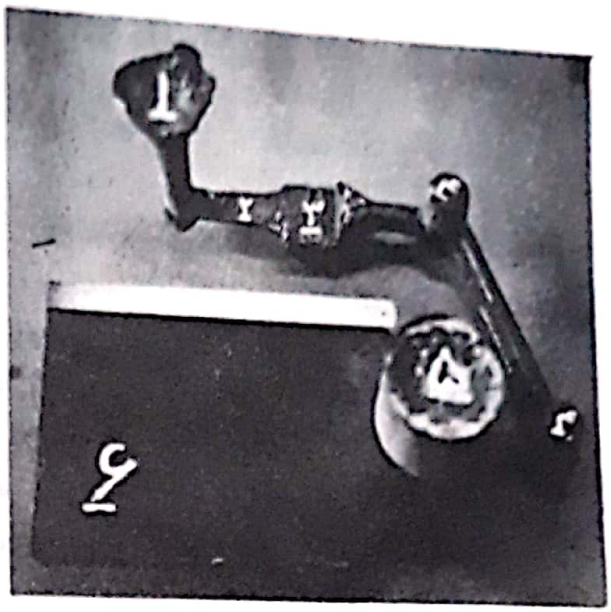


شکل ۱۱ ــ مشخصات قطعه آزمایشی تولید شده ازروش "افزودن منیزیم درراهگاه" ، شماره‌های ۱ تا ۶ به ترتیب نمایانگر حوضچه بارریزی ، ورودی محفظه فعل‌وانفعال ، محفظه فعل‌وانفعال ، تله‌چرخشی ، تغذیه‌وقطعه ریختگی میباشند .

نتایج :

چگونگی طراحی ومحاسبه سیستم راهگاهی در فرآیند " افزودن منیزیم در راهگاه "

بمنظور افزودن منیزیم به مذاب چدن درراهگاه‌ها ، ملاحظات تجربی زیر را بایستی در نظر داشت :

۱ ــ سیستم راهگاهی و محفظه فعل وانفعال را بایستی بصورت یک طراحی استاندارد در آورد .

۲ ــ راهگاه‌ها باید هر چه سریع‌تر از مذاب پر گردند . اهمیت این موضوع از آن جهت است که وجود هرگونه هوا در راهگاه‌ها منجربه‌اکسیده شدن مذاب و میرائی منیزیم می‌گردد . یکی از دلائل رجحان سیستم راهگاهی فشاری بر غیر فشاری همان سریع پر شدن کانال‌های راهگاهی از مذاب است .

۳ ــ سیستم راهگاهی بایستی بگونه‌ای طراحی گردد که جریان مذاب درسیستم راهگاهی (در طول زمان) همواره ثابت باشد .

سیستم راهگاهی دارای دو جزء زیر است :

الف ــ محفظه فعل و انفعال که افزودن منیزیم در آن انجام می‌شود .

ب ــ راهگاهها

ــ طراحی محفظه فعل و انفعال

یکی ازمهم‌ترین عوامل در موفقیت روش " افزودن منیزیم در راهگاه " طراحی درست محفظه فعل و انفعال است . یک طراحی مناسب به گونه‌ای است که مقاصد زیر را تامین نماید .

ــ جریان مذاب به آرامی و بطور منظم با سطح آلیاژ در تماس باشد تا آلیاژ ، تدریجا" و بصورت یکنواخت در مذاب حل شود . این امر سبب می‌شود که مقدار منیزیم کسب شده توسط مذاب درهر لحظه ، در طول زمان ریختن مذاب یکسان باشد .

ــ از حمل باقیمانده‌های آلیاژ و همچنین ناخالصی‌های موجود ، توسط مذاب به محفظه قالب جلوگیری شود .

واضح است که سرعت حل شدن هر ماده کروی کننده بستگی به‌عواملی چون ترکیب ، شکل واندازه دانه‌های ماده کروی‌کننده ، سرعت گذر مذاب از محفظه فعل وانفعال ، درجه حرارت مذاب و ترکیب شیمیائی آن ، و وزن قطعه ریختگی دارد .

برای کسب خواص وساختمان میکروسکپی مطلوب در قطعه ریختگی ، بایستی این عوامل را تحت کنترل قرار داد و محدوده مطلوب آنها را شناخت .

همانطوری که قبلا" گفته شد ، بین سرعت حل شدن ماده کروی‌کننده ، سرعت ریختن مذاب و ابعاد محفظه فعل وانفعال ، یک رابطه فیزیکی دقیق وجود دارد .

بااتکاء به‌این رابطه ، سرعت حلالیت هر ماده کروی کننده را می‌توان براساس نیاز تغییر داد .

این رابطه فیزیکی در شکل ساده خود به صورت زیر بیان می‌شود .

$$\text{عامل حلالیت آلیاژ} = A.S.F = \frac{\text{سرعت ریختن مذاب } Kg/Sec}{\text{سطح مقطع محفظه فعل و انفعال } Cm^2}$$

با استفاده از این رابطه‌وداشتن معیارهای دیگر ، می‌توان سطح محفظه فعل و انفعال را که در واقع سطح آلیاژ کروی‌کننده در معرض جریان مذاب است ، (سرعت حل شدن آلیاژ را در مذاب تنظیم می‌کند) دقیقا" اندازه‌گیری کرد .

چنانچه W وزن کل قطعه‌ریختگی همراه باتغذیه و راهگاه‌ها و محفظه فعل و انفعال و t طول زمان ریختن مذاب و A سطح مقطع محفظه فعل و انفعال باشد ، در اینصورت :

$$\text{سرعت ریختن مذاب} = \frac{W\ Kg}{t\ Sec} \Longrightarrow A.S.F = \frac{\frac{W}{t} Kg/Sec}{A\ Cm^2}$$

$$A.S.F = \frac{W}{A \cdot t}\ Kg\ Sec^{-1} Cm^{-2}$$

عامل حلالیت آلیاژ ، برای فرو سیلیسیم منیزیم ۵٪از

Scanned by CamScanner

روی منحنی شکل ۱۲ قابل حصول است . برای محاسبه سطح مقطع محفظه فعل و انفعال می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد .

$$\text{سطح مقطع محفظه فعل‌وانفعال} = \frac{Mgt \times W}{K \times T}$$

در رابطه ذکر شده :

مقدار منیزیم مورد نیاز = $Mg_{ع}$ (معمولا" حدود ۰/۰۵%)

عامل حلالیت = K $Kg.Sec^{-1}Cm^{-2}$

وزن کل قطعه ریختگی = W Kg

زمان = T Sec

در عمل مقدار عامل حلالیت را می‌توان بر حسب ضخامت قطعه ریختگی (باافزایش ضخامت عامل حلالیت کاهش می‌یابد) بین ۰/۰۵ تا ۰/۰۷ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع / ثانیه در نظر گرفت .

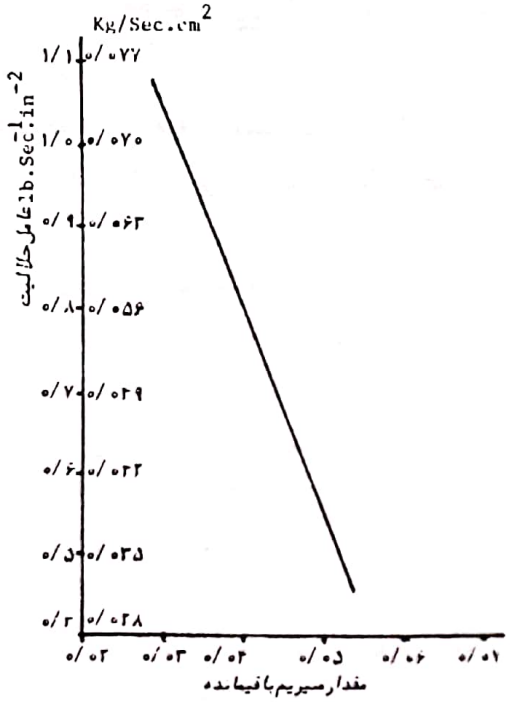
بمنظور محاسبه زمان ریختن مذاب استفاده از رابطه زیر توصیه می‌گردد :

$$t=(1.23 + 0.6T) \sqrt{W}$$

که T حداقل ضخامت قطعه ریختگی بر حسب سانتی‌متر بوده و W وزن قطعه‌ریختگی + راهگاه‌ها و تغذیه برحسب کیلوگرم است .

به این نکته مهم توجه گردد که در فرآیند منیزیم در راهگاه از سیستم راهگاهی فشاری استفاده شده و در مواردیکه در یک قالب از چند قطعه استفاده می‌گردد ، W وزن یک قطعه + تغذیه‌های مربوط به همان قطعه + $\frac{\text{وزن کل راهگاه}}{\text{تعداد قطعات}}$ می‌باشد .

بطور کلی زمان ریختن مذاب در سیستم راهگاهی فشاری به‌تعداد قطعات در هر قالب بستگی ندارد . همچنین توصیه می‌گردد زمان ریختن مذاب راهرگز از ۶ ثانیه و یا ترجیحا" ۷ ثانیه کمتر انتخاب ننمائید .



شکل ۱۲ ــ بیانگر رابطه بین حلالیت آلیاژ و مقدار منیزیم باقیمانده در قطعه ریختگی .

پس از محاسبه سطح مقطع محفظه ، بایستی ارتفاع آن محاسبه شود . برای محاسبه ارتفاع ، ابتدا وزن و سپس حجم آلیاژ منیزیم دار محاسبه شود .

(وزن قطعه‌ریختگی همراه با راهگاه‌ها و تغذیه) . X % = وزن آلیاژ

مقدار X بستگی به‌نوع آلیاژ منیزیم‌دار داشته و برای آلیاژ فرو سیلیسیم منیزیم ۵% که پرمصرف‌ترین آلیاژ در این فرآیند است ، برابر ۰/۸ تا ۱ درصد است .

$$\text{حجم آلیاژ} = \frac{\text{وزن آلیاژ}}{\text{وزن مخصوص آلیاژ}}$$

$$\text{ارتفاع آلیاژ} = \frac{\text{حجم آلیاژ}}{\text{سطح مقطع قطعه}}$$

مناسب‌ترین دانه‌بندی برای فروسیلیسیم منیزیم ، دانه‌هائی دراندازه ۱ تا ۴ میلی‌متر می‌باشد ، لذا بایستی وزن مخصوص آن را با در دست داشتن حجم معینی از آن بدست آورد . (انواع مصرفی در این پژوهش دارای وزن مخصوص حدود ۲/۲ بوده‌اند) .

= ارتفاع محفظه فعل وانفعال

۱/۲۵ Cm + ارتفاع راهگاه ورودی به محفظه + ارتفاع آلیاژ

مقدار ۱/۲۵ Cm که بصورت استاندارد به ارتفاع محفظه اضافه می‌شود ، در واقع نقش فضای فعل و انفعال را بازی می‌کند . در مواردی‌که وزن قطعه و یا قطعات در قالب از حدود ۵۰ کیلوگرم تجاوز کند ، توصیه می‌گردد بجای یک محفظه فعل و انفعال از چند محفظه استفاده گردد . اصولا" استفاده از چند محفظه باعث جذب یکنواخت‌تر منیزیم در مذاب می‌گردد .

برای اینکه یک محفظه فعل وانفعال شرایط پیش گفته را داراباشد ، باید به‌نحوی طراحی شود که برخورد مذاب با سطح آلیاژ موجود در آن بشدت و تندی صورت نگیرد . در برخورد شدید مذاب عمل جابجائی و پیش‌آمدگی دانه‌های آلیاژ و حمل آنها به محفظه قالب (قبل از حل شدن کامل در مذاب) پیش آمده و جریان مذاب در راهگاه‌ها نیز بصورت اغتشاشی خواهد بود .

بر اساس تجربیات بدست آمده ، در طراحی محفظه فعل و انفعال ، توجه به نکات زیر ضروری است :

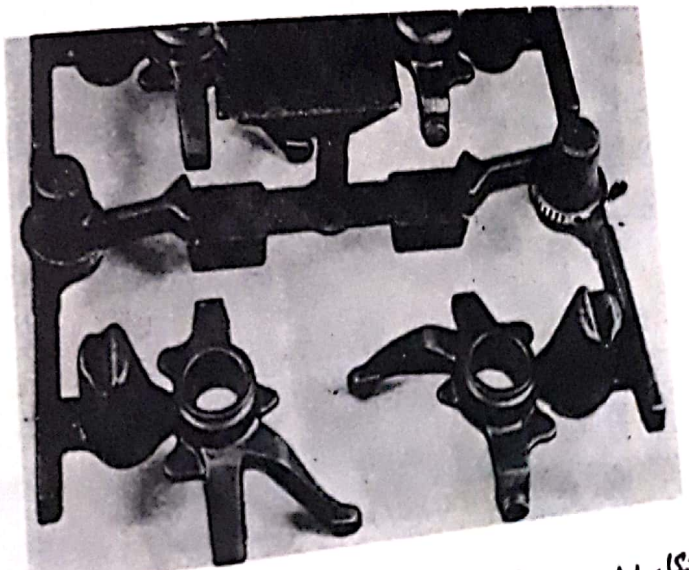
ارتفاعی که چدن مذاب طی می‌کند تا به محفظه فعل و انفعال وارد شود ، نباید بیش از ۲۰ میلیمتر باشد . (فاصله سطح فوقانی آلیاژ محتوی منیزیم در محفظه فعل و انفعال با کف راهگاه اصلی ورود مذاب به محفظه) . سطح مقطع راهبار (راهگاه

Scanned by CamScanner

سیستم نیمه‌فشاری یا طرح بهسازی شده فشاری

این سیستم در اکثر قریب به اتفاق قطعات ریختگی که دارای تغذیه می‌باشند، (ضخامت قطعات نیز اغلب از ۶ میلیمتر بیشتر است) می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. در این سیستم، کوچک‌ترین تنگه سطح مقطع راهباره (یا راهباره‌ها) به تغذیه وصل می‌شوند. یعنی سیستم راهگاهی تا قبل از تغذیه کاملا" فشاری بوده واز تغذیه به بعد غیر فشاری است. در صورتی که تغذیه را جزئی از قطعه ریختگی در نظر گیریم، چنین سیستمی را میتوان کاملا" فشاری در نظر گرفت.

در طرح نشان داده شده در شکل ۱۸، از دو محفظه فعل وانفعال استفاده شده و مذاب محتوی منیزیم وارد راهگاه استوانه‌ای (بمنظور گرفتن سرباره و ناخالصی‌ها) و سپس توسط راهباره‌های طویلی به تغذیه‌ها وصل شده است. چهار راهباره‌ای (راهگاه‌های فرعی) که مذاب را از راهبارها به تغذیه وصل می‌کنند، کوچک‌ترین تنگه‌ها میباشند، لذا سیستم تا قبل از تغذیه کاملا" فشاری است.

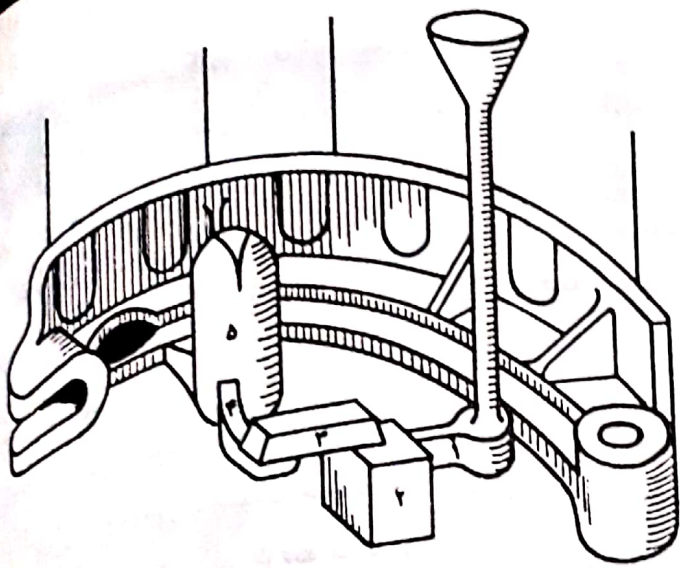


شکل ۱۸ – ریخته‌گری چهار قطعه از چدن نشکن در یک قالب با استفاده از دو محفظه فعل وانفعال.

در طرح نشان داده شده در شکل ۱۹ راهبار متصل شده به تغذیه دارای کمترین سطح مقطع در سیستم راهگاهی بوده و لذا سیستم تا تغذیه، فشاری و از آن به بعد غیر فشاری عمل خواهد نمود.

طرح نشان داده شده در شکل ۲۰ نیز مشابه طرح مربوط به شکل ۱۹ می‌باشد.

پایه سیستم راهگاهی



شکل ۱۹ – سیستم راهگاهی ارائه‌شده برای ریخته‌گری گشتاور ترمز، توجه شود که طول راهگاه اصلی راهبار کوچکتر از حد مطلوب انتخاب شده‌اند.

۱) راهگاه اصلی ۲) محفظه فعل‌وانفعال
۳) تنگه ۴) راهبار متصل به تغذیه
۵) تغذیه

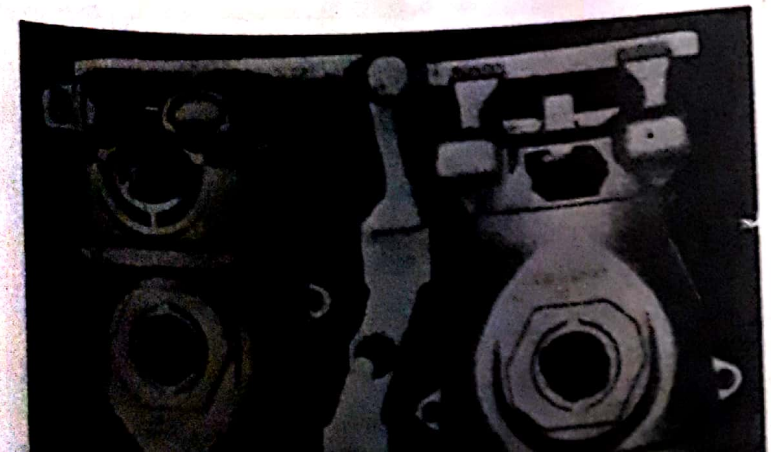
داده شده است. بجای استفاده از یک راهباره می‌توان از چند راهباره استفاده نمود. دراین صورت منظور از G مجموع سطوح مقاطع راهباره‌ها می‌باشد. G کوچک‌ترین سطح مقطع در سیستم راهگاهی است.

$R_2 = G + \%10\,G$ سطح مقطع راهبار دوم

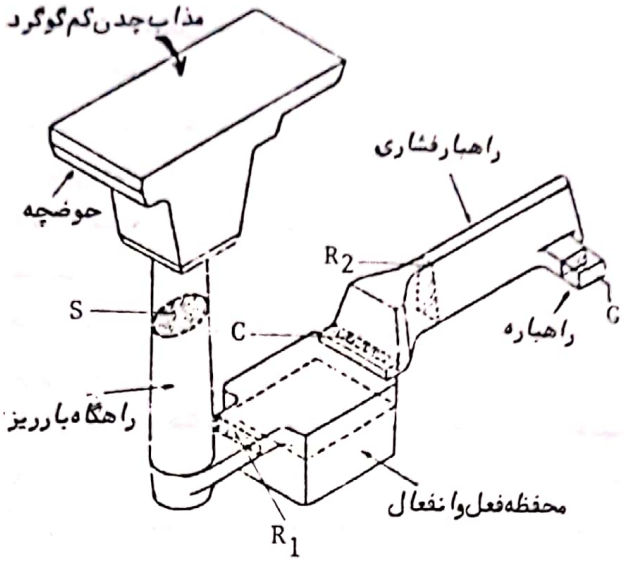
ضمنا" طول راهبار دوم هرچه ممکن است، بزرگتر انتخاب شود.

$C = G + \%12\,G$ تنگه کنترل کننده مذاب از محفظه فعل‌وانفعال

$R_1 = G + \%30\,G$ اولین راهبار هدایت کننده مذاب به محفظه فعل‌وانفعال



Scanned by CamScanner



شکل ۲۱ ــ یک سیستم راهگاهی فشاری اصلاح شده در فرآیند "افزودن منیزیم در راهگاه" .

دقت گردد که محل تماس این راهبار با محفظه فعل و انفعال قوس‌دار باشد تا مذاب به آرامی وارد محفظه فعل وانفعال گردد. حتی‌المقدور سعی شود که طول R_1 از ۵ سانتیمتر کمتر نباشد. این طول هر قدر بیشتر باشد، بهتر است.

$$S \geqslant R_1 = G + \%30G$$

منظور از سطح مقطع S کمترین مقطع در راهگاه بارریز است.

باتوجه‌به‌نسبت‌های‌فوق، با در دست داشتن G بسهولت می‌توان بقیه اجزاء سیستم راهگاهی رامحاسبه نمود.

بهترین وساده‌ترین روش محاسبه G، استفاده از رابطه زیر است:

$$G = \frac{7.48\ W}{t\sqrt{ESH}}$$

که W وزن‌قطعه + راهگاه‌ها و تغذیه‌برحسب‌کیلوگرم، t زمان‌بارریزی (ثانیه) از رابطه $T = (1/23+0/6)\sqrt{W}$ و ESH ارتفاع موثر مذاب

$$ESH = H - \frac{P^2}{2C}\ (Cm)$$

همانطوری که در مورد زمان ریختن مذاب گفته شد، در مواردی‌که‌از سیستم راهگاهی فشاری استفاده می‌گردد (سیستم توصیه‌شده‌برای فرآیند منیزیم در راهگاه) و تعداد قطعات قرار گرفته روی صفحه مدل از یک عدد بیشتر است. G در حقیقت سطح مقطع راهگاه فرعی وصل شده به تغذیه بوده (نه‌گردن تغذیه) و در این حالت W وزن هر قطعه + $\frac{\text{وزن کل راهگاه}}{\text{تعداد قطعات}}$ می‌باشد.

ذکراین‌نکته‌ضروری است که اندازه ارتفاع حوضچه مصرفی در این فرآیند را بایستی بزرگتر از حد معمول (شکل ۱۸) در نظر گرفت. (حداقل یک ثانیه مذاب لازم برای قالب را دارا باشد یعنی برای وزن کل مذاب ۶۰ کیلوگرم در قالب و زمان باراریزی ۱۰ ثانیه حداقل وزن مذاب در حوضچه ۶ کیلوگرم باشد). همچنین باراریزی مذاب بایستی بطور مداوم انجام شود زیراقطع جریان باراریزی‌یعنی تماس منیزیم با هوا بوده و باعث پس‌زدن مذاب از محفظه فعل و انفعال به حوضچه می‌گردد.

۳ ــ ناخالصی‌هاوچگونگی‌جلوگیری از ورود آنها به محفظه‌قالب

تمایل به واردشدن‌ناخالصی‌ها به قطعه ریختگی می‌تواند یکی از جنبه‌های منفی فرآیند "افزودن منیزیم در راهگاه" تلقی‌گردد. بنابراین لازم است تمهیدات کافی برای جلوگیری از ایجاد اینگونه عیوب در قطعات ریختگی انجام گیرد.

ناخالصی‌های فوق، نه تنها از مصرف آلیاژهای محتوی ناخالصی‌های ناخواسته منشاء می‌گیرند، بلکه در مواردی نیز ذرات آلیاژ محتوی منیزیم حل نشده در مذاب، وارد محفظه قالب شده و در قطعه ریختگی باقی می‌مانند.

از آنجائیکه واکنش بین مذاب و آلیاژ محتوی منیزیم در فرآیند "افزودن منیزیم در راهگاه" در غیاب هوا انجام می‌گیرد، لذامقدار اکسیدمنیزیم (MgO) حاصله بسیار ناچیز است.

مقدار MgS بوجودآمده در مذاب با میزان گوگرد محتوی چدن پایه‌متناسب‌بوده و هنگامیکه مقدار گوگرد در مذاب چدن کمتراز ۰/۰۱%باشد، مقداراین‌ناخالصی نیز در حد قابل قبولی قرارخواهد داشت. بنابراین، مهمترین منبع ورود ناخالصی‌ها به‌محفظه قالب، آلیاژ منیزیم‌دار مصرفی است. ایجاد اینگونه ناخالصی‌ها را می‌توان مربوط به عوامل زیر دانست.

۱ ــ نوع آلیاژ در رابطه با سرعت حلالیت آن.

۲ ــ اندازه‌ونحوه‌پخش‌دانه‌های آلیاژ منیزیم‌دارمصرفی.

۳ ــ طراحی‌محفظه فعل و انفعال و اجزاء راهگاهی مابین محفظه قالب و محفظه فعل و انفعال.

مبانی طراحی یک محفظه فعل وانفعال مناسب در سطور قبلی تشریح گردید، دیگر اجزاء سیستم رامی‌توان باتوجه به وزن مخصوص ناخالصی‌ها که از وزن مخصوص مذاب کمتر است، به گونه‌ای طراحی کرد تا از ورود آنها بداخل قطعه ریختگی جلوگیری شود. برخی از تدابیری که بدین منظور بکار گرفته می‌شوند، بشرح زیر است:

ــ کاربرد راهگاههای اصلی (راهبار) با سطح مقطع بزرگتر، جهت آرام کردن جریان مذاب و ایجاد امکان برای جدا شدن ناخالصی‌ها از مذاب.

Scanned by CamScanner