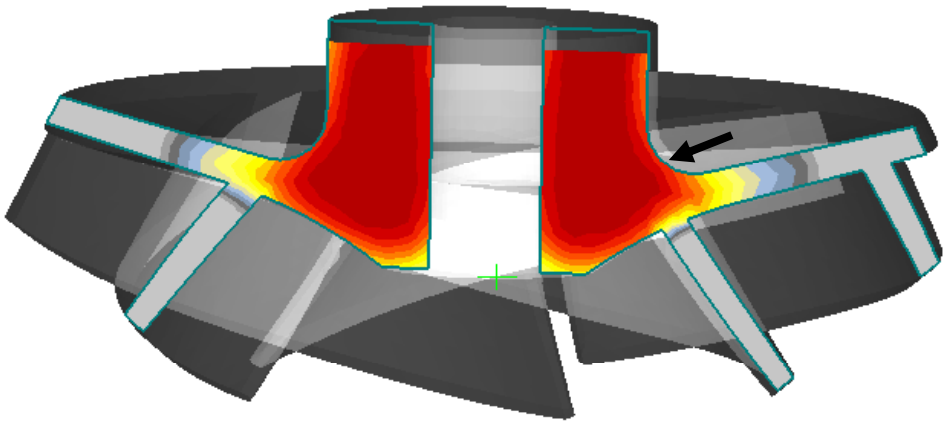
شکل ۳ – بررسی انجماد قطعه بدون هیچگونه سیستم راهگاهی و تغذیه گذاری ، مشاهده می شود مطابق محاسبات مدول پره ها کمتر بوده و انجماد از آنها آغاز می شود.



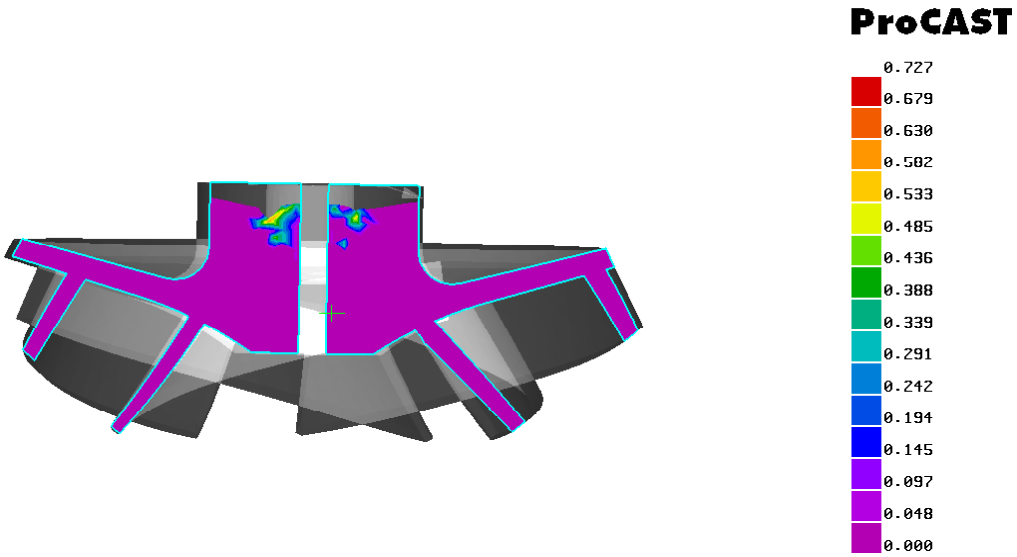
شکل ۴– قسمت وسط قطعه (استوانه ای) نسبت به سایر نواحی انجماد کندتری دارد، مشاهده می شود پره ها به طور محدودی نقش مبرد را نیز ایفا می کنند. این نکات در محاسبات مدول سایر نواحی بایستی لحاظ گردد.



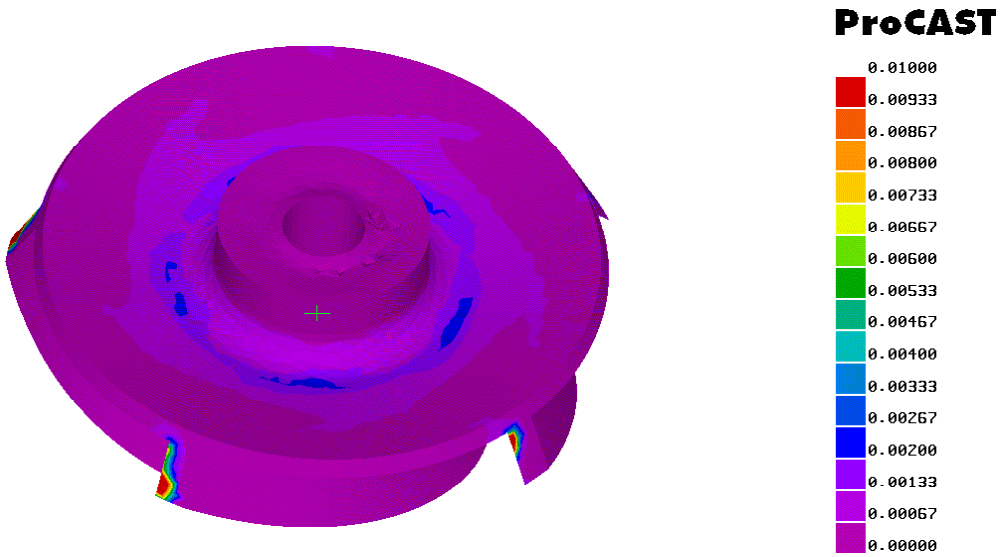
شکل ۵– بررسی انجماد سطوح بالایی



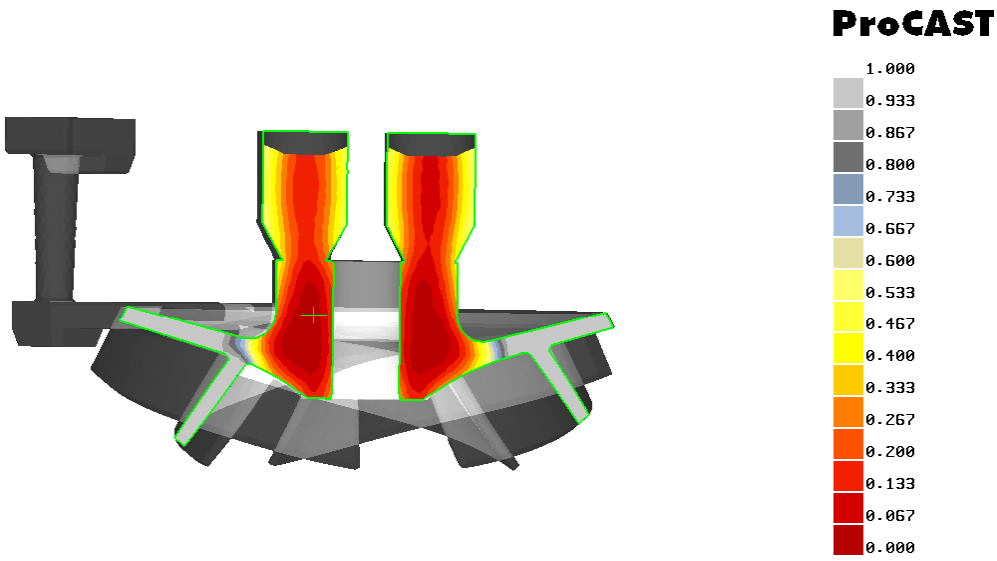
شکل ۶- آخرین مکان هایی که مذاب در آنها باقی خواهد ماند پیکان جهت انجماد را نشان می دهد.



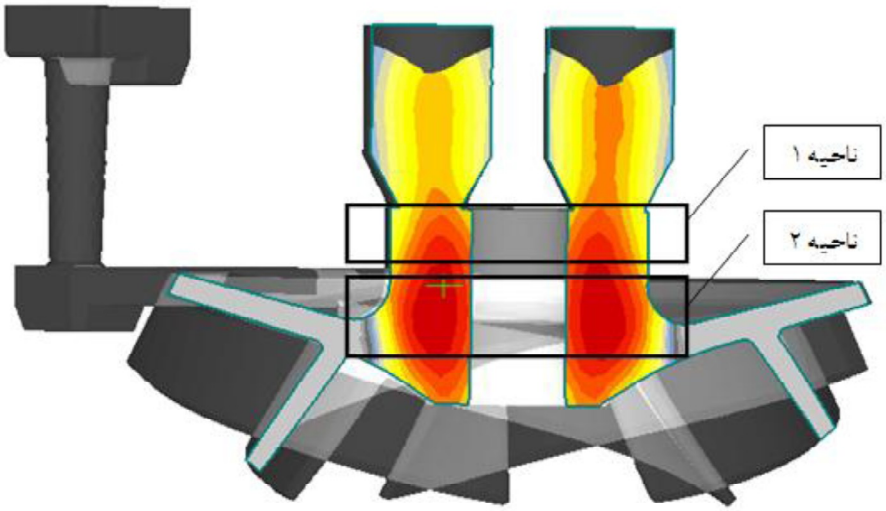
شکل ۷- مکان ایجاد عیوب انقباضی در قطعه و کشیدگی سطح بالایی



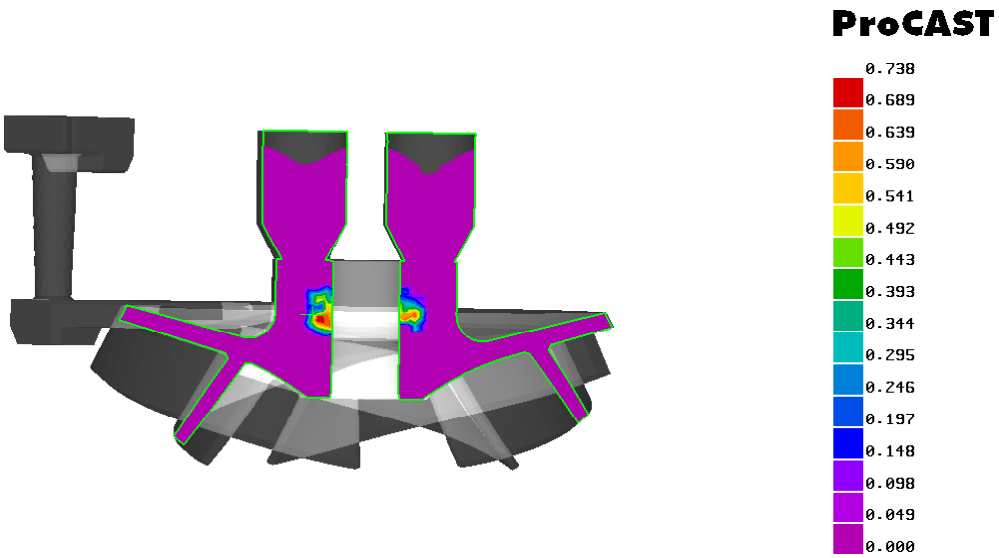
شکل ۸- بررسی احتمال ایجاد پارگی گرم در هنگام انجماد قطعه (با مدل سازی مناسب و کم کردن صلبیت ماهیچه داخلی این عیوب از بین خواهد رفت.



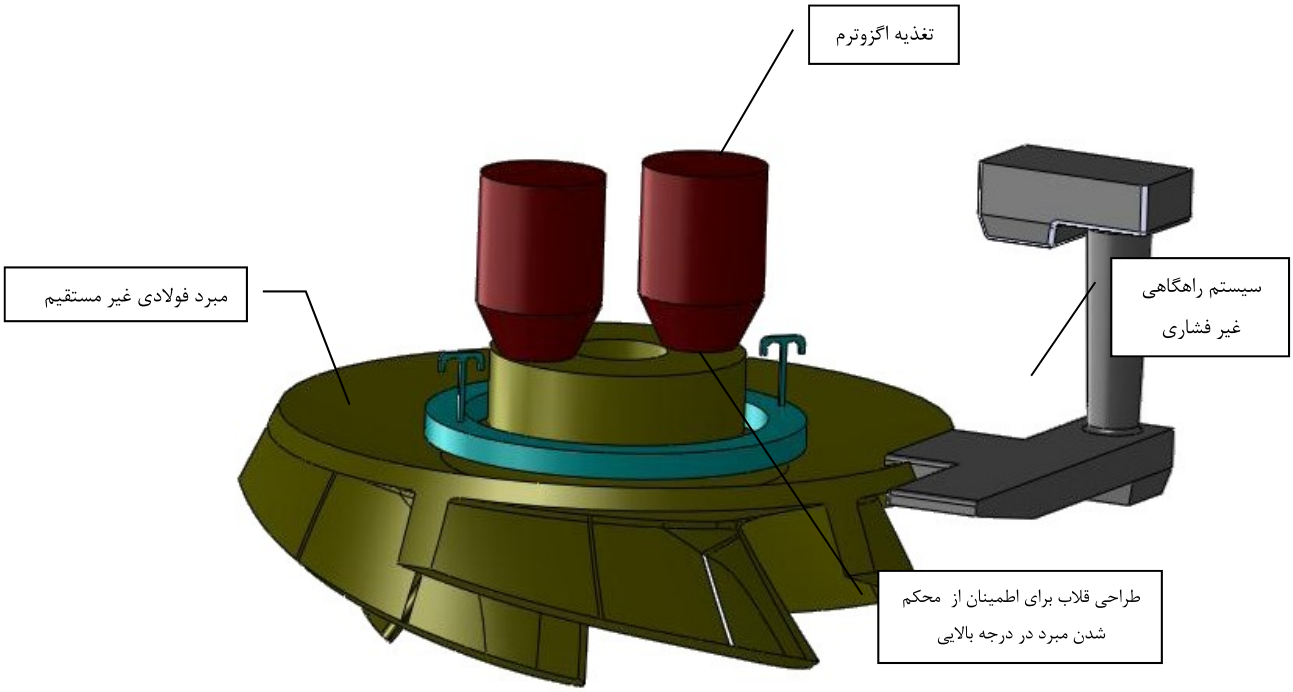
شکل ۹- بررسی انجماد قطعه بعد از قرار دادن سیستم راهگاهی و تغذیه گذاری



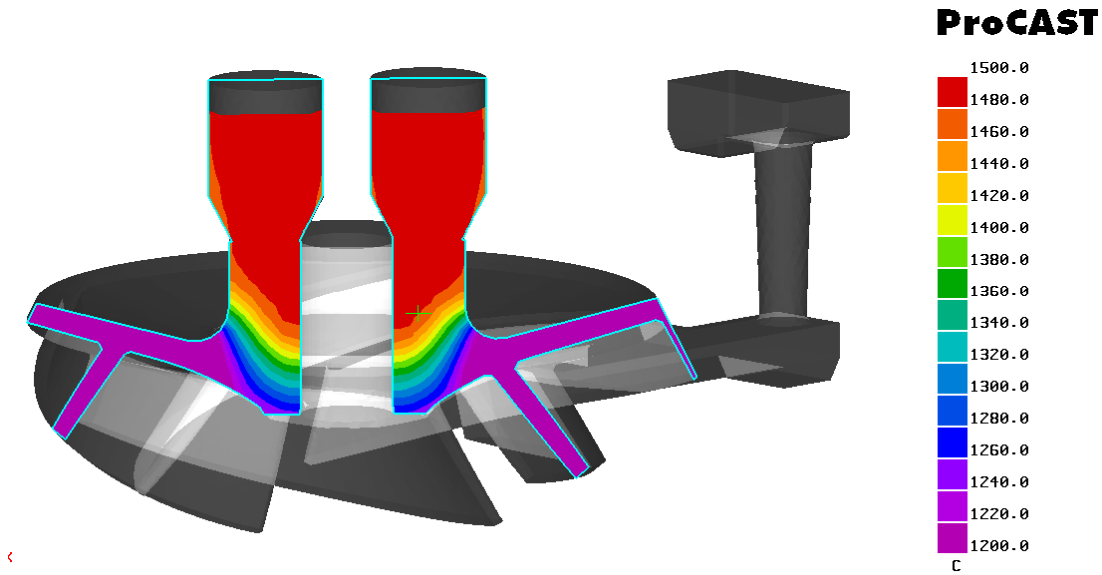
شکل ۱۰- قطع شدن تغذیه، و باقی ماندن مذاب در قسمت استوانه ای با مدول بالا، ناحیه ۱ دارای مدول پایین تری نسبت به ناحیه ۲ بوده و همین امر سبب می شود مذاب رسانی تغذیه قطع شود.



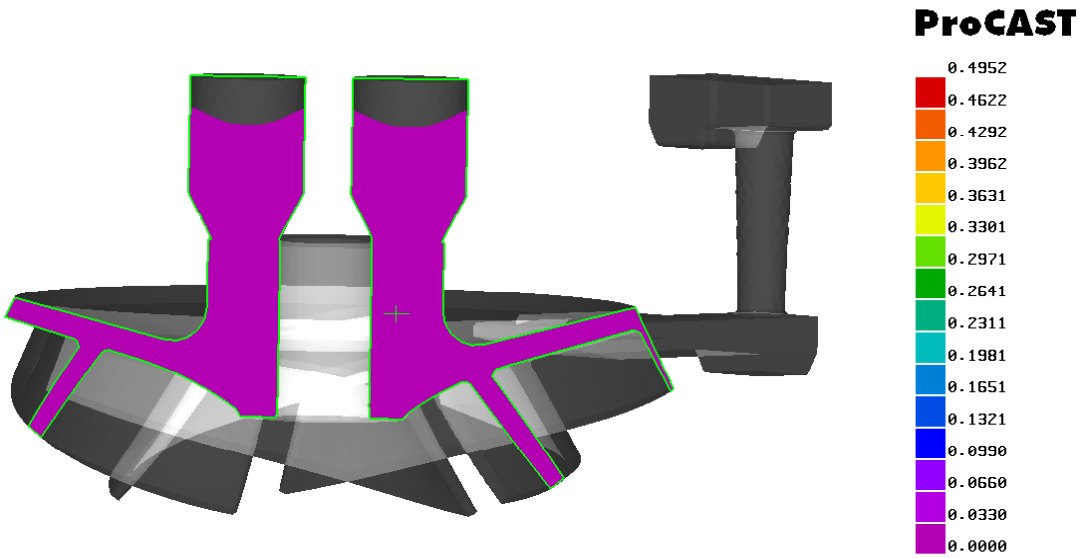
شکل ۱۱- مشاهده عیوب انقباضی، این عیوب بیشتر به سمت جداره داخلی کشیده شده اند زیرا ماهیچه وسط تمرکز حرارتی بیشتری ایجاد کرده و مذاب در نزدیک آن گرمتر می ماند. در نتیجه آخرین مذابی است که منجمد می گردد.



شکل ۱۲- طرح نهایی بهینه شده



شکل ۱۳- تغییرات دما در طرح بهینه، مشاهده می شود تغذیه گرمترین نقطه بوده و سایر نواحی بصورت جهت دارد منجمد می شوند.



شکل ۱۴- بررسی عیوب انقباضی در طرح نهایی، مشاهده می شود که کلیه عیوب در داخل قطعه از بین رفته اند و کشیدگی فقط در تغذیه مشاهده می شود.

جزئیات طراحی اجزاء مدل و قالب

الف)رسم مدلسازی: این رسم در واحد تکنولوژی کارگاه مدلسازی و ریخته گری، با در نظر گرفتن امکانات ساخت مدل، ساخت ماهیچه، قالبگیری، ریخته گری و بر اساس استاندارد ایزودین ۱۵۱۱ آلمان به مقیاس ۱:۱ طراحی می شود.**[3]**

قبل از ترسیم این نقشه، محاسباتی انجام میگیرد که اضافات مدلسازی می نامند. این اضافات به ۳ دسته تقسیم می شوند:

۱) اضافات ریخته گری: اضافات ریخته گری به دو عامل بستگی دارد:

۱-۱) انقباض مجاز: همان محاسبات اضافه انقباضی می باشد.

$$LM = \frac{LG \times S}{100} \times 100$$

اندازه مدل = LM اندازه قطعه = LG درصد انقباض = S

درصد انقباض آلیاژهای فولادی درقالبهای موقت حدود ۲٪ می باشد.

نکته: از آنجا که مدل فلزی (آلومینیومی) دقت ابعادی و کیفیت بهتری دارد پس برای ساخت آن دوبار انقباض در نظر گرفته می شود که به آن انقباض مضاعف گویند.(در واقع محاسبات مربوط به مدل چوبی اولیه می باشد)

S=2+1.2=3.2

$$LM = \frac{LG \times S}{100} \times 100 = \frac{50.5 \times 3.2}{100} + 50.5 = 52.11$$

$$LM = \frac{LG \times S}{100} \times 100 = \frac{22.54 \times 3.2}{100} + 22.54 = 23.26$$

$$LM = \frac{LG \times S}{100} \times 100 = \frac{37.4 \times 3.2}{100} + 37.4 = 38.59$$

$$LM = \frac{LG \times S}{100} \times 100 = \frac{64.5 \times 3.2}{100} + 64.5 = 66.56$$

به دلیل کمبود فضا بقیه اندازه ها در نقشه است.

۱-۲) سیستم راهگاهی وتغذیه: وظیفه سیستم راهگاهی پر کردن قالب از مذاب، کم کردن اغتشاش، جبران کمبود مذاب در اثر انقباض (زمانی که اضافه انقباض مجاز کافی نباشد)، جلوگیری از ورود سرباره به قالب و... می باشد. از تغذیه زمانی استفاده می کنیم که انقباض مذاب حین انجماد بیش از حدی باشد که نتوان از اضافه انقباض مجاز و سیستم راهگاهی کمک گرفت و وظیفه آن جبران کمبود مذاب داخل قطعه می باشد. برای آنکه وظایف خود را به خوبی انجام دهند باید محاسبات زیر انجام شود.

محاسبات مورد نیاز برای تغذیه [6] [8]

برای محاسبه مدول قسمت استوانه ای (توخالی) باید به این نکته اشاره کرد که سطح داخلی که در تماس با ماهیچه وسط قطعه می باشد به اندازه یک سطح سرد شونده قالب تاثیر گذار نیست زیرا دمای ماسه ماهیچه سریعا بالا رفته و تمرکز حرارتی بالایی ایجاد می کند(یعنی سبب بالارفتن مدول می شود) به همین دلیل سطح سرد شونده بایستی با یک ضریب تصحیح شود این ضریب از جداول و نمودار مرجع ۲ بدست آمد و در محاسبات مدول لحاظ گردید.

مدول قسمت استوانه شکل: [2] [5]

$$M = \frac{V}{A} = \frac{217.29}{187.35} = 1.16cm$$

مدول قسمت پره شکل:

$$M = \frac{V}{A} = \frac{206.37}{220.96} = 0.93cm$$

همانطور که مشاهده می شود انجماد از سمت پره به تغذیه در حرکت است.

با توجه به اینکه سطح بالا قطعه (بالای قسمت استوانه ای) اضافه تراش داشته و بالاترین قسمت قطعه است بهترین مکان برای قرار گیری تغذیه می باشد. برای سهولت برشکاری از دو تغذیه از نوع اسلیو اگزوترم (Kaliminex) که بصورت پیش ساخته موجود می باشد استفاده شد. راندمان این تغذیه ها بین ۴۰ تا ۶۶ درصد است. تغذیه ها دارای H/D=1.5 بوده و قطر آنها 50mm می باشد.

مدول تغذیه:

$$M = \frac{V}{A} = \frac{147.18}{117.75} = 1.25cm$$

در این بخش سطح رویی جزء سطوح سرد شونده نیست چون مواد گرمازا روی آن وجود دارد.

این مدول تغذیه مرتبط با یک تغذیه بوده و دیگری شبیه این می باشد.

برای بررسی صحت سیستم های راهگاهی و تغذیه گذاری، شبیه سازی انجام شد. همانطور که در شکل ۱۵ مشاهده می شود علیرغم اگزوترم بودن تغذیه ها، به دلیل اینکه مدول ناحیه ۲ بالاتر بوده و انجماد آن به تاخیر می افتد، ناحیه ۱ که دارای مدول کمتری می باشد منجمد شده و مذاب رسانی تغذیه را قطع می کند. برای برطرف کردن این عیوب طرح های مختلفی شبیه سازی شد و در نهایت طرح مناسب پیشنهاد شد.

محاسبات مورد نیاز برای سیستم راهگاهی[1]

ضریب تخلیه فولاد در حدود 0.4 می باشد. در رابطه محاسبه سطح مقطع تنگه بایستی چگالی مذاب را قرار داد که برای این فولاد در حدود 7.4gr/cm3 می باشد. سیستم راهگاهی بصورت غیرفشاری انتخاب شد راهباره در نسبت به کف راهبار بالاتر قرار گرفت این امر از ورود سرباره ها و آخالها در هنگام ورود مذاب جلوگیری کرده و سبب می شود اکسیدها در انتهای راهبار(تله سرباره) به دام بیافتند و وارد قطعه نشوند.

محاسبه ارتفاع موثر:

$$He = H - \frac{Hu^2}{2Hc}$$

ارتفاع قطعه در درجه بالا = Hu ارتفاع لوله راهگاه = H ارتفاع موثر= He

ارتفاع کل قطعه= Hc

$$He = 0.1 - \frac{(0.1)^2}{2(0.184)} = 0.072m$$

محاسبه سرعت پر شدن قالب:

$$V = \mu\sqrt{2.g.He}$$

ارتفاع موثر= He نیروی جاذبه زمین = g سرعت پر شدن محفظه قالب = V

$$V = 0.4\sqrt{2 \times 9.8 \times 0.072} = 0.47\ \frac{m}{s}$$

محاسبه زمان پر شدن قالب:

$$t = K.\sqrt{W}$$

وزن ریختگی(سیستم راهگاهی و قطعه) = W ضریب ریختگی برای این آلیاژ ۲ = K

زمان پر شدت قالب = t

نکته: در این فرمول W برحسب POUND می باشد. 1Kg = 2/2POUND

$$t = 2\sqrt{23.58} = 9.7126s$$

محاسبه سطح مقطع تنگه، سطح مقطع راهبار، سطح مقطع راهگاه بارریز:

$$As = \frac{w}{\rho.t.v}$$

سرعت پر شدن قالب = V چگالی مذاب = ρ زمان پر شدن قالب = t

سطح مقطع تنگه = As وزن ریختگی(سیستم راهگاهی و قطعه)= W

نکته: در این فرمول W برحسب Kg می باشد.

$$As = \frac{10.72}{7400 \times 9.71 \times 0.47} = 4.4062cm$$

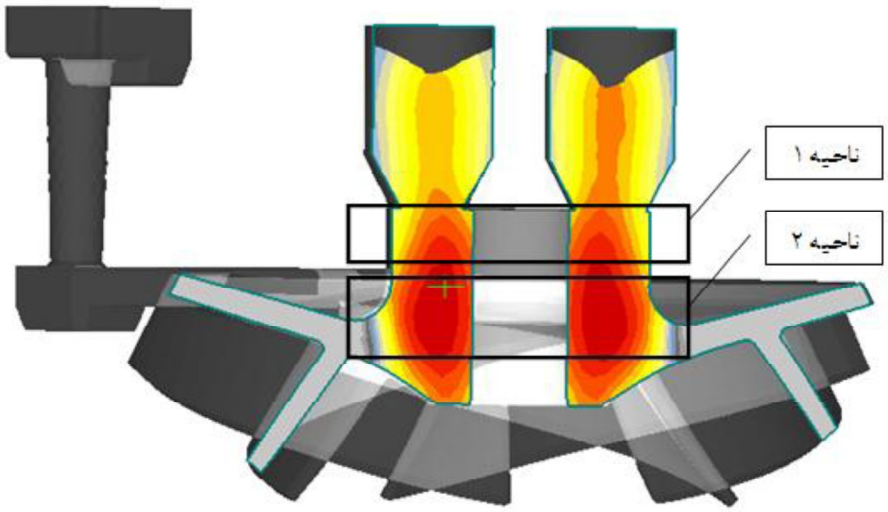
این آلیاژ جزو آلیاژهای غیرآهنی بوده و مناسبترین نوع سیستم راهگاهی غیرفشاری با نسبت ۱:۲:۲ می باشد.

	S	R	G
	۱	۲	۲
مساحت cm^2	۴/۹	۹/۸۱	۹/۸۱
قطر cm	۲/۵	-	-

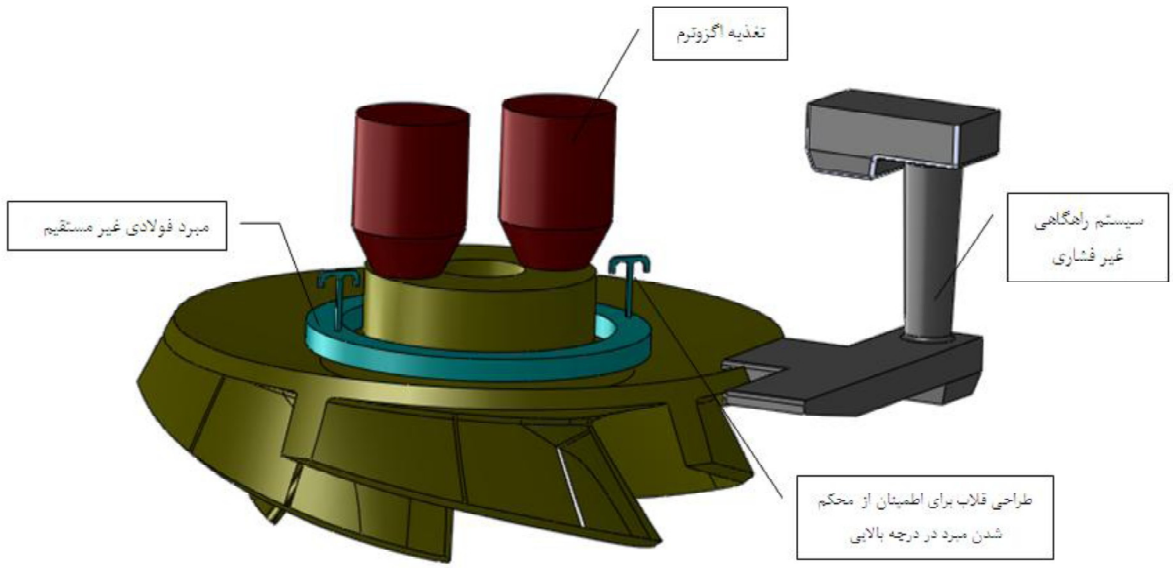
از مزایای این روش نبودن اغتشاش و سرباره هنگام پر کردن قالب می باشد. (شکل ۲۰)

شماره طرح	راهکار	مشکلات و عیوب ایجاد شده
طرح ۱	استفاده از تغذیه های Kaliminex	مناسب نبود، زیرا در هرصورت اتصال تغذیه با قطعه قطع می شد(شکل ۱۵)
طرح ۲	قرار دادن مواد اگزوترم بر روی تغذیه ها	همانند طرح ۱
طرح ۳	استفاده از مبرد رینگی در کف قطعه(متصل به قسمت استوانه ای) بطوریکه در درجه پایین قرار گرفته و ماهیچه از داخل آن عبور کند.	سبب ایجاد پارگی گرم در پره ها می شد.
طرح ۴	استفاده از مبرد رینگی مستقیم در ناحیه ۲	با توجه به انحنای قطعه، تراشکاری آن مشکل بوده، همچنین با مسیر تغذیه رسانی را بسیار سریع مسدود می نماید.
طرح ۵	استفاده مبرد در دور قسمت بشقابی قطعه	با توجه به اینکه سزعت انجماد آن ناحیه زیاد است تاثیر آن کم بوده، و سبب پارگی گرم در انتهای چره ها می شود
طرح ۶	استفاده از ماسه کرومیت در کف قطعه	عیوب کاملا بر طرف نشدند
طرح نهایی	استفاده از ماسه کرومیت در درجه پایینی بویژه در زیر قسمت استوانه ای و استفاده از مبرد غیر مستقیم در درجه بالایی (شکل ۱۶)	عیوب کاملا بر طرف شدند، هیچگونه عیب پارگی گرم مشاهده نشد. تراشکاری و هزینه قالبگیری کاهش یافت.

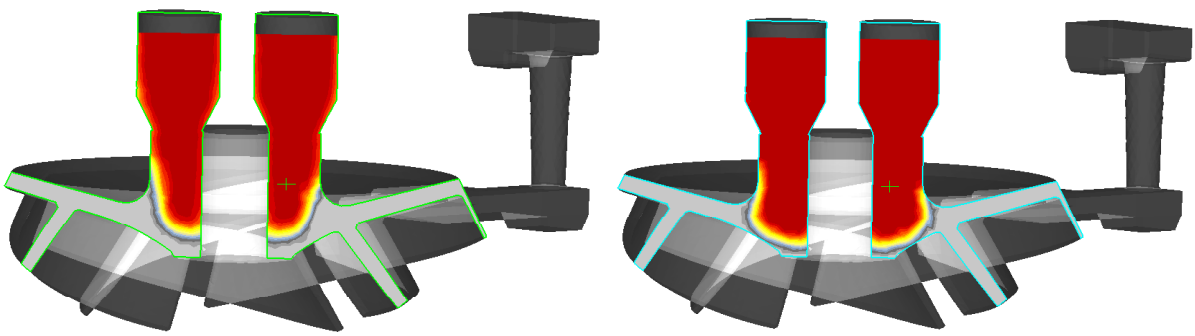
طرح نهایی مورد شبیه سازی قرار گرفت (شکل ۱۷ و ۱۸) انجماد به سمت تغذیه جهت دار بوده و عیوب انقباضی در داخل قطعه مشاهده نمی شوند.

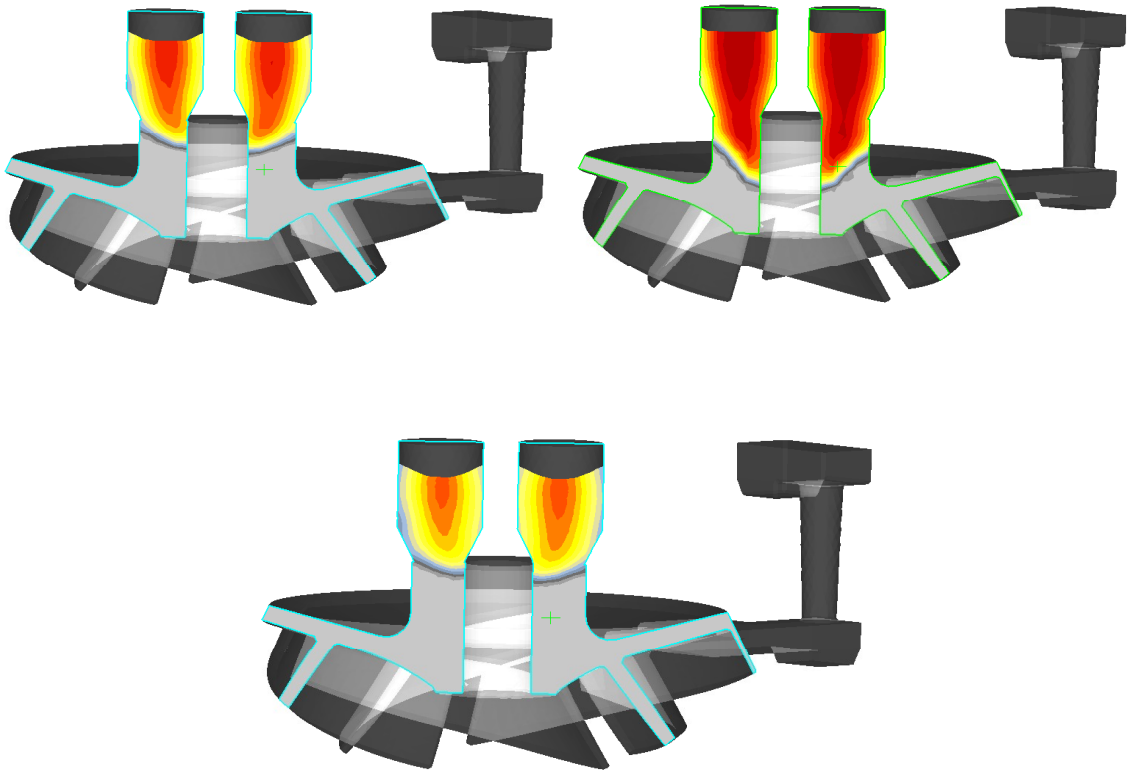


شکل ۱۵- شبیه سازی با تغذیه های اگزوترم(مشاهده می شود که تغذیه به تنهایی کارامد نمی باشد مسیر مذاب رسانی به دلیل انجماد زود هنگام منطقه ۱ قطع می شود.

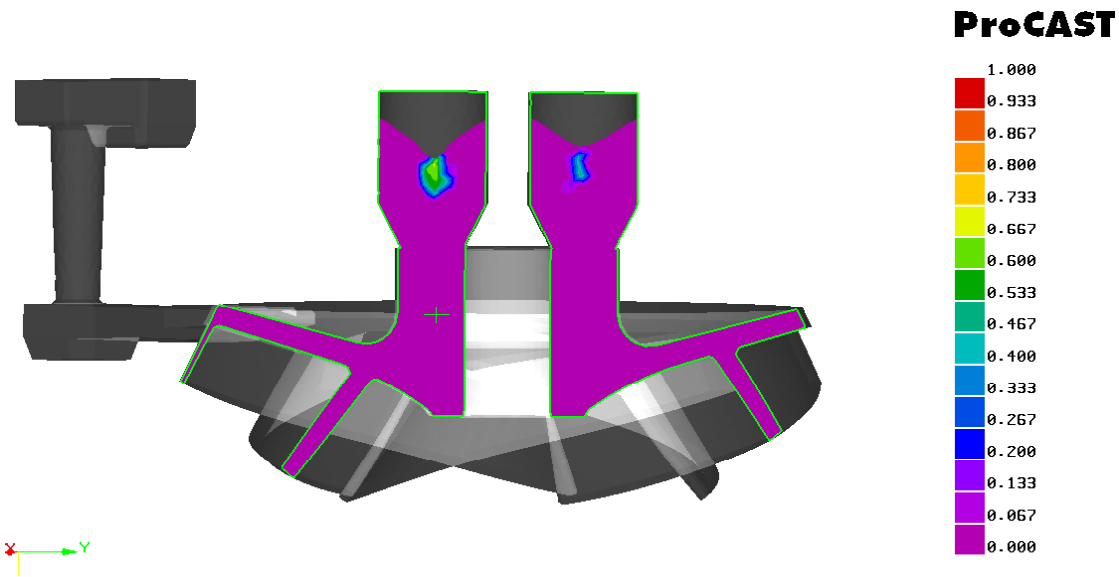


شکل ۱۶- طرح نهایی

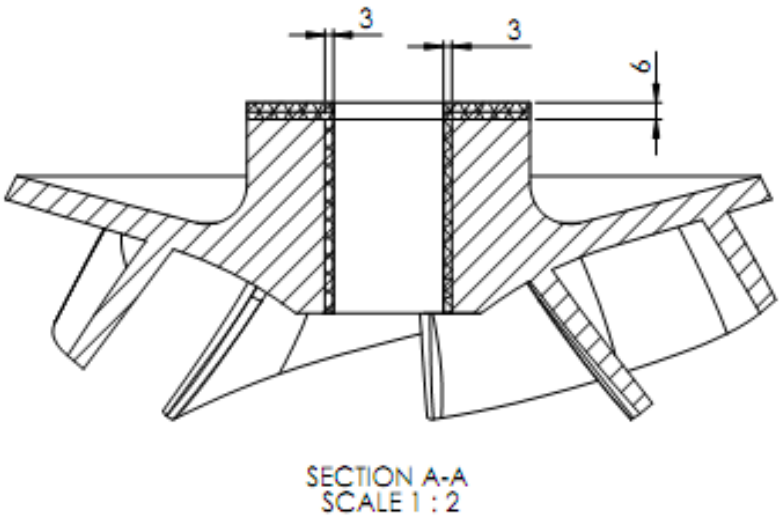




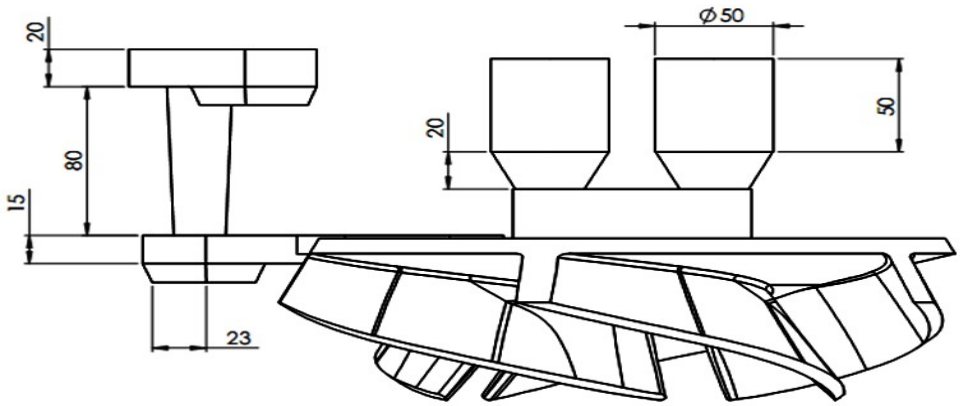
شکل ۱۷- شبیه سازی طرح نهایی، پیشروی انجماد کاملا جهت دار به سمت تغذیه می باشد.

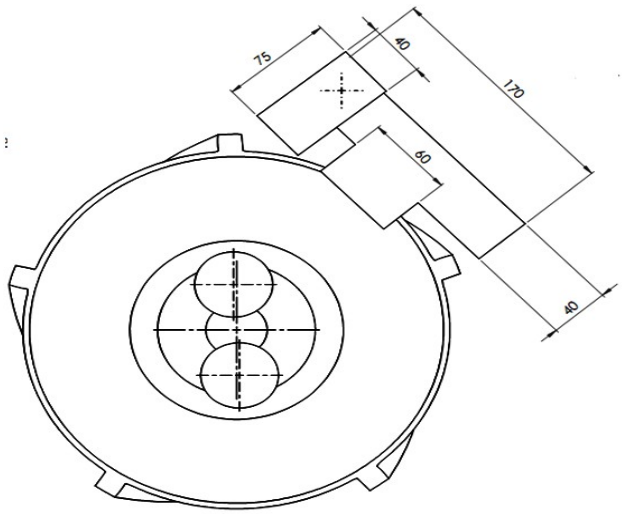


شکل ۱۸- شبیه سازی طرح نهایی، هیچگونه عیب انقباضی مشاهده نمی شود. کشیدگی در داخل تغذیه قرار گرفته است.



شکل ۱۹ – نمایش اضافه تراشها (اضافه ماشینکاری)، با توجه به بررسی های انجام شده بر روی شرایط کاری قطعه، اضافه تراش در مکانهای مشخص شده در قطعه لحاظ کردید. که در شکل بالا مشاهده می شود. از آنجا که در داخل این پره، محور(شافت) عبور می کند کیفیت سطحی بالاو ابعاد دقیق برای آن مورد نیاز می باشد





شکل ۲۰ – ابعاد و اندازه های سیستم راهگاهی و تغذیه

عملیات مدل سازی، قالبگیری و ماهیچه سازی[9]

۱)نوع و جنس مدل: نوع مدل دو تکه با سطح جدایش غیر یکنواخت می باشد. برای این عمل پس قالب گچی طراحی شده است. (شکل ۲۱)

به منظور افزایش کیفیت قالبگیری و مقاوم در برابر عوامل خارجی پیشنهاد می گردد جنس مدل فلزی باشد. به سبب اینکه آلومینیوم در صنعت کاربرد بیشتری دارد و سبک تر است، این جنس به عنوان مدل در نظر گرفته می شود.

۲) نوع و مواد کاربرد در قالب

برای قالبگری از ماسه سیلیسی مصنوعی با مش T50 استفاده شد که بسیار مناسب است به دلیل دیرگدازی بالا و قابلیت بازسازی و استفاده مجدد.

۳) نوع و جنس جعبه ماهیچه

نوع جعبه ماهیچه دو تکه با سطح جدایش یکنواخت می باشد.

جنس جعبه ماهیچه این قطعه چوبی پیشنهاد می شود چون سبکتر است و دلیل دیگر آن این است که ماسه ماهیچه مورد استفاده برای این قطعه، ماسه سیلیسی مصنوعی می باشد و نیازی به حرارت دادن برای سخت شدن ندارد.

۴) نوع ماهیچه

نوع ماسه ماهیچه مورد کاربرد برای این فرآیند ماسه ماهیچه سیلیسی مصنوعی می باشد. این ماسه به دلیل قابلیت متلاشی شدن بهتر نسبت به بقیه و نیاز نداشتن به جعبه ماهیچه فلزی از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است. برای جلوگیری از ترک خوردن جداره های قطعه در هنگام انجماد مقداری خاک اره و آرد حبوبات به ماسه ماهیچه افزوده شد. البته درصورتیکه مقدار این مواد افزودنی بیش از حد باشد تولید گاز خواهد کرد.(شکل ۲۲)

۵) گاز های ماهیچه

برای رفع این عیوب بایستی ماهیچه ها در گرمخانه به مدت ۳ ساعت در دمای ۲۰۰ درجه حرارت داده شوند.

۶) نوع و جنس مبرد

مبرد غیر مستقیم رینگی شکل از جنس فولاد کربنی ساده انتخاب شد.

۷) پوشش قالب و ماهیچه

برای پوشش قالب و ماهیچه از سرامل استفاده شد. سرامل دارای پایه زیرکونیا بوده و با الکل رقیق می گردد. این پوشش از ماسه سوزی جلوگیری کرده و کیفیت سطحی را افزایش می دهد. همانطور که گفته شد از ماسه کرومیت در درجه پایین استفاده شد ماسه کرومیت، انتقال حرارت قابلیت سرد کنندگی بالاتری نسبت به ماسه معمولی دارد.

۸) نوع چسب و مواد افزودنی

نوع چسب ماسه مصرفی در ساخت ماهیچه و قالبگیری سیلیکات سدیم می باشد. این چسب با گاز CO_2سخت می شود.

علاوه بر چسبندگی، ویژگی یک چسب خوب آن است که عدم تولید گاز و قابلیت استفاده مجدد داشته باشد.

مواد افزودنی کابرد در ماسه سیلیسی مصنوعی به شرح زیر است:

الف) پودر سپاریت (تالک): برای جلوگیری از چسبیدن ماسه و یا مدل به یکدیگر که مناسب ترین نوع سپارت، سپاریت ۵۵ می باشد.

ب) آرد حبوبات و خاک اره: برایبهبود قابلیت از هم پاشیدگی و جلو گیری از عیوب ناشی از انبساط قالب

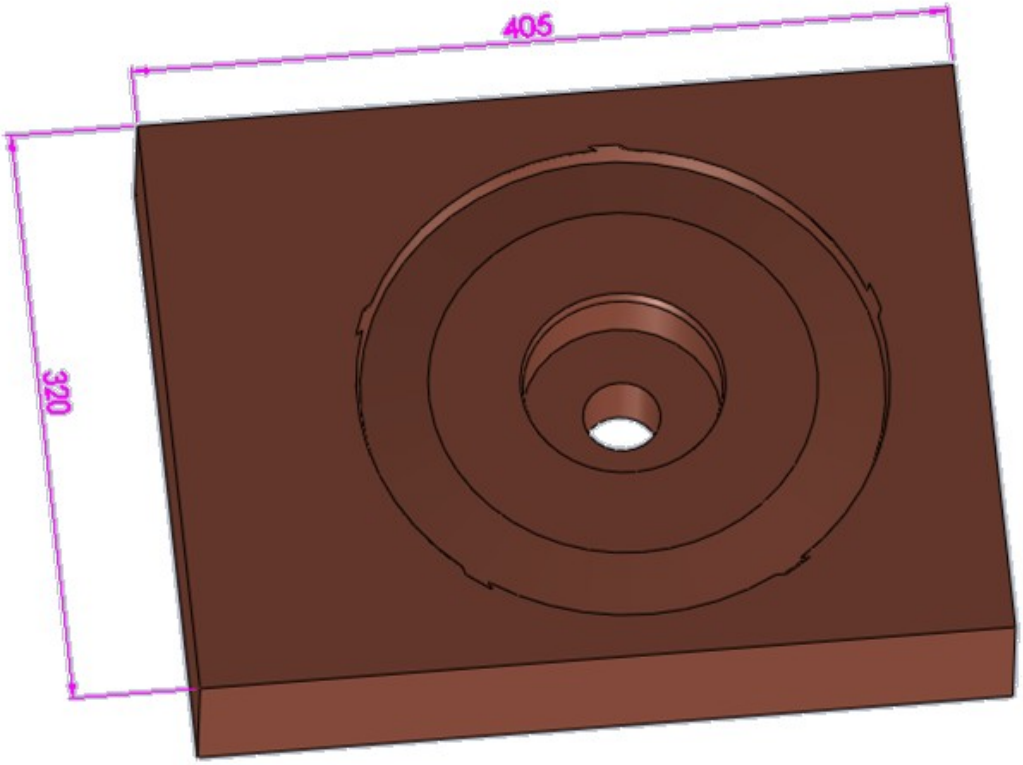
۹) مقدار چسب مصرفی

مقدار چسب مصرفی (سیلیکات سدیم) برای ماسه ماهیچه (ماسه CO_2) حدود ۴/۵٪می باشد.

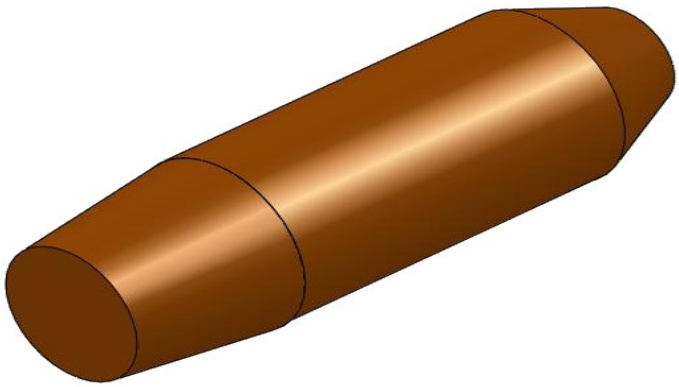
۱۰) ارائه محاسبات برای راندمان ریخته گری

سعی شد سیستم راهگاهی و تغذیه گذاری طوری طراحی بشود تا راندمان ریخته گری بدون کاهش کیفیت قطعه به حد مطلوبی برسد. وزن قطعه ریخته گری با در نظر گرفتن اضافه تراش ها در حدود 10.72 Kg وزن کل قطعه و سیستم راهگاهی و تغذیه گذاری در حدود 14.38Kg می باشد. راندمان طرح فوق در حدود 74% می باشد که برای قطعات فولادی مقدار قابل قبولی می باشد.

۱۴/۳۸ kg	وزن کل (قطعه و سیتم راهگاهی)
۱۰/۷۲ kg	وزن قطعه
٪۷۴	**راندمان**



شکل ۲۱ – پس قالب گچی



شکل ۲۲ – ماهیچه عمودی

شرایط عملیات ذوب و ریخته گری:

شارژ کوره با توجه به تعداد قطعه که قالبگیری شده است آماده می شود از کوره القایی استفاده شده و بایستی تا وزن مذاب تاحد امکان نزدیک به ظرفیت کوره باشد تا بتوان کنترل بیشتری برروی مذاب داشت(منظور این است زمانیکه مقدار مذاب کم می باشد نباید در کوره با ظرفیت بالا ذوب را آماده کرد.)

در حین اماده سازی ذوب و همچنین قبل از تخلیه مذاب در پاتیل بایستی مقداری سلاکس به مذاب اضافه کرد سلاکس باعث جمع کردن سرباره ها می شود و بعد از اضافه کردن سلاکس، سرباره گیری انجام شود. برای جلوگیری از ورود آخال و سرباره به قالب، استفاده از پاتیل های قوری شکل پیشنهاد می شود. پاتیل باید قبل از تخلیه ذوب به طور کامل خشک شود.

بمنظور گوگرد زدایی موثر ، با کاهش درصد اکسیژن در مذاب و از طریق افزودن اکسیژن زداهای قوی نظیر سیلیسیم و آلومینیوم و امکان پذیر است که این معادل با آهک آزاد در سرباره است ، یعنی ، آهکی که باسیلیس ترکیب نشده است (گرچه آن شامل Mgo وNa_2O است. که جزو گوگردزاهای قوی محسوب می گردند). بنابراین، شرایط سرباره های بازی و احیا کننده برای گوگردزایی مناسب است درجه حرارتهای بالا نیز سرعت واکنش را افزایش می دهد. مخلوط کردن سرباره و فلز (مذاب) نیز کمک می کند تا در زمانهای کوتاه تری تعادل برقرار شود.

پس از عمل گوگرد زدایی عمل اکسیژن زدایی انجام می شود. برای اکسیژن زدایی ذوب این نوع فولاد از آلومینیم استفاده می شود. مقدار آلومینیم مناسب، ۱۲۰ گرم به ازای ۱۰۰ کیلوگرم ذوب می باشد. که برای ۱۵ کیلوگرم ذوب مورد نیاز این قطعه ۱۸ گرم کافی می باشد. در صورتیکه آلومینیم بیش از حد اضافه شود جذب هیدروژن را افزایش داده و تشکیل آخال را افزایش خواهد داد. بایستی آلومینیم را در کف پاتیل قبل از تخلیه قرار داده و مذاب را بر روی آن بریزند. قالب بایستی قبل از ریخته گری بوسیله مشعل خشک گردد. تا از ایجاد سوسه های گازی ناشی از رطوبت قالب جلوگیری شود.

به منظور فسفر زدایی موثر باید تمام مقادیر عبارات فوق ، بالا باشد، یعنی مقادیر آهک و اکسید آهن سرباره زیاد باشد. به هر حال اکسید آهن مقدار K را کاهش می دهد ، به گونه ای که مقدار بهینه اکسید آهن حدود ۱۵ درصد است . به طور مشابه ،K، با درجه حرارت نسبت عکس دارد ولی لازم است ، سرباره سیالی تولید شود . در عمل ، بنابراین ، باید حالت بهینه ای بین توزیع فسفر ، درجه حرارت و مقدار اکسید آهن در سرباره وجود داشته باشد. مخلوط کردن سرباره و فلز سبب افزایش سرعت دستیابی به تعادل می گردد و از طریق تزریق مواد سرباره ، پودر شده به سرباره ، سرعت خارج سازی فسفر از مذاب زیاد می شود .

در پایان عمل سرباره گیری صورت می گیرد.

دمای مایع و جامد فولاد CK45 به ترتیب ۱۴۹۶و ۱۴۲۳ درجه سانتیگراد می باشد. با توجه به اینکه تشعشع مذاب فولاد زیاد است بایستی فوق گداز مناسب انتخاب شود در غیر اینصورت احتمال سردجوشی و لبه گردی افزایش می یابد. در این طرح دمای مذاب ^{o}C ۱۶۷۰در نظر گرفته شد.

با محاسبات انجام شده در رابطه Heine(بخش دوم) زمان پرشدن تئوری قالب در حدود ۸,۵ ثانیه می باشد با توجه به شبیه سازی های انجام شده به منظور جلوگیری از تلاطم و اغتشاش در هنگام ورود به مذاب به داخل پره ها، زمان پرشدن قالب ۹,۵ ثانیه بدست آمد که مقدار مناسبی می باشد. سرعت بارریزی مناسب در حدود ۱,۵ Kg/s خواهد بود.

سادگی، انجام پذیری ابتکار و خلاقیت:

برای سهولت مدل سازی، یک پره با دقت بسیار بالایی (با CNC) از چوب ساخته شد این پره به عنوان مدل مادر (master pattern) در نظر گرفته شد. سپس ۵ پره آلومینیمی از آن ریخته گری شده و سنباده زنی و پولیش شد.

پره ها قابلیت جدا شدن از کف مدل را داشتند. برای افزایش دقت، پره ها شماره گذاری شده و پینهای راهنمایی برای مونتاژ در قسمت بشقابی شکل بر روی آنها قرار گرفت.

با توجه به نتایج شبیه سازی، برای جلوگیری از ایجاد ترک در محل اتصال پره ها به صفحه، فیلت هایی در مدل لحاظ شد تا تیز بودن محل اتصال از بین برود.

با تحقیقی که در منابع بر روی قطعه فوق انجام شد اضافه تراش فقط بر روی سطوح مورد نیاز مطابق با استاندارد انجام شد.

برای سهولت قالبگیری، صفحه مدل ساخته شد. همچنین برای سهولت قالبگیری درجه پایین، پس قالب ساخته شد تا سرعت قالبگیری افزایش یابد و دقت کار افزایش یابد.

سیستم راهگاهی طوری طراحی شد تا حداقل تلاطم مذاب ایجاد شود(سیستم غیر فشاری با مشخصات ذکر شده در متن) و فقط یک راهباره در نظر گرفته شد تا با توجه به انحنای قسمت بشقابی و نداشتن اضافه تراش در آن ناحیه، حداقل برشکاری انجام شود.

سیستم راهگاهی بصورت غیرفشاری انتخاب شد راهباره در نسبت به کف راهبار بالاتر قرار گرفت این امر از ورود سرباره ها و آخالها در هنگام ورود مذاب جلوگیری کرده و سبب می شود اکسیدها در انتهای راهبار(تله سرباره) به دام بیفتند و وارد قطعه نشوند. این موضوع در شکل ۲۳ نشان داده شده است.

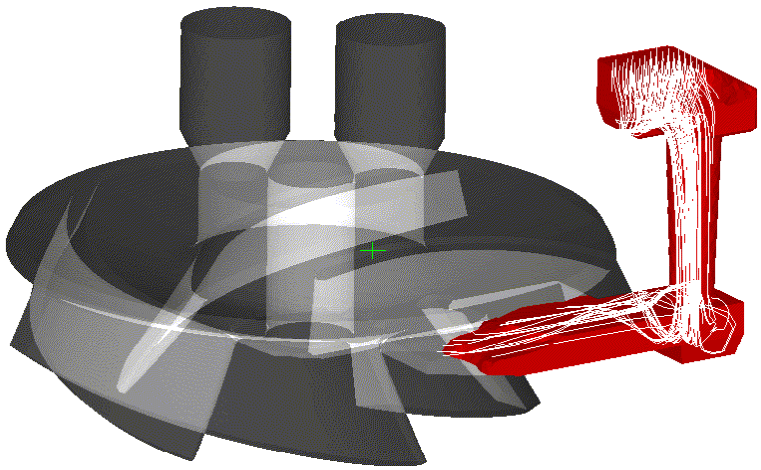
برای ماهیچه وسط قطعه، مقدار بسیار اندکی از خاک اره افزوده شد تا در هنگام انجماد قطعه، انقباض موجود سبب ترک خوردن قطعه نگردد. در واقع صلبیت ماهیچه کاهش داده شد.

تغذیه ها طبق ابعاد اثبات شده با بالاترین راندمان انتخاب شدند برشکاری آنها بسیار ناچیز می باشد.

برای بدست آوردن طرح نهایی، شبیه سازی در دفعات زیاد انجام شد، و در نهایت طرحی که بهترین شرایط را داشت انتخاب گردید.

نکته۲ – تمامی نقشه به صورت سه بعدی در فایل SOLID WORKS قرار دارد.

نکته۳ – تمامی طراحی، محاسبات، ترسیمات و پیشنهادات انجام شده و ذکر شده براساس تولید تیراژ بالای این قطعه صورت گرفته و برای تعداد کم مقرون به صرفه نیست.



شکل ۲۳- طراحی مناسب سیستم راهگاهی و کنترل سرعت بارریزی، سبب شده است ذرات اکسید و سرباره به تله سرباره وارد شده و به داخل قالب کشیده نشوند.

مراجع

[1] نگرشی نوین بر طراحی سیستم های راهگاهی ، م.ع. بوترابی، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۷۶

[2] تغذیه گذاری در ریخته گری قطعات فولادی، رئوف پرورش، انتشارات آزاده، ۱۳۸۴

[3] ASM Hand Book-Vol15-Casting

[4] ریخته گری پیشرفته، پرفسور جان کمبل ،ترجمه م.ع. بوترابی، دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۸۰

[5] انجماد جهت دار در ریخته گری فولاد ، مهندس علی اکبر سازگار ، وزارت ارشاد اسلامی

[6] The ten rules of casting, John Campbell, 2004.

[7] Casting design and performance, ASM International.

[8] Design of Gating and Feeding Systems, Dr. A.K.M.B. Rashid.

[9] اصول طراحی مدل ها و قالب های ریخته گری، مراد سلیمی، انتشارات حسینیان،۱۳۸۱