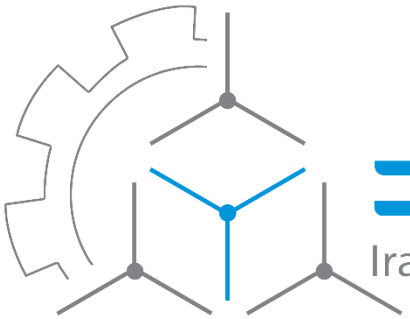


ایران مواد

Iran-mavad.com

@iranmavad

شبکه آزمایشگاهی ایران مواد

FESEM , SEM , TEM ,XRD

XRF, SPS, TGA, DTA, DSC, FTIR, BET

www.IMlabsnet.ir

مرکز آموزش تخصصی ایران مواد

Iran Mavad Education Professional Center

آموزش های تخصصی و نرم افزاری مهندسی مواد و متالورژی

www.IMpec.ir

گروه فنی پژوهش ایران مواد

ویراستاری، ترجمه تخصصی مقالات و کتب مهندسی مواد

مشاوره پژوهشی تا چاپ مقاله ISI

www.IMpaper.ir

۱۲۴۷۱۴۴

اهدایی محمد صالح غفاری

اصول طراحی
سیستمهای راهگاهی و تغذیه‌گذاری چدنها

رحمان خسروی
مهندسین مشاور ابتکار صنعت

www.iran-mavad.com
ایران مواد

نام کتاب : اصول طراحی سیستمهای راهگاهی و تغذیه گذاری چدنها
ترجمه : رحمان خسروی
ناشر : جامعه ریخته‌گران ایران
تیراژ : ۳۰۰۰ نسخه
نوبت چاپ : اول
تاریخ انتشار : مرداد ۱۳۶۸
چاپ : عرفان
لیتوگرافی : اشکان

حق چاپ محفوظ و مخصوص جامعه ریخته‌گران ایران است.

فهرست مطالب

موضوع	صفحه
۱ ـ نکاتی درمورد تکنولوژی ریخته‌گری	۱
۱ ـ ۱ ـ ابعاد و تعداد قطعات	۱
۱ ـ ۲ ـ شکل قطعه	۱
۱ ـ ۳ ـ مقدار مذاب	۱۳
۱ ـ ۴ ـ ضخامت قطعه	۱۶
۱ ـ ۵ ـ مواد قالبگیری	۱۷
۱ ـ ۶ ـ ماشینکاری	۱۸
۱ ـ ۷ ـ زمان تخلیه قالب	۲۰
۲ ـ اصول جریان فلز مذاب	۲۱
۳ ـ چگونگی پیشبرد تکنولوژی ریخته‌گری	۲۱
۳ ـ ۱ ـ مراحل تکنولوژی ریخته‌گری	۲۱
۳ ـ ۲ ـ تعیین وزن و درجه حرارت فلز مذاب	۲۳
۳ ـ ۳ ـ زمان و سرعت ذوب‌ریزی	۲۵
۳ ـ ۴ ـ طراحی قیف و حوضچه ذوب‌ریزی	۳۳
۳ ـ ۵ ـ ارتفاع موثر راهگاه باریز	۳۵
۳ ـ ۶ ـ طراحی راهگاه‌باریز، راهگاه‌اصلی وراهگاه‌فرعی	۳۷
۳ ـ ۷ ـ نسبت سیستم راهگاهی	۴۴
۳ ـ ۸ ـ جداول سیستم راهگاهی بعنوان مرجع	۴۹
۳ ـ ۹ ـ طراحی حوضچه پای راهگاه	۵۵
۳ ـ ۱۰ ـ طراحی تغذیه	۶۰
۳ ـ ۱۱ ـ هواکش و سرریز	۸۱
۳ ـ ۱۲ ـ پل یا چاپلت	۸۲

www.iran-mavad.com
ایران مواد

موضوع	صفحه
۱۳ ـ ۳ ـ لوله‌گذاری در قالب	۸۲
۱۴ ـ ۳ ـ مبردها	۸۳
۱۵ ـ ۳ ـ تمرینهایی ازطراحی	۸۴
۴ ـ اشکال و ابعاد اصلی قطعات و طراحی ریخته‌گری آنها	۹۱
۱ ـ ۴ ـ قطعات سنگین	۹۱
۲ ـ ۴ ـ قطعات از نوع چرخ	۹۸
۳ ـ ۴ ـ قطعات از نوع کوپلینگ	۱۱۴
۴ ـ ۴ ـ قطعات از نوع سیلندر	۱۱۷
۵ ـ ۴ ـ قطعات از نوع رینگ	۱۲۷
۶ ـ ۴ ـ قطعات از نوع صفحه	۱۳۵
۷ ـ ۴ ـ قطعات از نوع مخزن	۱۴۱
۸ ـ ۴ ـ قطعات از نوع درپوش	۱۴۹
۹ ـ ۴ ـ قطعات از نوع لوله	۱۵۹

بنام خدا

انتشارات یکی از اساسی‌ترین اهداف جامعه ریخته‌گران ایران میباشد و تاکنون گروه انتشارات جامعه در راستای تحقق این هدف اساسی با تلاش در جهت نشر کتب تخصصی مفیدبخش کوچکی از این وظیفه خطیر را به انجام رسانیده است. حفظ پدیده ارتباطات و ارتقاء دانش فنی دو ثمره مهم در جریان تداوم این حرکت سودمند میباشد که امید است با همکاری کلیه دست‌اندرکاران بتوان این جریان پویا را همواره حفظ و تقویت نمود.

کتاب "اصول‌طراحی‌سیستمهای‌راهگاهی و تغذیه‌گذاری چدنها" ترجمه‌آقای‌مهندس خسروی‌که‌براساس کتاب "The Progress of the Foundry Technology" تهیه گردیده آخرین تحولات تکنولوژی را در زمینه طراحی قطعات چدنی و در برخی موارد فولادی از نقطه‌نظر سیستمهای راهگاهی و تغذیه‌گذاری با ذکر مثال‌های تجربی متعدد مطرح نموده است.

در این کتاب ضمن اشاره مختصر به مبانی طراحی سیستم‌های راهگاهی وتغذیه‌گذاری مباحث عملی و کاربردی در این مقوله تخصصی به گونه‌ای تشریح‌گردیده‌که‌قطعا در تدوین تکنولوژی ریخته‌گری قطعات چدنی میتواند بعنوان یک راهنمای مفید راهگشا باشد.

با امید اینکه انتشار این کتاب در آستانه یازدهمین‌سال‌فعالیت جامعه‌ریخته‌گران ایران گامی دیگر در جهت تحقق اهداف جامعه باشد موفقیت آقای‌مهندس خسروی‌را در انجام خدمات علمی آرزو میکنیم

گروه انتشارات جامعه ریخته‌گران ایران

www.iran-mavad.com
ایران مواد

۱ ــ نکاتی در مورد تکنولوژی ریخته‌گری

در این فصل تکنولوژی ریخته‌گری قطعات با مطالعه و بررسی قطعه از نقطه‌نظرهای ذیل انجام گرفته و به سئوالاتی که در این رابطه پیش می‌آید پاسخ گفته می‌شود:

۱ ــ ۱ ابعاد و تعداد قطعه

۱ ــ ۱ ــ ۱ قالبگیری دستی یا ماشینی

اصولا" چنانچه تعداد قطعات بیش از ۱۰ باشد، بهتر است که قالبگیری ماشینی در نظر گرفته شود.

۱ ــ ۱ ــ ۲ نوع و جنس مدل

۱ ــ ۱ ــ ۳ تعداد قطعات در یک درجه قالبگیری

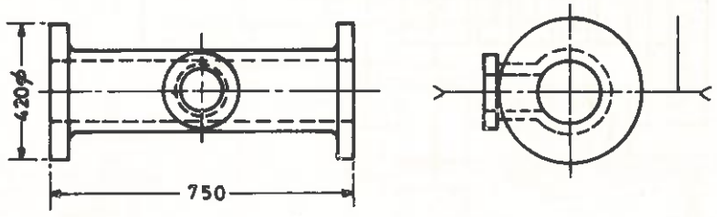
۱ ــ ۱ ــ ۴ چگونه ابعاد درجه قالبگیری انتخاب می‌شوند

۱ ــ ۲ شکل قطعه

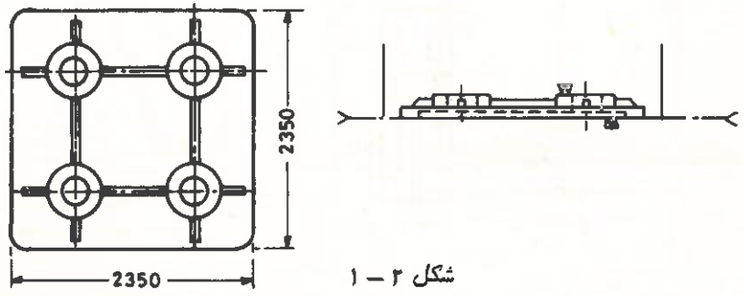
۱ ــ ۲ ــ ۱ چگونه سطح جدایش انتخاب می‌شود.

سطح جدایش با در نظر گرفتن مشخصات قطعه، سیستم راهگاهی و تغذیه مناسب با جنس قطعه، درجه قالبگیری، مشخصات ماسه قالبگیری، و عوامل دیگر انتخاب می‌شود.

اشکال ۱ ــ ۱ و ۲ ــ ۱ نمونه‌هایی از سطح جدایش را نشان می‌دهند.



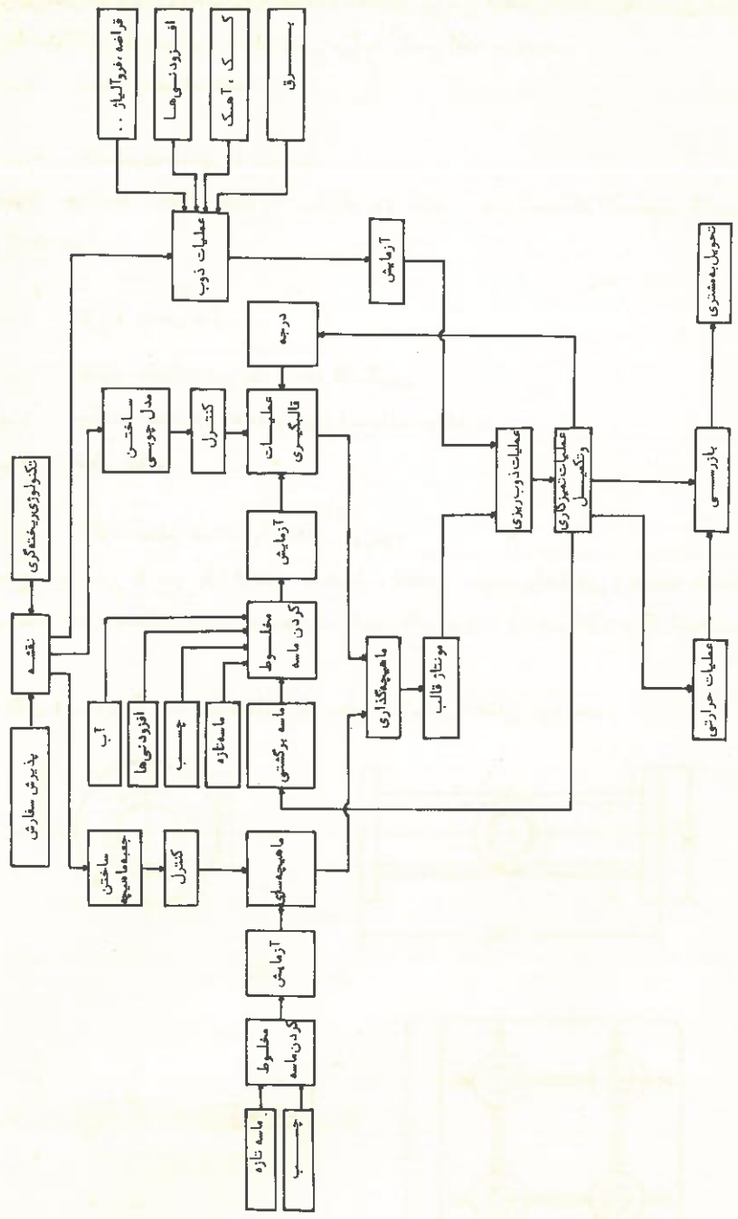
شکل ۱ ــ ۱



شکل ۲ ــ ۱

www.iran-mavad.com
ایران مواد

نمودار مراحل کاری یک واحد ریخته‌گری



۲ – ۱ انتخاب سطح جدایش افقی یا عمودی

اصولا" انتخاب نوع سطح جدایش بستگی به عوامل زیر دارد :

الف) قسمتهای مهم قطعه باید در سطح پایین قرار گیرند .

ب) قسمتهایی که سطوح پرداخت بیشتری دارند ، باید در پایین قرار گیرند .

پ) قسمتهای نازک قطعه در پایین و بخشهای ضخیم همراه با تغذیه در بالا قرار گیرند .

ت) کدام نوع سطح جدایش قالبگیری را آسان‌تر می‌کند ؟

ث) کدام نوع سطح جدایش مدلسازی را آسان‌تر می‌سازد ؟

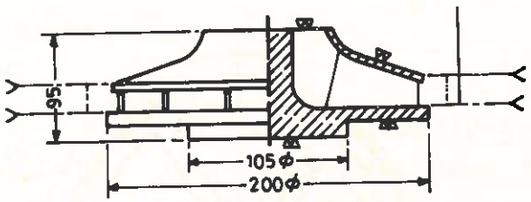
چند نمونه از سطوح جدایش که با در نظر گرفتن موارد بالا انتخاب گردیده ، در شکلهای ۳ – ۱ ، ۴ – ۱ و ۵ – ۱ نشان داده شده‌اند .

۳ – ۲ – ۱ کدام قسمت از قطعه در درجه رویی قرار میگیرد ؟

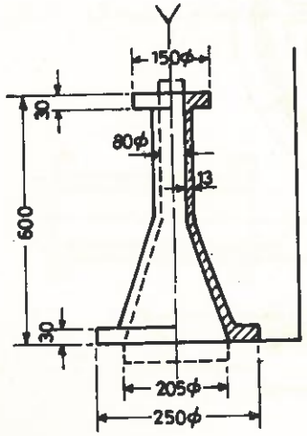
اصولا" عوامل ذیل موقعیت قطعه در قالب را تعیین می‌کنند :

الف) قسمتهای مهم قطعه در داخل درجه زیری قرار خواهند گرفت .

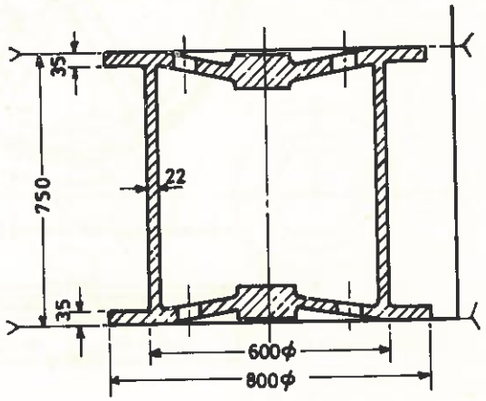
ب) سطوحی که باید ماشینکاری شوند در داخل درجه زیری قرار خواهند گرفت .



شکل ۳ – ۱



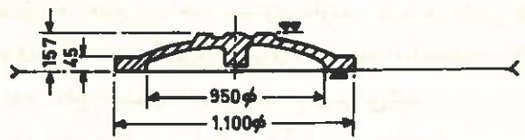
شکل ۴ – ۱



شکل ۵ – ۱

www.iran-mavad.com
ایران مواد

شکل ۶ ـ ۱ نمونه‌ای از انتخاب سطح جدایش با توجه به موارد ذکر شده را نشان می‌دهد.



شکل ۶ ـ ۱

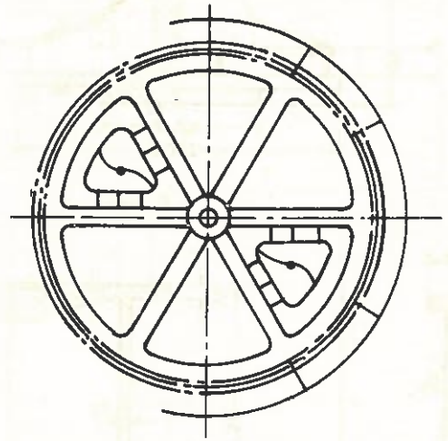
۴ ـ ۲ ـ ۱ جعبه ماهیچه

در موارد ذیل بهتر است که از جعبه ماهیچه استفاده شود:

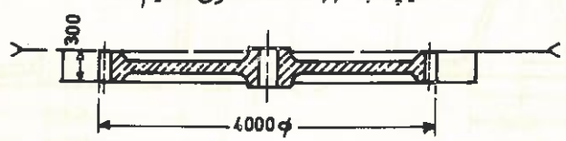
الف) هنگامی که ساخت مدل کامل (بدون جعبه ماهیچه) هزینه بیشتری در برداشته باشد.

ب) زمانی که رنگ زدن قالب مشکل باشد.

مثال: شکل ۷ ـ ۱



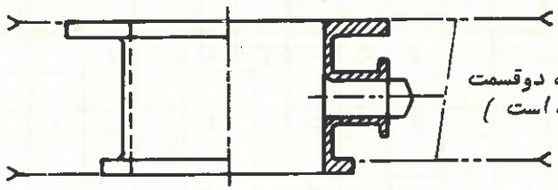
ماهیچه به ۱۲ قسمت مساوی تقسیم شده



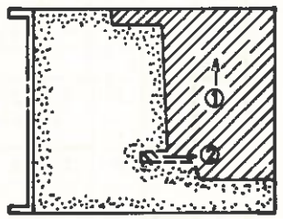
شکل ۷ ـ ۱

۵ ـ ۲ ـ ۱ انتخاب جعبه ماهیچه یا قطعه آزاد در مدل

شکل ۸ ـ ۱ چگونگی استفاده از قطعه آزاد در مدل و نیز بکار بردن جعبه ماهیچه را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود، استفاده از هر یک از دو روش به تنهایی در این قطعه امکان‌پذیر نمی‌باشد.



① جهت در آوردن مدل‌چوبی

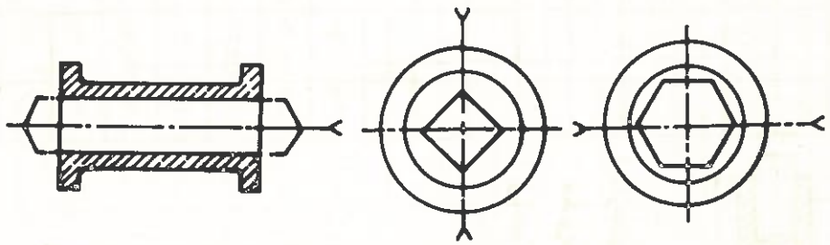


② جهت درآوردن قطعه‌آزاد

شکل ۸ ـ ۱

۶ ـ ۲ ـ ۱ اندازه و شکل تکیه‌گاه ماهیچه

اشکال مختلف تکیه‌گاه ماهیچه عبارتند از: گرد، چهارگوش و شش‌گوش (شکل ۹ ـ ۱). ابعاد تکیه‌گاه ماهیچه نه تنها از طریق تئوری، بلکه با توجه به تجربه باید محاسبه شوند. جداول ۱ ـ ۱ و ۲ ـ ۱ اندازه استاندارد تکیه‌گاه ماهیچه گرد را نشان می‌دهند.

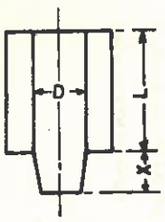


تکیه‌گاه ماهیچه، شش‌گوش تکیه‌گاه ماهیچه، چهارگوش تکیه‌گاه ماهیچه، گرد

شکل ۹ ـ ۱

www.iran-mavad.com
ایران مواد

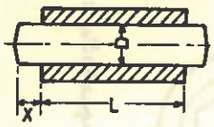
جدول ۲ – ۱ – تکیه‌گاه ماهیچه عمودی (یک طرفه) واحد میلیمتر



اندازه‌های سمت چپ خط پر ممتد کاربرد زیادی ندارند.

D / L	۲۰	۴۰	۶۰	۸۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۷۵۰	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۲۰۰۰	۲۵۰۰
۵	۱۰	۱۵	۲۰													
۱۰	۱۰	۱۸	۲۰	۲۰ ۲۵												
۱۵	۱۰	۱۸ ۱۵	۲۰	۲۵	۲۵ ۳۰											
۲۵	۱۲ ۲۵	۱۵	۲۰ ۲۵	۲۵	۳۰ ۳۵	۴۰										
۳۰	۱۵	۱۵	۲۰	۲۵ ۳۰	۳۰ ۳۵	۳۵ ۴۰	۴۰ ۵۰	۵۰ ۶۰	۶۰ ۷۰							
۴۰	۱۵	۱۵	۲۰ ۲۵	۲۵ ۳۰	۳۰ ۴۰	۴۰ ۴۵	۵۰ ۶۰	۶۰	۸۰	۱۰۰						
۵۰	۲۰	۲۰	۲۰	۳۰	۴۰	۴۵ ۵۰	۵۰ ۶۰	۶۰	۷۰	۱۰۰	۱۰۰					
۷۰	۲۰	۲۰	۲۰	۳۰	۳۰ ۴۰	۵۰	۵۰ ۶۰	۶۰	۷۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۲۰				
۱۰۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۵	۳۰	۳۰	۵۰	۶۰	۶۰ ۷۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۲۰	۱۸۰			
۱۵۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵ ۳۰	۲۵ ۳۰	۴۰	۴۵	۵۰	۷۰	۸۰	۱۲۰	۱۶۰ ۱۸۰	۲۰۰ ۲۳۰		
۲۰۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵ ۳۰	۲۵ ۳۰	۲۵ ۳۰	۲۵ ۳۰	۴۰	۵۰ ۶۰	۵۰	۱۲۰	۱۸۰ ۲۰۰	۲۳۰ ۲۰۰	۳۰۰ ۲۵۰	
۳۰۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵ ۳۰	۲۵ ۳۰	۲۵ ۳۰	۲۵ ۳۰	۳۰	۴۰	۴۰ ۵۰	۵۰ ۷۰	۸۰ ۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰ ۲۵۰	۴۰۰
۴۵۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵ ۳۰	۲۵ ۳۰	۲۵ ۳۰	۲۵ ۳۰	۲۵ ۳۰	۳۰ ۴۰	۳۰ ۴۰	۴۰ ۵۰	۶۰ ۸۰	۵۰ ۶۰	۱۵۰ ۲۰۰	۲۰۰ ۳۰۰
۶۵۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵ ۳۰	۲۵ ۳۰	۲۵ ۳۰	۲۵ ۳۰	۲۵ ۳۰	۳۰ ۴۰	۳۰ ۴۰	۳۰ ۴۰	۴۰ ۵۰	۵۰ ۶۰	۵۰ ۶۰	۵۰ ۶۰
۱۰۰۰	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵ ۳۰	۲۵ ۳۰	۲۵ ۳۰	۳۰ ۴۰	۳۰ ۴۰	۳۰ ۴۰	۳۰ ۴۰	۴۰ ۵۰	۴۰ ۵۰	۴۰ ۵۰	۴۰ ۵۰	۵۰ ۶۰
۱۵۰۰	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۳۰	۳۰	۳۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۵۰	۴۰ ۵۰	۴۰ ۵۰	۴۰ ۵۰	۶۰

جدول ۱ – ۱ تکیه‌گاه ماهیچه افقی (دوطرفه) واحد میلیمتر



اندازه‌های سمت چپ خط پرممتد کاربرد زیادی ندارند .

L / D	۲۰	۴۰	۶۰	۸۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۷۵۰	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۲۰۰۰	۲۵۰۰
۵	۱۰	۱۵	۱۵	۲۰	۲۰	۲۰ ۲۵	۲۵									
۱۰	۱۵	۱۵	۱۸ ۱۵	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵–۳۰	۳۰	۳۵							
۱۵	۱۵	۱۸	۲۰	۲۰ ۲۵	۲۰ ۲۵	۲۵ ۳۰	۳۰	۳۰ ۳۵	۳۵	۳۵						
۲۵		۲۰	۲۵	۲۵ ۳۰	۳۰	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰						
۳۰		۲۵ ۲۰	۲۵	۳۰	۳۰	۳۵	۴۰	۴۰	۴۵	۵۰	۷۰					
۴۰		۲۵	۳۰	۳۵ ۳۰	۳۵	۴۰	۴۰ ۴۵	۴۵ ۵۰	۵۰	۶۰	۸۰	۹۰				
۵۰		۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۰	۵۰	۵۵–۶۰	۶۵–۷۰	۷۰	۸۵	۹۰	۱۰۰		
۷۰		۴۰	۴۰	۴۰	۴۰ ۴۵	۵۰	۵۰	۵۵	۶۵	۷۵	۸۵	۱۰۰	۱۱۰–۱۲۰	۱۵۰	۱۸۰ ۱۵۰	
۱۰۰		۴۵	۴۵	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۵	۱۰۰	۱۲۰	۱۵۰	۱۸۰	۲۰۰	۲۰۰
۱۵۰			۵۰	۵۰	۵۵	۶۰	۶۰ ۷۰	۶۰	۷۵	۹۰	۱۰۰	۱۲۰	۱۵۰	۲۰۰ ۱۸۰	۲۳۰ ۲۰۰	۲۵۰
۲۰۰			۵۵	۶۰	۶۰	۷۰	۸۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۲۰	۱۵۰	۲۰۰	۲۳۰ ۲۰۰	۲۵۰	
۳۰۰			۶۰	۶۵	۷۰	۸۰	۸۰	۹۰	۹۵	۱۰۰	۱۱۰	۱۳۰	۱۵۰	۲۳۰	۲۵۰	
۴۵۰				۷۰	۸۰	۸۵	۹۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۳۰	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰ ۲۰۰	۲۵۰	
۶۵۰				۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰	۱۳۰	۱۵۰	۱۸۰	۲۳۰	۲۵۰	۳۰۰	
۱۰۰۰					۹۵	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰	۱۳۰	۱۵۰	۱۸۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۳۰۰	
۱۵۰۰					۱۰۰	۱۲۰	۱۳۰	۱۳۰	۱۳۰	۱۵۰	۱۸۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۳۵۰	

www.iran-mavad.com
ایران مواد

برای مثال ، تکیه‌گاه گرد افقی ، از لحاظ تئوری به صورت زیر محاسبه می‌شود :

$$= \frac{(\tau_1 - \tau_2)\ \pi D S_f}{8\ \delta_c}$$

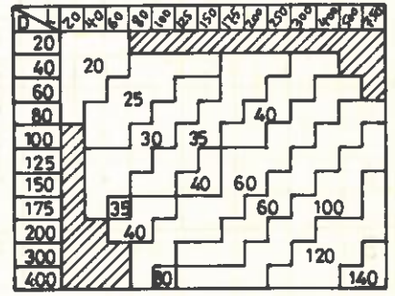
τ_1= وزن مخصوص فلز مذاب (وزن مخصوص چدن $6/9\ g/cm^3$)

τ_2= وزن مخصوص ماسه (وزن مخصوص ماسه $1/6 g/cm^3$)

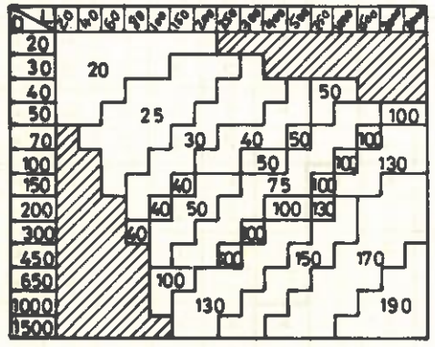
S_f = ضریب اطمینان (۶ – ۳)

δ_c = استحکام فشاری ماسه قالب

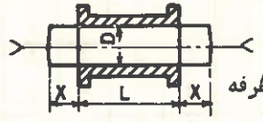
نتایج محاسبات در اشکال ۱۰ – ۱ و ۱۱ – ۱ نشان داده شده است .



قالبگیری به روش تر

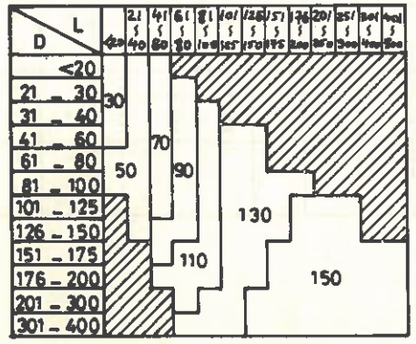


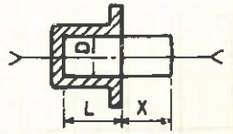
قالبگیری به روش خشک



تکیه‌گاه ماهیچه از نوع افقی دوطرفه

شکل ۱۰ – ۱ – ابعاد تکیه‌گاه ماهیچه افقی (دوطرفه)





تکیه‌گاه ماهیچه از نوع افقی و یکطرفه

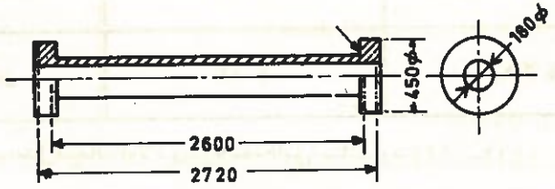
درقسمتهای هاشورخورده اندازه مناسب وجود ندارد .

شکل ۱۱ – ۱ – ابعاد تکیه‌گاه ماهیچه افقی (یک طرفه)

۷ – ۲ – ۱ انقباض غیرنرمال

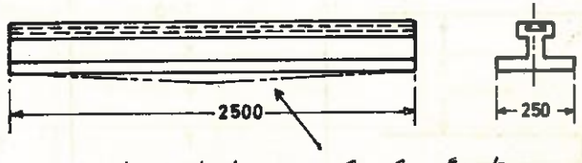
زمانیکه انقباض فقط مطابق قوانین معمولی برآورد می‌شود ، گاه در رابطه با عواملی مانند ماسه مصرفی ، روش قالبگیری ، تکنولوژی ریخته‌گری قطعه ، درجه حرارت ذوب‌ریزی ، جعبه ماهیچه ، شکل قطعه و .... قطعه به علت انحراف ابعاد اسقاط می‌گردد . در این موارد با استفاده از اطلاعات موجود و تجربیات ، هنگام طراحی ، نقاط مربوطه را در قالب ضخیم‌تر در نظر می‌گیرند . (شکلهای ۱۲ – ۱ و ۱۳ – ۱)

در حالتی که شکل قطعه گرد است ، در قسمت باز (شکل ۱۴ – ۱) در اثر انقباض محیط خارجی و محیط داخلی ، شکل قطعه تغییر می‌کند .



مقدار اضافی که در یک طرف و یا دو طرف فلانچ منظور میگردد .

شکل ۱۲ – ۱



تابیدگی معکوس که به سرعت ایجاد شده است .

شکل ۱۳ – ۱

شکل ۱۴ – ۱

www.iran-mavad.com
ایران مواد

۸ – ۲ – ۱ شیب مدل:

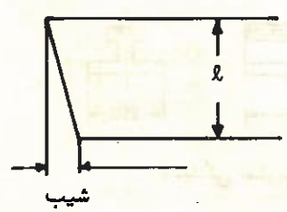
معمولا" شیب مدل بین ۰/۵ تا ۳ درصد، یا بطور متوسط ۲ درصد در نظر گرفته می‌شود.

مثال: شیب مدل برای قطعات چدنی و چدن مالیبل در ماسه مطابق استاندارد ۱۹۶۲ – ۰۴۰۷ JISB بصورت زیر می‌باشد:

طبقه‌بندی	کلاس معمول	کلاس غیرمعمول
شیب خارجی	≤ ۲%	≤ ۳%
شیب داخلی	≤ ۳%	≤ ۵%

جدول ۲–۱ شیب مدل قطعات فولادی در ماسه مطابق استاندارد ۱۹۶۶–۰۴۱۲ JISB.

طبقه‌بندی ℓ	حداکثر شیب	ارتفاع مدل (L)
زیر ۲۵	۱	جهت بیرون آوردن مدل
۲۵ – ۵۰	۱/۵	
۵۰ – ۱۰۰	۲	
۱۰۰ – ۲۰۰	۳	
۲۰۰ – ۴۰۰	۴	
۴۰۰ – ۶۰۰	۶	



۹ – ۲ – ۱ مقدار انقباض قطعات (مقداری که مدلساز در اندازه مدل منظور می‌کند)

جدول ۳ – ۱ – درصد انقباض قطعات

نوع قطعات	درصد	نوع قطعات	درصد	نوع قطعات	درصد
سیلندر بزرگ چدنی	۰/۸	قطعات برنجی با ضخامت زیاد	۱/۳	بیسموت	۱/۳
سیلندر کوچک چدنی	۰/۵۵	قطعات برنجی با ضخامت کم	۱/۵۵	آلومینیم	۱/۶۵
Beam چدنی	۰/۵۵	روی	۲/۶	چدن مالیبل	۱/۰
لوله چدنی	۱/۰	سرب	۱/۵۵		
قطعات فولادی	۲/۰	قلع	۲		

جدول ۴ – ۱ – استاندارد مقدار انقباض برای کاربرد در ریخته‌گری قطعات

نوع و محل کاربرد	مقدار انقباض %
چدن معمولی – قسمت نازک قطعات فولادی	+ ۰/۸
چدن با انقباض زیاد – قسمت نازک قطعات فولادی	+ ۰/۹
آلومینیم	+ ۱
آلیاژ آلومینیم – برنز – قطعات فولادی (ضخامت ۷–۵ میلیمتر)	+ ۱/۲
برنج مقاوم – قطعات فولادی	+ ۱/۴
قطعات فولادی (ضخامت بیش از ۱۰ میلیمتر)	+ ۱/۶
قطعات بزرگ فولادی	+ ۲
قطعات ضخیم و بزرگ فولادی	+ ۲/۵

جدول ۵ – ۱ – انتخاب مقدار انقباض را باتوجه به نوع آلیاژ و روش قالبگیری نشان میدهد.

(مقادیر بر حسب درصد)

نوع قطعات		روش قالبگیری خشک	روش قالبگیری تر	روش قالبگیری سیلیکاتی
فولاد معمولی	شکل قطعه ساده	۲ – ۱/۷	۲ – ۲/۳	۲ – ۲/۳
	شکل قطعه پیچیده	۱/۷ – ۱/۲	۲–۱/۵	۲ – ۱/۵
فولاد با منگز بالا		۲/۵	۲/۵ – ۲/۷	۲/۵ – ۲/۷
فولاد مقاوم در مقابل حرارت		۲ – ۲/۳	۲ – ۲/۵	۲/۳ – ۲/۵

www.iran-mavad.com
ایران مواد

جدول ۶ـ۱ مقدار انقباض برخی از قطعات ریختگی (مقادیر برحسب درصد)

شکل وآلیاژ	میزان انقباض
چدن گرافیت کروی (FCD> ۴۰)	۰/۳ – ۰/۵
چدن معمولی (نازک و نرم ۲۰ > FC)	۰/۸ – ۱/۰
چدن معمولی (سختی معمولی ۲۵>FC)	۱/۰ – ۱/۲
چدن چکش‌خوار (۳۲ >FCM) ، برنز و برنج	۱/۲ – ۲/۰
آلیاژهای آلومینیم و برنزهای معمولی	۱/۲ – ۱/۴
قطعات مسی (ضخامت بیش از ۱۰ میلی‌متر)	۱/۶ – ۱/۸
قطعات فولادی (ابعاد بزرگ)	۱/۸ – ۲/۰
فولادهای آلیاژی (۱۳ درصد Cr)	۱/۸
فولادهای زنگ نزن (۸ – ۱۸)	۲/۶ – ۲/۸۵
قطعات نیکلی و آلیاژهای نیکل ومس (فلزات مونل)	۲/۱

۱۰ – ۲ – ۱ مقدار مجاز ماشینکاری

جداول زیر مقدار مجاز ماشینکاری برای قطعات مختلف را نشان می‌دهند.

جدول ۷ – ۱ ـ استاندارد عمومی مقدار مجاز ماشینکاری

اندازه (میلیمتر) / مواد	< ۱۵۰	< ۳۰۰	< ۶۰۰	< ۱۰۰۰
آلیاژ مس	۲	۳	۴	۵
چدن	۳	۴	۵	۶
فولاد	۴	۷	۹	۱۰

م : علائم FC ، FCD و FCM بترتیب مشخصهٔ چدن‌خاکستری، چدن باگرافیت کروی و چدن مالیبل می‌باشد و عددی که بعد از این حروف می‌آید مقاومت کششی چدن را نشان می‌دهد.

جدول ۸ – ۱ ـ استاندارد مقدار مجاز ماشینکاری قطعات چدنی

شکل / اندازه (میلیمتر)		< ۳۰۰	۳۰۰–۶۰۰	۶۰۰–۱۰۰۰	۱۰۰۰ – ۱۵۰۰	۱۵۰۰ – ۲۰۰۰	۲۰۰۰ – ۳۰۰۰
نوع سیلندری	جداره خارجی	۲/۵	۳	۵	۶	۸	۱۰
	جداره داخلی	۳	۵	۷	۸	۱۰	۱۲
قطعات طویل	بالا	۵–۴	۷–۵	۱۰–۷	۱۲–۱۰	۱۵–۱۲	۲۰–۱۵
	دیواره	۵–۳	۶–۵	۷–۶	۹–۷	۱۱–۹	۱۵–۱۱
	پائین	۴–۲/۵	۵–۴	۶–۵	۷–۶	۹–۷	۱۲–۹

جدول ۹ – ۱ ـ استاندارد کلی مقدار مجاز ماشینکاری قطعات فولادی

حداکثر طول (میلیمتر)	کلاس غیرمعمولی (mm)			کلاس معمولی (mm)		
	قسمت پائین	دیواره	قسمت بالا	قسمت پائین	دیواره	قسمت بالا
< ۱۰۰	۳	۴	۶	۴	۵	۷
۱۰۰ – ۲۰۰	۳/۵	۴/۵	۶/۵	۴/۵	۵/۵	۸
۲۰۰ – ۴۰۰	۵	۶	۸	۶	۷	۱۰
۴۰۰ – ۸۰۰	۷	۸	۱۰	۸	۹	۱۲
۸۰۰ – ۱۶۰۰	۹	۱۱	۱۳	۱۱	۱۲	۱۶
۱۶۰۰ – ۳۱۵۰	۱۲	۱۴	۱۶	۱۳	۱۵	۲۰
۳۱۵۰ – ۶۳۰۰	۱۵	۱۷	۱۹	۱۶	۱۸	۲۵

۳ – ۱ تعیین مقدار فلز مذاب لازم با در نظر گرفتن درجه حرارت و سرعت ـ ذوب‌ریزی مناسب

۱ – ۳ – ۱ وزن مذاب لازم با توجه به وزن قطعه ریختگی

هنگامی که برای اولین بار قطعه بزرگی ریخته می‌شود، گاهی به علت اختلاف زیاد بین مقدار فلز مذاب محاسبه شده و مقدار فلز مذاب لازم در عمل، مقداری مذاب کم می‌آید که این حالت را اصطلاحا" نیامد کردن می‌نامند. بنابراین در محاسبات مقدار فلز مذاب را اندکی زیادتر در نظر می‌گیرند.

www.iran-mavad.com
ایران مواد

شکل ۱۵ ــ ۱ نمونه‌ای از این موارد را با توجه به اطلاعات ذیل نشان می‌دهد :

جنس قطعه : چدن ۳۰ FC

درجه حرارت ذوب‌ریزی : ۱۳۷۰ ± ۱۰ C

زمان ذوب‌ریزی : ۷ ± ۶۰ ثانیه

وزن راهگاههای شماره ۱ و ۲ (۶ عدد در راهگاه شماره ۱ ــ ۳ عدد در راهگاه شماره ۲)

وزن تغذیه‌ها (۱۰ عدد)

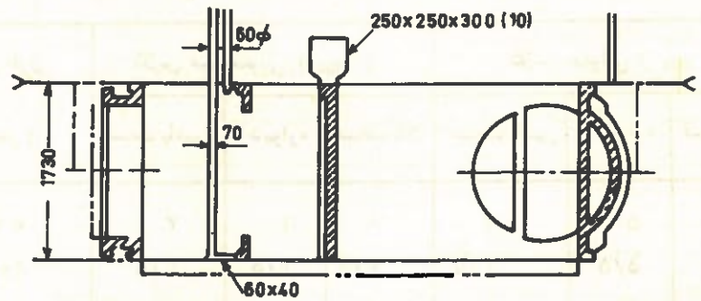
وزن سر ریز (۲ عدد) } ۳/۷ تن

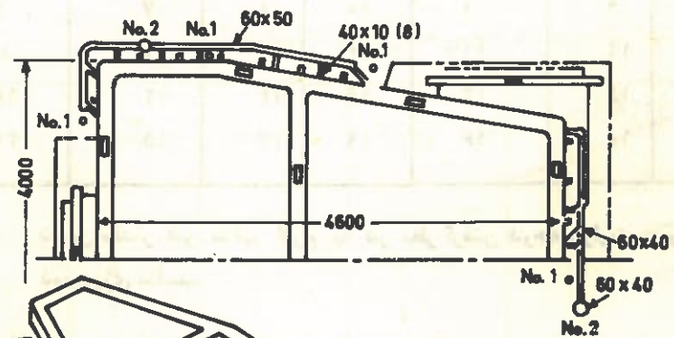
وزن قطعه نهایی ۱۷ تن

وزن مذاب لازم (محاسبه شده) ۲۲ تن

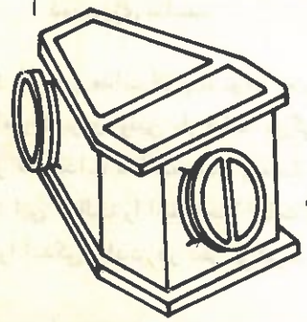
وزن مذاب آماده شده ۲۴/۲ تن

مذاب اضافی ۲/۲ تن (۱۰ درصد)





شماره‌های ۱ و ۲ نمایانگر راهگاه اولیه و ثانویه می‌باشد



پرسپکتیو قطعه

شکل ۱۵ ــ ۱

۲ ــ ۳ ــ ۱ ظرفیت قیف یا حوضچه ذوب‌ریزی

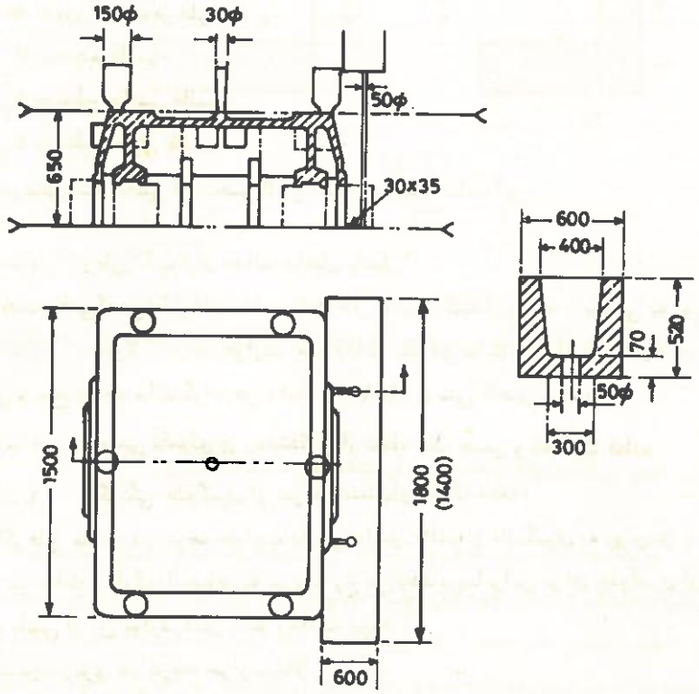
کاربرد قیف یا حوضچه ذوب‌ریزی دارای مزایای ذیل می‌باشد :

ــ ثابت نگهداشتن سرعت ذوب‌ریزی .

ــ جلوگیری از ورود سرباره و آخال همراه مذاب به داخل قالب

ــ راحت انجام گرفتن عملیات ذوب‌ریزی

بهتر است که ظرفیت قیف یا حوضچه بیش از ۳۰ درصد مقدار فلز مذاب انتخاب شود (شکل ۱۶ ــ ۱)



مقدار مذاب ریخته‌شده ۳/۵ تن

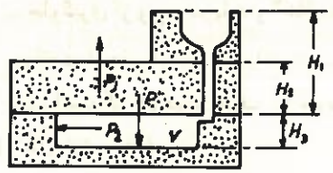
ظرفیت حوضچه ذوب ریزی ۱/۴ تن

شکل ۱۶ ــ ۱

www.iran-mavad.com
ایران مواد

۳ – ۳ – ۱ تعیین مقدار انبساط قالب

هنگامی‌که ارتفاع قطعه زیاد باشد، در حین ذوب‌ریزی، قالب به مقدار زیاد منبسط می‌شود. (شکل ۱۷ – ۱)



شکل ۱۷ – ۱

فشارهائیکه به دیواره قالب وارد میشود

$$P_1 = W(H_1 + H_2)V$$

$$P_2 = W.A_2\left(H_1 + \frac{H_3}{2}\right)$$

$$P_3 = W.H_1.A_3$$

W = وزن مخصوص فلز مذاب

V = حجم قالب

A_2 = سطح جانبی قالب

A_3 = سطح تصویر قالب

درعمل فشار ناشی از تبخیر گاز را نیز باید به حساب آورد.

۴ – ۳ – ۱ زمان نگهداری مذاب داخل پاتیل

مدت‌زمانی‌که می‌توان فلز مذاب را داخل پاتیل نگهداری کرد، بستگی به نوع نسوز پاتیل دارد. معمولا" درجه حرارت فلز مذاب یک درجه سانتیگراد در دقیقه در پاتیل ۱۵ تنی و پنج درجه سانتیگراد در دقیقه در پاتیل ۵ تنی کاهش می‌یابد.

۴ – ۱ بررسی تکنولوژی ریخته‌گری از نقطه نظر جنس و ضخامت قطعه

۱ – ۴ – ۱ چگونگی جلوگیری از تبرید قسمتهای نازک قطعه

اگر فلز مذاب در درجه حرارت پایین داخل قالب (قالبگیری به روش تر) ریخته شود، در مقاطع نازک انجماد به سرعت رخ می‌دهد، بنابراین برای جلوگیری از تبرید وعیوب ناشی از آن موارد ذیل باید رعایت شوند:

– ذوب‌ریزی در درجه حرارت بالا

– لایه بندی (Padding)

– جلوگیری از توقف مذاب در مقاطع نازک

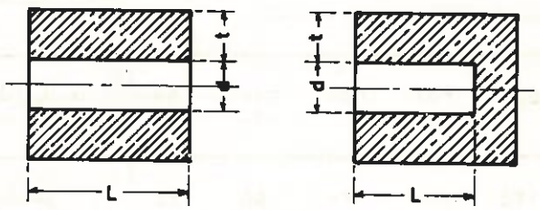
۲ – ۴ – ۱ چگونگی جلوگیری از ایجادانقباض در مقاطع ضخیم

برای جلوگیری از بوجود آمدن انقباض در مقاطع ضخیم، استفاده از تغذیه ضروری است. در مقاطعی که تغذیه اثر کمتری دارد، کاربرد مبردهای داخلی یا خارجی پیشنهاد می‌شود. برای موثر واقع شدن مبردهای خارجی، ضخامت آنها باید ۷۵ تا ۱۰۰ درصد

ضخامت قطعه باشد. (کاربرد مبردها در فصول بعدی بررسی خواهد شد).

۳ – ۴ – ۱ رابطه بین ضخامت قطعات و اندازه سوراخی که از طریق ریخته‌گری می‌توان در آنها ایجاد کرد.

زمانی‌که ماهیچه کوچکی در مقطع ضخیمی مستقر می‌گردد، احتمال ماسه‌سوزی یا بروز حفره انقباضی در سوراخ ایجاد شده زیاد می‌باشد. بنابراین بهتر است که اندازه سوراخ باتوجه به محدودیتهای زیر انتخاب گردد (شکل ۱۸ – ۱).



شکل ۱۸ – ۱

	سوراخ بسته	سوراخ باز
قطر داخلی :	$d \geqslant 2t$	$d \geqslant 2t$
طـول :	$L \leqslant 2d$	$L \leqslant 3d$

در مورد قطعات‌فولادی گفته می‌شود که قطر داخلی d حداقل باید ۲۰ میلیمتر باشد.

۵ – ۱ بررسی تکنولوژی ریخته‌گری از نقطه نظر ماسه قالبگیری

۱ – ۵ – ۱ نوع ماسه‌قالب، ماسه‌ماهیچه، و ماده پوشش‌دهنده‌سطح‌قالب (رنگ‌قالب).

در روشهای‌قالبگیری‌باماسه‌خودگیرو ماسه مخلوط‌روان (Fluid sand)، به‌علت زیاد بودن قابلیت عبور گاز ماسه، چنانچه فقط از یک لایه رنگ استفاده شود، عیوب ماسه‌سوزی‌ونفوذ مذاب‌در دیواره‌های‌قالب و به‌خصوص در گوشه‌ها به‌راحتی بوجود می‌آید. گاهی به‌علت ماسه‌سوزی‌شدید جداسازی‌ماسه از قطعه بااشکال روبرو می‌شود. برای جلوگیری از عیوب‌مذکور، قابلیت عبور گاز را از طریق پوشش یک لایه رنگ زیرکونی روی سطح قالب قبل از استفاده از رنگ گرافیتی، کاهش می‌دهند.

۲ – ۵ – ۱ تعیین مقدارماسه خور (فاصله بین محفظه قالب و درجه قالبگیری).

تعیین مقدار ماسه‌خور نه تنها برای محاسبه اندازه درجه قالبگیری ضروری است،

www.iran-mavad.com
ایران مواد

بلکه یکی از عوامل مهم در تکنولوژی قالبگیری بوده و با سرعت سرد شدن قطعه و مقاومت قالب رابطه دارد .

مقدار ماسه‌خور برای قطعات کوچک و متوسط فولادی حدود ۲۰ میلیمتر و برای قطعات بزرگ فولادی بیش از ۵۰ میلیمتر در نظر گرفته می‌شود . قطعات با دیواره خارجی ضخیم به مقدار ماسه‌خور بیشتری نیاز دارند .

جدول (۱۰ — ۱) حداقل عمق قالب را در درجه‌های قالبگیری مختلف (درجه رویی) نشان می‌دهد :

جدول ۱۰ — ۱

اندازه‌درجه (طول یک‌بعد) میلیمتر	۲۵۰	۳۰۰	۳۵۰	۴۵۰	۵۵۰	۶۵۰	۷۵۰
حداقل عمق میلیمتر	۴۵	۵۵	۷۰	۱۰۰	۱۴۵	۱۷۰	۲۲۵

در مورد درجه زیری حداقل عمق (فاصله قالب تا انتهای درجه) ۵۰ میلیمتر در نظر گرفته می‌شود .

۶ — ۱ بررسی تکنولوژی ریخته‌گری از نقطه نظر ماشینکاری

۱ — ۶ — ۱ صفحات استاندارد برای ماشینکاری

صفحات استاندارد اغلب در مراحل مدل‌سازی ، طراحی ریخته‌گری ، وقالبگیری فراموش می‌شوند ، بنابراین هنگام ماشینکاری باید به پیچیدگی و تغییر شکل این صفحات (عیوب ناشی از ریخته‌گری) توجه ویژه‌ای مبذول داشت (شکل ۱۹ — ۱) .

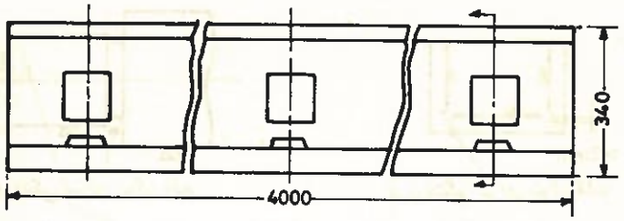
همانطور که درشکل مشخص است ، چنانچه به پیچیدگی صفحه توجه نشود ، ضخامت سطوح ماشینکاری شده غیریکنواخت خواهد شد .

۲ — ۶ — ۱ قسمت اضافی برای بستن قطعه هنگام ماشینکاری (شکل ۲۰ — ۱)

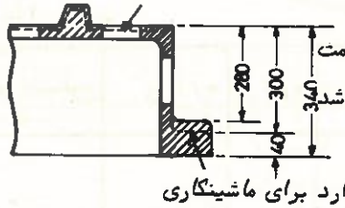
این قسمتها بعد از ماشینکاری بریده خواهند شد .

۳ — ۶ — ۱ شیار یا فرورفتگی برای نوک قلم

در هنگام مدلسازی ، ایجاد شیار در مدل به‌منظور عقب‌نشینی نوک قلم در ابتدا و انتهای ماشینکاری قطعه ، ضروری می‌باشد .



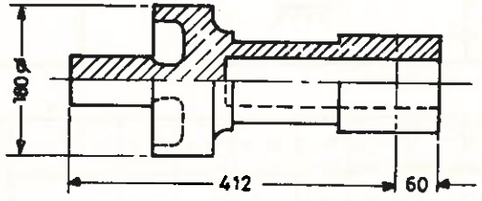
هنگامیکه پیچیدگی بوجود می‌آید مقدار مجاز ماشینکاری غیر یکنواخت و یا کم میگردد



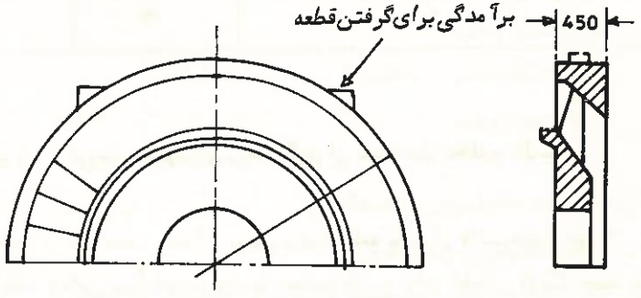
هنگامیکه پیچیدگی اتفاق می‌افتد ضخامت بعداز ماشینکاری غیر یکنواخت خواهد شد

صفحه استاندارد برای ماشینکاری

شکل ۱۹ — ۱



قسمت اضافی برای گرفتن قطعه

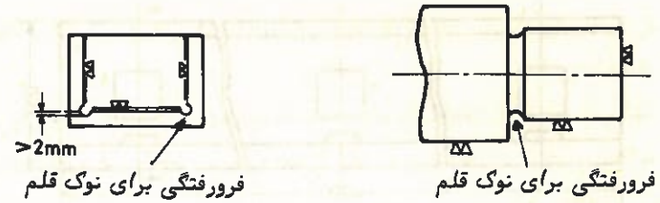


شکل ۲۰ — ۱

شیار در قطعات کوچک ۲ میلیمتر و در قطعات بزرگ بیش از ۵ میلیمتر باید از سطح ماشینکاری پایین‌تر باشد .

رابطه بین علائم ، درجه ماشینکاری و میزان ناهمواری سطوح درجدول (۱۱ — ۱) آمده است .

www.iran-mavad.com
ایران مواد



شکل ۲۱ – ۱

جداول ۱۱ – ۱

نمایش ناهمواری‌سطوح	۰/۱.S	۰/۲.S	۰/۴.S	۰/۸.S	۱/۵.S	۳.S	۶.S
دامنه‌ناهمواری (μ)	≥ ۰/۱	≥ ۰/۲	≥ ۰/۴	≥ ۰/۸	≥ ۱/۵	≥ ۳	≥ ۶
علامت	∇∇∇∇				∇∇∇		

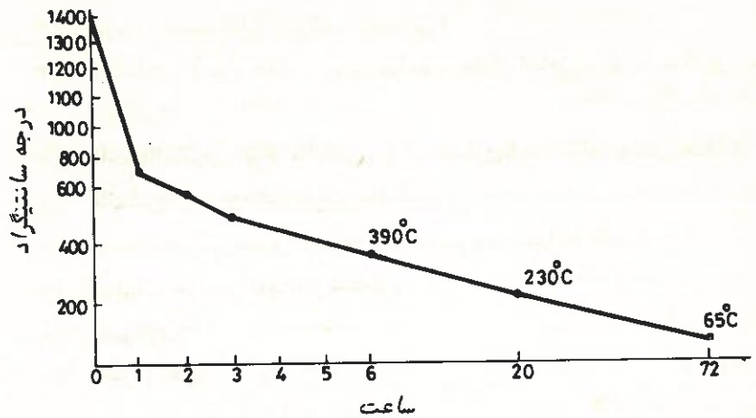
نمایش ناهمواری‌سطوح	۱۲.S	۱۸.S	۲۵.S	۳۵.S	۵۰.S	۷۰.S	۱۰۰.S	۱۴۰.S	۲۰۰.S	۲۸۰.S	۴۰۰.S	۵۶۰.S
دامنه هموار ی (μ)	≥ ۱۲	≥ ۱۸	≥ ۲۵	≥ ۳۵	≥ ۵۰	≥ ۷۰	≥ ۱۰۰	≥ ۱۴۰	≥ ۲۰۰	≥ ۲۸۰	≥ ۴۰۰	≥ ۵۶۰
علامت	∇∇			∇								

۷ – ۱ بررسی تکنولوژی ریخته‌گری از نقطه نظر تخلیه قالب .

۱ – ۷ – ۱ چه مدت بعد از ذوب‌ریزی ، قطعه باید از قالب‌خارج شود ؟

فاصله زمانی بین ذوب‌ریزی تا تخلیه قالب برای قطعات کوچک چند ساعت و برای قطعات بزرگ‌چند روزمی‌باشد . درقطعات‌چدنی‌تخلیه‌در دمای ۴۰۰ – ۳۰۰ درجه سانتیگراد غالبا " باعث بروز ترک سرخ‌می‌گردد . در چنین حالاتی ، درجه حرارت تخلیه باید توسط ترمومتر سطحی کنترل گردد . (برای قطعات بزرگ زیر ۸۰ درجه سانتیگراد) .

شکل ۲۲ – ۱ سرعت‌سردشدن یک‌بستر ماشین‌تراش‌با وزن ۱/۴۵ تن و ابعاد خارجی ۲۴۰۰ × ۴۰۰ × ۶۵۰ میلیمتر را نشان می‌دهد .



شکل ۲۲ – ۱

۲ – ۷ – ۱ نحوه حمل و نقل قطعه بعد از خارج شدن از قالب

۳ – ۷ – ۱ محل نگهداری قطعه بعد از تخلیه

۲ – اصول جریان فلز مذاب

۱ – ۲ حالت جریان فلز مذاب

۲ – ۲ تغییر جهت جریان فلز مذاب

۳ – ۲ تغییر سطح مقطع جریان مذاب

۴ – ۲ پیچیدن جریان مذاب

۵ – ۲ سرعت جریان مذاب

۶ – ۲ جریان فلز مذاب

۷ – ۲ شکل راهگاه اصلی (راهبار)

۸ – ۲ ارتفاع ذوب‌ریزی

۳ – چگونگی پیشبرد تکنولوژی ریخته‌گری

۱ – ۳ مراحل تکنولوژی ریخته‌گری :

در تهیه تکنولوژی ریخته‌گری یک قطعه موارد ذیل باید بررسی شوند :

۱) انتخاب مواد اولیه اصلی مانند قراضه و غیره (مقدار ، شکل‌واندازه ، کیفیت)

---

* این‌اصول‌سرفصل‌های‌زیررا در برمی‌گیرد لیکن تشریح آنها از چارچوب کتاب‌حاضر خارج است .

www.iran-mavad.com
ایران مواد

۲) ذوب (نسبت شارژ، ترکیب شیمیایی)
۳) مدلسازی (نوع مدل، روش تولید، مقدار اضافی برای ماشینکاری، مقدار انقباض)
۴) ماسه قالبگیری، مواد قالبگیری (آماده‌سازی‌ماسه، مواد پوشش‌دهنده)
۵) قالبگیری (نوع قالب، روش قالبگیری)
۶) ذوب ریزی(سرعت و درجه‌حرارت ذوب‌ریزی، شرایط قالب)
۷) عملیات حرارتی بعد از ریخته‌گری
۸) تمیزکاری
۹) حمل و نقل

۲ ــ ۳ تعیین وزن و درجه حرارت فلز مذاب :

برای جلوگیری از مواجه شدن باکمبود فلز مذاب (نیامد کردن)، حتی اگر وزن فلز مذاب دقیقا" محاسبه شده باشد، مقداری اضافه باید در نظر گرفته شود.

در ریخته‌گری قطعاتی که تعداد سطوح ماشینکاری کمتری دارند، ۱۰ درصد و در قطعات باسطوح ماشینکاری زیاد، ۳۰ درصد فلز مذاب باید بیشتر از مقدار محاسبه شده تهیه‌گردد. باید توجه داشت که هنگام ذخیره‌سازی فلز مذاب داخل پاتیل، درجه‌حرارت زیاد افت نکند.

۱ ــ ۲ ــ ۳ اهمیت درجه حرارت ذوب‌ریزی:

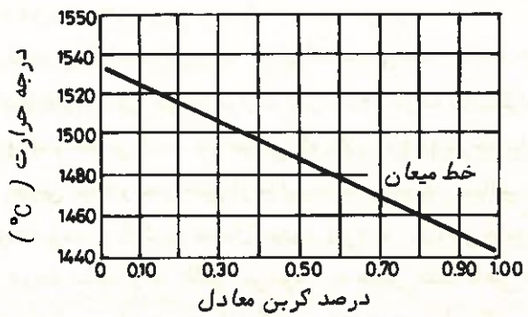
درجه حرارت فلز مذاب را هنگام ورود به راهگاه بارریز، درجه‌حرارت ذوب‌ریزی خوانند. در ژاپن به درجه‌حرارت ذوب، یا به عبارتی درجه حرارت فلز مذاب هنگام خروج از کوره ذوب، توجه زیادی می‌شود و به نظر می‌رسد که چندان توجهی به درجه حرارت ذوب‌ریزی نمی‌گردد. ریخته‌گران ژاپنی می‌گویند " سریع و یکنواخت " باید عمل کرد. درجه‌حرارت ذوب‌ریزی نه تنها برحسب نوع مذاب، بلکه با توجه به ضخامت و شکل قطعه و شرایط قالبگیری باید انتخاب گردد. برای جلوگیری از بوجود آمدن حفره‌های گازی (blow - holes)، به‌خصوص آنها که حاوی سرباره می‌باشد، وریـــژه ســاوی (درریخته‌گری‌تزریقی)درجه حرارت ذوب‌ریزی باید کنترل شود. برای مثال نمونه‌هایی از عیوب‌ریخته‌گری‌ناشی از تغییرات درجه حرارت ذوب‌ریزی نامناسب در ذیل آمده‌اند:

درجه‌حرارت‌ذوب‌ریزی بالا	درجه حرارت ذوب‌ریزی پایین
ــ حفره‌های گازی سطحی	ــ سردجوشی
ــ حفره‌های گازی زیرسطحی	ــ سردجوشی در قسمت مبرد.داخلی
ــ حفره‌های انقباضی ریز ودرشت	ــ لایه لایه شدن سطح
ــ ترک سرخ	ــ (ردبار)
ــ خشن شدن سطح قطعه	ــ (فروکش)
ــ حفره‌های گرد	ــ نیامد کردن (کم‌آمدن مذاب)
ــ ماسه‌سوزی	ــ ناخالصی‌های سرباره حاوی گاز
ــ نفوذ مذاب در ماسه	ــ (سیاه خال)
	ــ (تبرید معکوس) در قطعات چدنی

معمولا" درجه حرارت ذوب‌ریزی متناسب با کیفیت فلز مذاب و ضخامت و شکل قطعه‌تعیین می‌گردد. استفاده از شکل ۱ ــ ۳ یکی از روشهای تعیین درجه حرارت مناسب ذوب‌ریزی برای قطعات فولادی کربنی و کم‌آلیاژ می‌باشد.

در این شکل درجه حرارت ذوب‌ریزی ۱۵ ــ ۱۰ درجه سانتیگراد بیشتر از درجه حرارت‌خط میعان‌انتخاب شده‌و درجه حرارت خروج از کوره با احتساب افت درجه‌حرارت در پاتیل تعیین می‌گردد، اما برای قطعات نازک باضخامت پایین‌تر از ۵۰ میلیمتر بهتر است که درجه حرارت ۱۰ ــ ۵ درجه سانتیگراد بیشتر انتخاب شود.

درجه‌حرارت‌ریختن‌چدن بهتر است که بالا انتخاب گردد، مگر آنکه احتمال ایجاد



درجه حرارت ذوب فولادهای کم‌آلیاژ : TL

$$TL = 1534-91(\%C)-21(\%Si)-35(\%Mn)-4.0(\%Ni)-0.63(\%Cr)-3.0(\%Mo)$$

شکل ۱ ــ ۳

www.iran-mavad.com
ایران مواد

جدول ۱ ــ ۳ ــ نقاط ذوب برای فولادهای مقاوم به حرارت را نشان میدهد این جدول برای تعیین درجه حرارت مناسب ذوب‌ریزی‌میتواند مفید باشد .

علامت	نوع فولاد	درصد کربن	درصد سیلیسیم	درصد منگنز	درصد کروم	درصد نیکل	درصدمولیبدن	نقطه‌ذوب (°C)
HC	۲۸Cr	< ۰/۵۰	< ۲/۰۰	< ۱/۰۰	۲۶/۰ ≈ ۲۸/۰	< ۴/۰	< ۰/۵۰	۱۴۹۵
HD	۲۸Cr –۵Ni	"	"	< ۱/۵۰	۲۶/۰ ≈ ۳۰/۰	۴/۰ ≈ ۷/۰	"	۱۴۸۰
HF	۱۹Cr –۹Ni	۰/۲۰ ≈ ۰/۴۰	"	< ۲/۰۰	۱۸/۰ ≈ ۲۳/۰	۸/۰ ≈ ۱۲/۰	"	۱۴۰۰
HE	۲۹Cr –۹Ni	۰/۲۰ ≈ ۰/۵۰	"	"	۲۶/۰ ≈ ۳۰/۰	۸/۰ ≈ ۱۱/۰	"	۱۴۴۵
HH	۲۶ Cr–۱۲Ni	"	"	"	۲۴/۰ ≈ ۲۸/۰	۱۱/۰ ≈ ۱۴/۰	"	۱۳۷۰
HI	۲۸ Cr–۱۵Ni	"	"	"	۲۶/۰ ≈ ۳۰/۰	۱۴/۰ ≈ ۱۸/۰	"	۱۴۰۰
HK	۲۵ Cr–۲۰Ni	۰/۲۰ ≈ ۰/۶۰	"	"	۲۴/۰ ≈ ۲۸/۰	۱۸/۰ ≈ ۲۲/۰	"	۱۴۰۰
HL	۳۰ Cr–۲۰Ni	"	"	"	۲۸/۰ ≈ ۳۲/۰	۱۸/۰ ≈ ۲۲/۰	"	۱۴۲۵
HN	۲۰ Cr–۲۵Ni	۰/۲۰ ≈ ۰/۵۰	"	"	۱۹/۰ ≈ ۲۳/۰	۲۳/۰ ≈ ۲۷/۰	"	۱۳۷۰
HT	۱۵ Cr–۳۵Ni	۰/۳۵ ≈ ۰/۷۵	< ۲/۵۰	"	۱۳/۰ ≈ ۲۷/۰	۳۳/۰ ≈ ۳۷/۰	"	۱۳۴۵
HU	۱۹ Cr–۳۹Ni	"	"	"	۱۱/۰ ≈ ۲۱/۰	۳۷/۰ ≈ ۴۱/۵	"	۱۳۴۵
HW	۱۲ Cr–۶۰Ni	"	"	"	۱۰/۰ ≈ ۱۴/۰	۵۸/۰ ≈ ۶۲/۰	"	۱۲۹۰
HX	۱۷ Cr–۶۶Ni	"	"	"	۱۵/۰ ≈ ۱۹/۰	۶۴/۰ ≈ ۶۸/۰	"	۱۲۹۰

ماسه‌سوزی وجود داشته باشد . زمانی که درجه حرارت بالا انتخاب شود ، به علت جدا شدن آسان مذاب ازسرباره ، عیوب ریخته‌گری کمتری بروز خواهند کرد . درجه‌حرارت ذوب‌ریزی‌مسلما "بر حسب شکل و ضخامت قطعه ، مختلف خواهد بود ، اما معمولا" قطعات کوچک‌چدنی در درجه حرارت ۱۴۵۰ ــ ۱۳۵۰ درجه سانتیگراد و قطعات بزرگ چدنی در درجه حرارت ۱۴۰۰ ــ ۱۳۰۰ درجه سانتیگراد ریخته می‌شوند .

از آنجائی‌که‌چدن‌باگرافیت کروی به راحتی‌اکسیده‌می‌شود ، درجه حرارت ذوب‌ریزی آن اهمیت زیادی دارد . در درجه حرارت زیر ۱۴۰۰ درجه سانتیگراد ، تشکیل آخال مذاب (dross) توسعه می‌یابد ، در صورتی که بالای ۱۴۳۰ درجه سانتیگراد این مواد دارای سیالیت خوبی بوده و به راحتی از مذاب جدا می‌شوند . سیالیت چدن با گرافیت کروی خیلی خوب بوده و با کربن معادل حدود CE = ۴/۵ فاز جامد تا درجه حرارت نزدیک ۱۲۰۰ درجه سانتیگراد ظاهر نمی‌شود . به همین علت گاهی فلز مذاب باید در درجه‌حرارت پایین‌تر از ۱۴۰۰ درجه سانتیگراد ریخته شود . بطور کلی بهتر است قطعات کوچک‌ونازک‌که به روش تر قالبگیری شده‌اند در دمای بالای ۱۴۳۰ درجه سانتیگراد ریخته شوند ، اما برای قطعات بزرگ دمای ذوب‌ریزی ۱۳۵۰ درجه سانتیگراد مناسب می‌باشد .

درجه حرارت ذوب‌ریزی (سانتیگراد)	ضخامت (میلیمتر)
۱۴۵۵ – ۱۴۲۵	۱۲/۵ – ۵
۱۴۳۰ – ۱۴۰۰	۳۷/۵ – ۱۲/۵
۱۴۱۵ – ۱۳۷۰	۱۰۰ – ۳۷/۵

۳ ــ ۳ زمان وسرعت ذوب‌ریزی :

زمان ذوب‌ریزی بسته به عوامل مختلف از قبیل نوع ماسه ، روش قالبگیری ، درجه حرارت‌ذوب‌ریزی ، تعداد و شکل ماهیچه ، ضخامت ، روش ذوب‌ریزی ، شکل و اندازه قالب و همچنین شرایط دیگر کارگاه ، متفاوت می‌باشد . چنانچه همه این شرایط مساعد باشد ، زمان مناسب ذوب‌ریزی بین ۳۰ تا ۶۰ ثانیه است .

۱ ــ ۳ ــ ۳ زمان ذوب‌ریزی (زمانی که محفظه قالب از فلز مذاب پر می‌شود)

هنگامی که زمان مناسب ذوب‌ریزی ، وزن فلز مذاب و سرعت جریان مذاب مشخص گردیدند ، محاسبه اندازه قسمتهای مختلف سیستم راهگاهی امکان‌پذیر می‌گردد . تاکنون گزارشی‌که بر مبنای آن زمان مناسب و دقیق ذوب‌ریزی محاسبه گردد ، منتشر نشده است . چند نمونه از روشهای تعیین زمان ذوب‌ریزی در ذیل آمده‌اند .

۱) فرمول H.w. Dietert

این فرمول برای محاسبه زمان ذوب‌ریزی قطعات چدنی در ماسه‌تر با وزن زیر ۴۵۰ کیلوگرم تعیین شده است :

$$T = S\sqrt{w}$$

T : زمان ذوب‌ریزی (ثانیه)

S : ضریبی که بستگی به ضخامت‌دارد

w : وزن فلز مذاب (کیلوگرم)

S = ۱/۶۴	ضخامت ۳/۶ – ۲/۸ میلیمتر
S = ۱/۸۴	ضخامت ۸/۰ – ۴/۰ میلیمتر
S = ۲/۲۴	ضخامت ۱۵/۶ – ۸/۲ میلیمتر

به‌هرحال مقدار S باید با شرایط واحد ریخته‌گری تنظیم گردد . همچنین در این فرمول‌اشاره‌ای‌به شرایط قالبگیری‌نشده است . کاربرد این‌فرمول برای قطعات کوچک چدنی نتیجه خوبی داشته است .

درشرایط نسبتا "خاص Junghaus استفاده از فرمول زیر را برای ریخته‌گری چدن

www.iran-mavad.com
ایران مواد

در قالبهای فلزی پیشنهاد کرده است .

$$T = (0.5 - 0.8)\sqrt{2w}$$

w = وزن قطعه (کیلوگرم

T = زمان ذوب‌ریزی (ثانیه)

در مورد چدن باگرافیت کروی white استفاده از همان فرمول را به صورت $T = ۰/۶۵\sqrt{w}$ پیشنهاد نموده است . Karsay استفاده از شکل ۲ – ۳ را توصیه کرده ، اما برای تعیین سرعت ذوب‌ریزی از فرمول زیر استفاده می‌کند .

$$Q = C.a\sqrt{2gh}$$

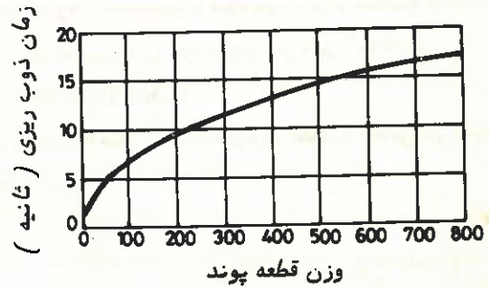
Q = سرعت ذوب‌ریزی (پوند بر ثانیه)

C = ثابت

a = سطح مقطع کل سیستم راهگاهی

h = ارتفاع قطعه (اینچ)

نمونه‌های سرعت و زمان ذوب‌ریزی برای قطعات چدن خاکستری در جدول (۱ – ۳) آمده است .



شکل ۲ – ۳ زمان ذوب‌ریزی برای قطعات چدن باگرافیت گروی که توسط Karsay پیشنهاد شده است .

جدول ۲ – ۳ – نمونه‌های سرعت و زمان ذوب‌ریزی قطعات چدنی را نشان میدهد .

نوع قطعات	وزن قطعه ریختگی (kg)	ضخامت اصلی (mm)	کربن معادل %	درجه حرارت ذوب‌ریزی (°C)	زمان ذوب‌ریزی (s)	سرعت ذوب‌ریزی (kg/s)
بدنه سیلندر	۳۰۰ ≃ ۶۰۰	۶	۳/۹۵ ≃ ۴/۱۵	۱/۴۰۰ ≃ ۱/۴۲۰	۲۵ ≃ ۴۰	۱۲ ≃ ۱۸
سرسیلندر	۴۰ ≃ ۸۰	۵ ≃ ۶	۳/۹۵ ≃ ۴/۱۵	۱/۴۱۰ ≃ ۱/۴۳۰	۲۰ ≃ ۳۵	۶ ≃ ۱۵
پوسته بدنه	۸۰ ≃ ۱۶۰	۶ ≃ ۱۲	۳/۹۵ ≃ ۴/۱۵	۱/۳۸۰ ≃ ۱/۴۲۰	۱۵ ≃ ۳۵	۵ ≃ ۱۲
فلایول	۶۰ ≃ ۸۰	۴۰ ≃ ۵۰	۳/۹۰ ≃ ۴/۰۵	۱/۳۵۰ ≃ ۱/۳۷۰	۱۸ ≃ ۲۵	۴ ≃ ۶
درام	۴۰ ≃ ۸۰	۳۰ ≃ ۴۰	۳/۹۰ ≃ ۴/۰۵	۱/۳۶۰ ≃ ۱/۳۸۰	۲۰ ≃ ۳۵	۲ ≃ ۴
مانیوفیلد	۵ ≃ ۲۵	۵ ≃ ۶	۳/۹۵ ≃ ۴/۱۵	۱/۳۸۰ ≃ ۱/۴۰۰	۵ ≃ ۱۰	۳/۵ ≃ ۵/۵

۲) جامعه‌ریخته‌گران امریکا فرمول زیر را برای محاسبه زمان ذوب‌ریزی فولاد پیشنهاد می‌کند :

$$T = K\sqrt{w}$$

T = زمان ذوب‌ریزی (ثانیه)

w = وزن قطعه (پوند)

K = ضریبی که بستگی به وزن قطعه دارد (شکل ۳ – ۳)

گفته می‌شود که نیروی دریایی امریکا فرمول Dietert را با احتساب مقدار S به صورت ذیل برای ذوب‌ریزی فولاد به روش قالبگیری خشک ، به‌کار می‌برد :

قطعات نازک و پیچیده S = ۰/۵

قطعات با شکل ساده S = ۰/۷۵

قطعات بزرگ یک تا ۱۰ تن S = ۰/۸ – ۱/۲

۳) پس از مدتی Dietert فرمول خود را به صورت زیر تغییر داده و منتشر کرد :

$$R = \left(A + \frac{t}{25.4B} \right)\sqrt{2.25(w)}$$

R = سرعت ذوب‌ریزی (کیلوگرم بر ثانیه)

t = ضخامت قطعه چدنی

A,B = (برای چدن B = ۰/۸۳۳ و A=۰/۹) ثابت

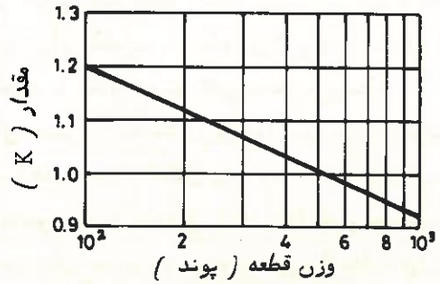
۴) فرمول دکتر Kusunose

$$T = A + (1 + t^{0.8})w^{\beta}$$

T = زمان ذوب‌ریزی (ثانیه)

t = ضخامت (سانتیمتر)

w = وزن مذاب (تن)



شکل ۳ – ۳

www.iran-mavad.com
ایران مواد

β = ۰/۳ تا ۰/۶ (زمانی‌که وزن قطعه ۱ تا ۱۰۰ کیلوگرم باشد)

مقدار A به صورت زیر تعیین می‌گردد:

قطعات چدنی با ماهیچه بزرگ	A = ۷
قطعات چدنی کوچک اجزاء اتومبیل	A = ۳
قطعات معمولی چدنی	A = ۰

۵) بخش ریخته‌گری فولاد جامعه ریخته‌گران ژاپن فرمول زیر را برای تعیین زمان ذوب‌ریزی توصیه می‌کند:

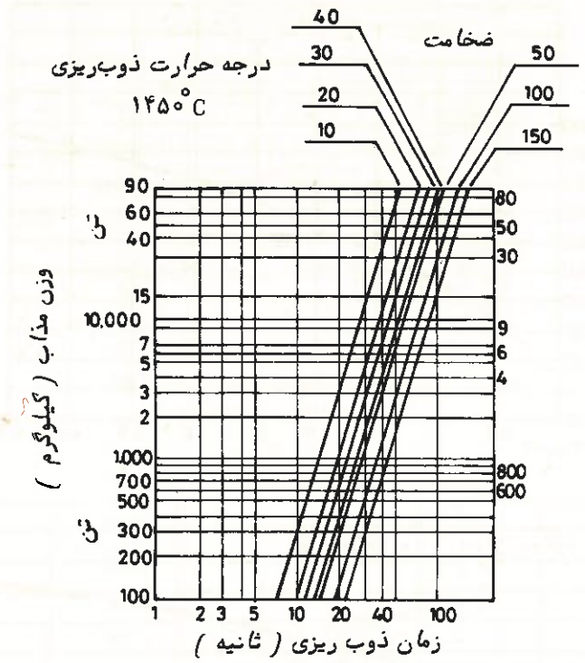
$$T = A + K.t^{\alpha}.w^{\beta}$$

T =	زمان ذوب‌ریزی (ثانیه)
A =	ثابت (ثانیه)
K =	عدد ثابت که بستگی به واحد ریخته‌گری دارد
t =	ضخامت مقطع اصلی قطعه (میلیمتر)
α =	اندیس مربوط به ضخامت (α = ۰/۴)
w =	وزن مذاب (هرواحد ۱۰۰ کیلوگرم)
β =	اندیس مربوط به درجه‌حرارت ذوب‌ریزی (با توجه به وزن)

فرمول مذکور زمانی که درجه حرارت ذوب‌ریزی ۱۵۴۰ درجه سانتیگراد باشد، به صورت نمودار ۴ ــ ۳ نشان داده شده است. واحدهای ریخته‌گری عمده فولاد، از کاربرد این نمودار ابراز رضایت کرده‌اند.

۶) روش دیگر تعیین زمان ذوب‌ریزی، اندازه‌گیری سرعت جریان مذاب در ورود به‌قالب می‌باشد. هنگام استفاده از فرمولهای ذکر شده باید توجه داشت که سرعت جریان مذاب درون راهگاه بارریز نباید از یک متر بر ثانیه تجاوز کند. معمولا" بین ۰/۶ تا ۰/۹ متر بر ثانیه، بدین‌صورت که ۰/۶ برای قالبگیری تر و ۰/۹ برای قالبگیری خشک مناسب می‌باشد. نتیجتا" بر اساس سطح مقطع راهگاه بارریز، سرعت ۷/۲ ــ ۲/۴ کیلوگرم بر ثانیه بر سانتیمتر مربع برای قطعات با ابعاد بزرگ و ۲/۴ ــ ۱/۴ کیلوگرم بر ثانیه بر سانتیمتر مربع برای قطعات با ابعاد متوسط کافی به‌نظر می‌رسد.

۷) بهرحال برای تعیین رابطه میان وزن مذاب و زمان ذوب‌ریزی می‌توان با توجه به مطالب فوق و نمودارهای ذیل (اشکال ۵ ــ ۳ تا ۹ ــ ۳ برای چدن) برای هر کارگاه نموداری مناسب آن‌تهیه‌نمود. به‌علاوه‌جدول (۳ ــ ۳) که توسط کمیته تحقیق فولادریزی ژاپن تهیه شده در تعیین زمان ذوب‌ریزی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.



شکل ۴ ــ ۳

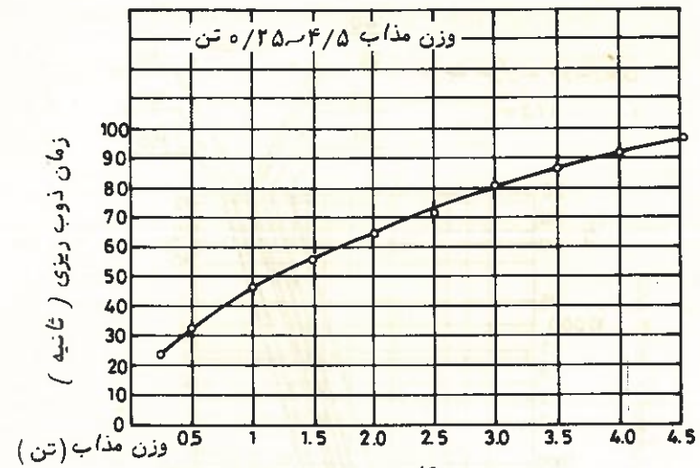
جدول ۳ ــ ۳ ــ زمان ذوب‌ریزی قطعات فولادی و چدنی (ثانیه)

	وزن	زمان ذوب‌ریزی (ثانیه)		وزن	زمان ذوب‌ریزی (ثانیه)
قطعات چدنی	< ۵۰۰	۴ ــ ۸	قطعات فولادی	< ۱۰۰	< ۴
	۵۰۰<	۶ ــ ۱۰		۱۰۰ ــ ۲۵۰	۴ ــ ۶
	۱۰۰۰<	۱۰ ــ ۲۰		۲۵۰ ــ ۵۰۰	۶ ــ ۱۲
	۴۰۰۰<	۲۵ ــ ۳۵		۵۰۰ ــ ۱۰۰۰	۱۲ ــ ۲۰
	۴۰۰۰<	۳۵ ــ ۶۰		۱۰۰۰ ــ ۳۰۰۰	۲۰ ــ ۵۰
				۳۰۰۰ ــ ۵۰۰۰	۵۰ ــ ۸۰ (۴۰)
				۵۰۰۰ ــ ۱۰۰۰۰	(۴۰) ــ (۸۰)
				۱۰۰۰۰ <	(۸۰) ــ (۱۵۰)

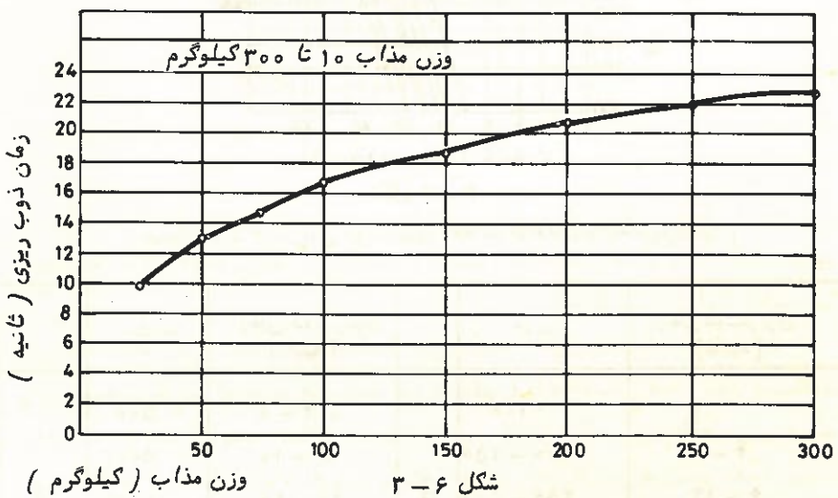
* در جدول ۳ ــ ۳، ( ) نشاندهنده استفاده همزمان از دوراهگاه بارریزی می‌باشد.

قطر استکان پاتیل ذوب‌ریزی ۶۶ ــ ۵ میلیمتر انتخاب میگردد

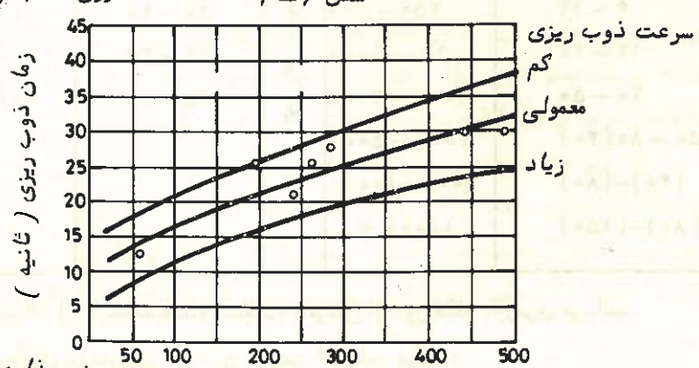
www.iran-mavad.com
ایران مواد



شکل ۵ ــ ۳

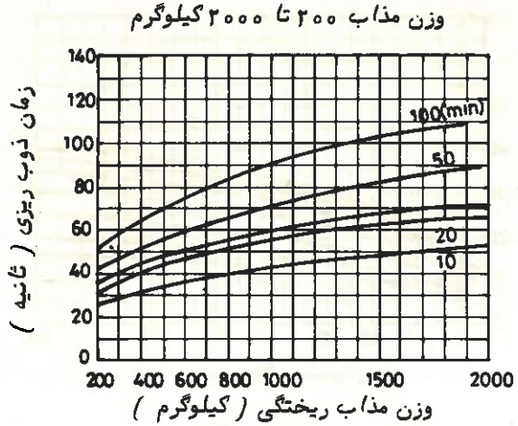


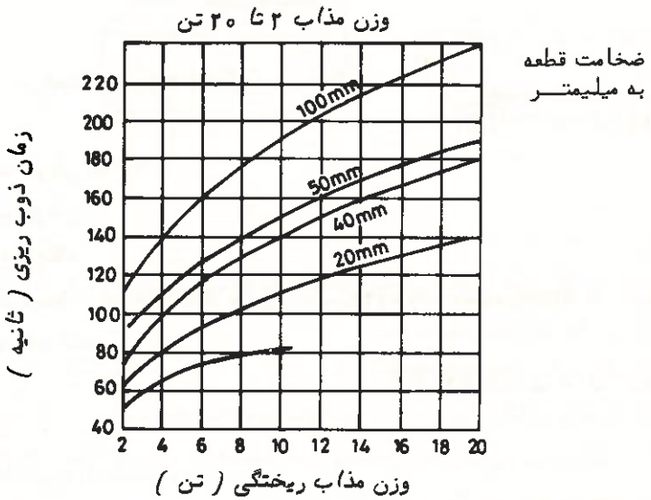
شکل ۶ ــ ۳

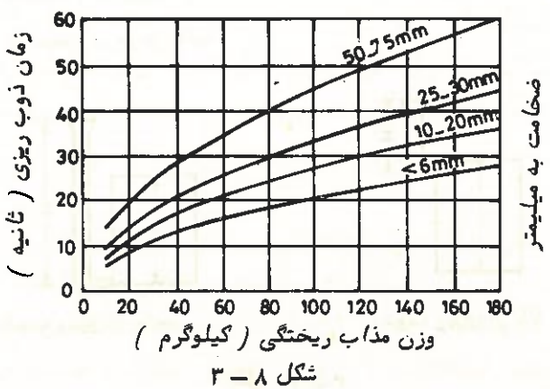


شکل ۷ ــ ۳

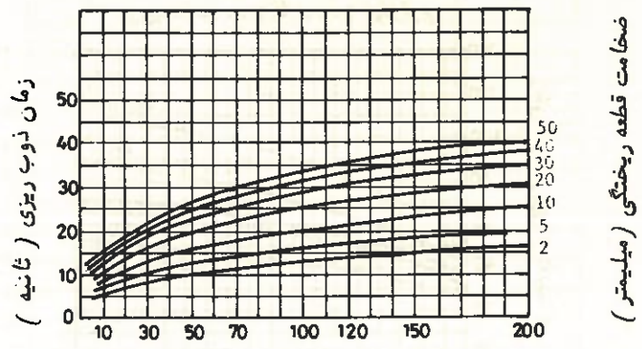
www.iran-mavad.com
ایران مواد







شکل ۸ ــ ۳



شکل ۹ ــ ۳

۲ ــ ۳ ــ ۳ سرعت ذوب‌ریزی (شکل ۱۰ ــ ۳)

(۱) $v = \mu \sqrt{2gH}$

v = سرعت جریان مذاب

μ = ضریب جریان

H = ارتفاع راهگاه

مقدار μ توسط Kusunose برابر ۰/۸ ــ ۰/۳۵ و به وسیله J.G.Kurd مساوی ۰/۸۸ محاسبه شده است .

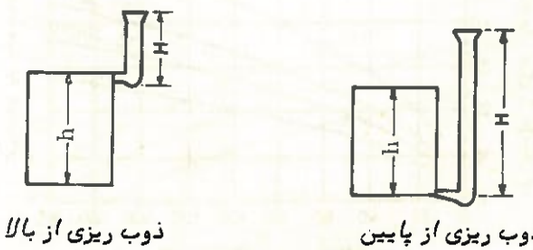
(۲) $v = C \sqrt{2gH \pm 0.5h}$

C = ضریب

H = راهگاه بارریز (سانتیمتر)

h = ارتفاع قطعه (سانتیمتر)

g = ۹۸۰ سانتیمتر بر مربع ثانیه



ذوب ریزی از بالا ذوب ریزی از پایین

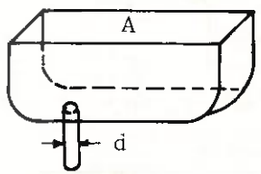
شکل ۱۰ ــ ۳

۴ ــ ۳ طراحی قیف و حوضچه ذوب ریزی

معمولا" زمانی که سیالی از منفذی در انتهای حوضچه‌ای خارج می‌شود ، جریان سیال توام باپیچش خواهد بود .

در مورد آب مشاهده شده است که پیچش جریان در نسبت H/d = ۴ ــ ۳ شروع می‌شود . (H ارتفاع سیال در حوضچه و d قطر منفذ می‌باشد) . البته ویسکوزیته مذاب چدن باآب تفاوت می‌کند ، اما برای اطمینان بهتر است که سطح بالایی حوضچه در حدود ($\pi /4d^2$ (۴ ــ ۱۰۰ و ارتفاع مذاب همیشه بیشتر از 4d (d قطر راهگاه ورود مذاب) حفظ شود (شکل ۱۱ ــ ۳) .

در هنگام ذوب‌ریزی باید دقت شود که همیشه حوضچه ذوب‌ریزی از مذاب پرباشد .



$A = \frac{\pi}{4} d^{\pi} (4 \sim 100)$

سطح بالای حوضچه

شکل ۱۱ ــ ۳

۱ ــ ۴ ــ ۳ نکاتی که در طراحی حوضچه و قیف ذوب‌ریزی باید مورد نظر قرار گیرند ، به شرح ذیل می‌باشند :

۱) سطح مقطع حوضچه بهتر است که بیضوی یا مربع مستطیل باشد .

۲) سوراخ راهگاه باررییز باید یکطرف مرکز حوضچه باشد ، اما نه خیلی نزدیک به دیواره حوضچه . این فاصله باید حداقل بیش از d (قطر راهگاه) باشد .

۳) عمق حوضچه نباید خیلی کم باشد .

۴) پایین حوضچه باید قیفی شکل با شیب نه چندان زیاد باشد .

۵) برای جلوگیری از ورود سرباره به داخل قالب ، بهتر است سرباره‌گیر، داخل حوضچه نصب‌گردد . هنگامی که از سیستم حوضچه بااستوپر استفاده می‌شود ، شکل‌واندازه آن باید طوری انتخاب شود که از پیچش جریان مذاب جلوگیری کند .

۶) کاربرد صافی در مدخل راهگاه باررییز ، از جنبه جلوگیری از ورود ناخالصی به قالب ، نسبت به استفاده آن در مناطق دیگر اثر بیشتری دارد .

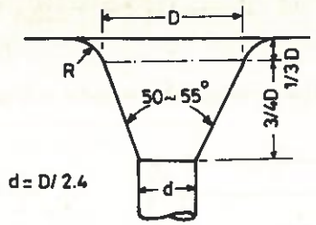
۷) اتصال حوضچه به راهگاه باررییز باید دارای انحنا باشد . رعایت این نکته سبب کاهش اصطکاک جریان مذاب و همزمان جلوگیری از مکش هوا به‌داخل

www.iran-mavad.com
ایران مواد

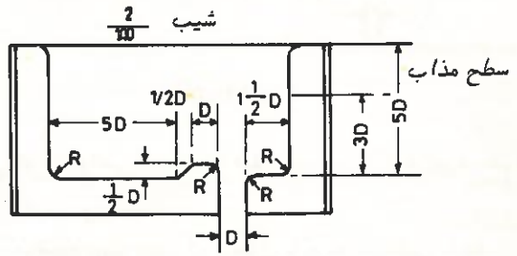
راهگاه و صدمه‌دیدن قالب در ناحیه ورودی راهگاه بارریز خواهد شد. شعاع انحنا در این منطقه حدود $\frac{1}{2}$ d می‌باشد.

۸) زمانی‌که‌قالب دارای تغذیه باشد، ارتفاع مذاب درحوضچه باید برابر ارتفاع تغذیه انتخاب شود.

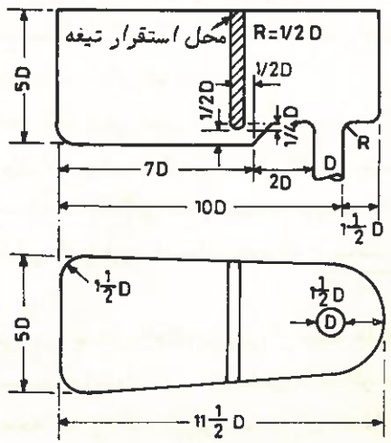
۳ – ۴ – ۲ نمونه‌هایی از ساختمان واندازه چند نوع حوضچه و قیف ذوب‌ریزی در اشکال ۱۲ – ۳ الی ۱۷ – ۳ آمده است:



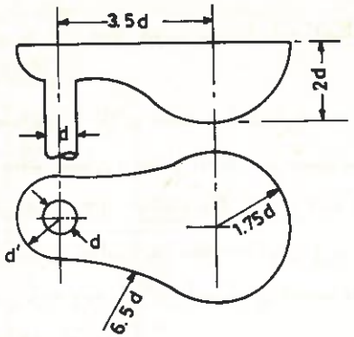
شکل ۱۲ – ۳ – ساختمان واندازه استاندارد قیف ذوب ریزی



۱۳ – ۳ – ساختمان و اندازه استاندارد حوضچه ذوب ریزی

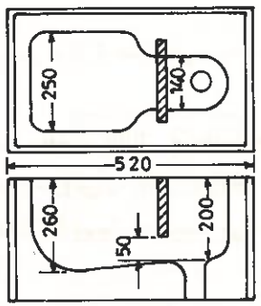


شکل ۱۴ – ۳ نمونه ۱ : حوضچه با سرباره‌گیر



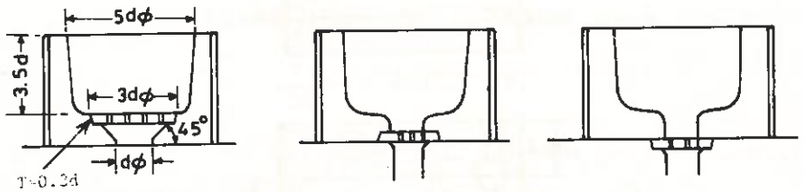
نمونه ۲ : حوضچه

شکل ۱۵ – ۳



نمونه ۳ : حوضچه

شکل ۱۶ – ۳



شکل ۱۷ – ۳ – انواع حوضچه دارای صافی

۳ – ۵ ارتفاع موثر راهگاه باریز

(ESH) Effective Sprue Height

۳ – ۵ – ۱ محاسبه ESH

$$ESH=(2H.C-P^2)/2C=H-P^2/2C$$

www.iran-mavad.com
ایران مواد

H = ارتفاع راهگاه بارریز (از محل ذوب‌ریزی تا پایه راهگاه سانتیمتر)

C = ارتفاع قطعه (سانتیمتر)

P = ارتفاع از سطح جدایش تا بالای قطعه (سانتیمتر)

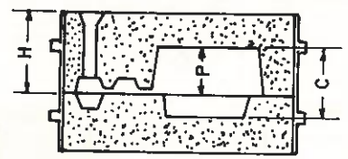
حتی درمورد دو قطعه یکسان، مقدار ESH برحسب سطح جدایش آنها می‌تواند متفاوت باشد (مثال شکل ۱۹ – ۳). توضیح شکل ۱۹ – ۳ به شرح ذیل می‌باشد.

a) در این حالت تا رسیدن مذاب به سطح جدایش (پر شدن قسمت پایین‌قطعه) سرعت جریان ثابت بوده وپس از آن تا پر شدن قسمت بالای قطعه، سرعت جریان به تدریج کاهش خواهد یافت.

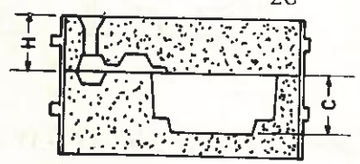
b) چون تمام قطعه دردرجه‌زیری قرار دارد، سرعت جریان مذاب همیشه ثابت خواهد بود.

c) تمام قطعه در درجه رویی قرار گرفته و در نتیجه سرعت جریان مذاب به تدریج کاهش می‌یابد.

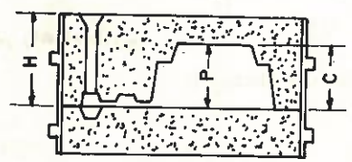
شکل ۲۰ – ۳ برای تعیین مقدار ESH می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. محل تقاطع خطی‌که‌ارتفاع‌قطعه در درجه رویی (p) را به ارتفاع‌کل قطعه (c) وصل می‌کند، در تلاقی با خط y مقدار ESH را میتوان‌به دست می‌دهد.



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



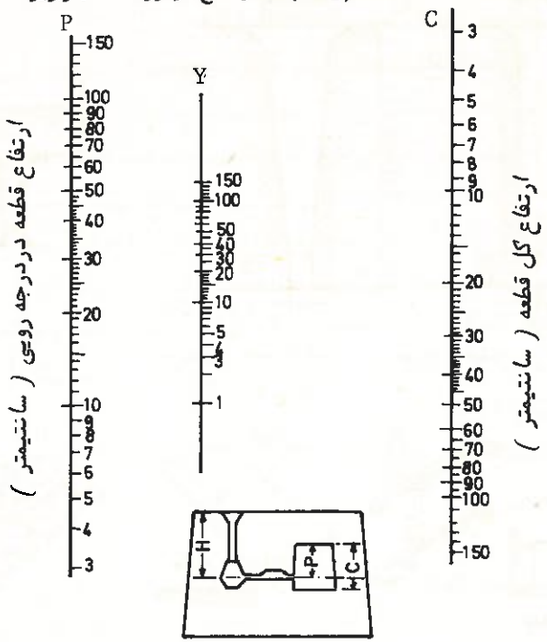
(b) $ESH = H$



(c) $ESH = H - \frac{P}{2}$

شکل ۱۹ – ۳

ارتفاع موثرراهگاه باریریز = (H-Y)



محل تلاقی خطی که ارتفاع قطعه دردرجه رویی (P) را به ارتفاع کل قطعه (C) وصل می‌کند درتلاقی با خط Y مقدار میتوان ESHرا بدست میدهد.

شکل ۲۰ – ۳

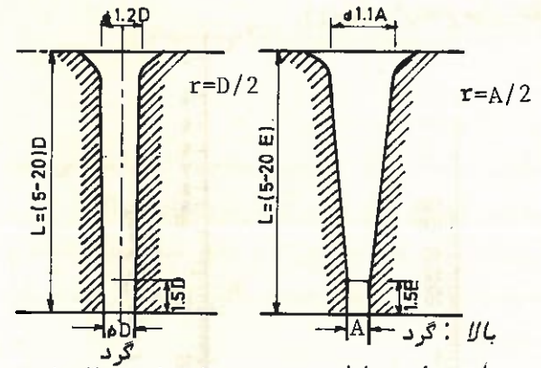
۶ – ۳ طراحی راهگاه بارریز، راهگاه اصلی و راهگاه فرعی (راهگاه ، راهبار ، راهباره)

۱ – ۶ – ۳ طراحی راهگاه بارریز (Sprue)

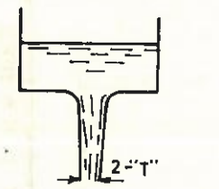
معمولا" راهگاه بارریز از بالا به پایین با شیب ۲ تا ۷ درجه باید باریک شود. اما چون‌ارتفاع‌راهگاه‌قطعات بزرگ، زیاد می‌باشد، در مورد این قطعات سطح مقطع یکنواخت (بدون شیب) به‌کار برده می‌شود (شکل ۲۱ – ۳).

سیستمهای‌راهگاهی‌که معمولا" مورد استفاده قرار می‌گیرند، در شکل ۲۲ – ۳ نشان داده شده‌اند.

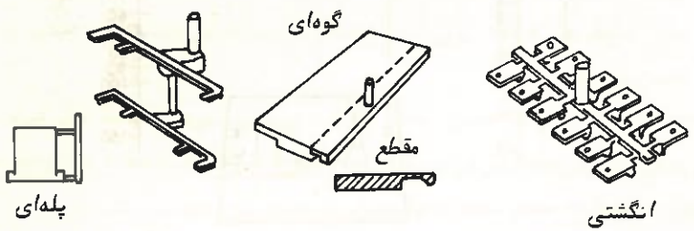
www.iran-mavad.com
ایران مواد



شکل ۲۱ – ۳



شیب ۷ – ۲



شکل ۲۲ – ۳

۲ – ۶ – ۳ طراحی راهگاه اصلی runner (راهبار)

سرباره، ذرات ماسه و ناخالصیهای دیگرمخلوط شده با مذاب، از راهگاه بارریز به داخل راهگاه اصلی جریان پیدا می‌کند. بنابراین، جداسازی این مواد از مذاب در مسیر راهگاه اصلی، ضروری‌است. گفته می‌شود که هنگامی که سرعت جریان مذاب ۳۰۰ میلی‌متر بر ثانیه باشد، سرباره روی مذاب شناور شده و زمانی که سرعت جریان به ۱۵۰ میلی‌متر بر ثانیه برسد، مذاب از سرباره تمیز خواهد شد. در این حالت بهتر است سطح مقطع راهگاه‌اصلی۳ برابر سطح مقطع گلوگاه انتخاب شود. اگر سطح مقطع گلوگاه یک فرض شود، نسبت سطح مقطع گلوگاه به سطح مقطع راهگاه اصلی به سطح مقطع راهگاه فرعی ۲:۳:۱ خواهد شد (یک به سه‌به‌دو). این نسبت سیستم راهگاهی در عمل کاربرد زیادی دارد، از جمله مثال شکل ۲۳ –۳.

محاسبات شکل شماره ۲۳ – ۳:

گلوگاه راهگاه اصلی:

w عرض و T ضخامت گلوگاه: $w = (۳-۴) \cdot T$

L طول گلوگاه: $L = ۱/۵\ T$ یا ۳۷ – ۵۰ میلیمتر

راهگاه فرعی:

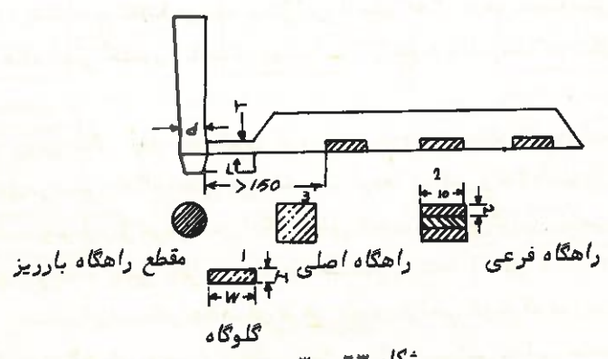
A مجموع سطوح مقاطع راهگاههای فرعی:

$A =$ (سطح‌مقطع گلوگاه راهگاه اصلی) $\times ۲$

$t =$ ضخامت راهگاه فرعی

$w = (۴-۶)\ t$ = عرض راهگاه فرعی

سطح مقطع راهگاه اصلی معمولا" به‌صورت نشان داده شده در شکل ۲۴ – ۳ انتخاب می‌شود.

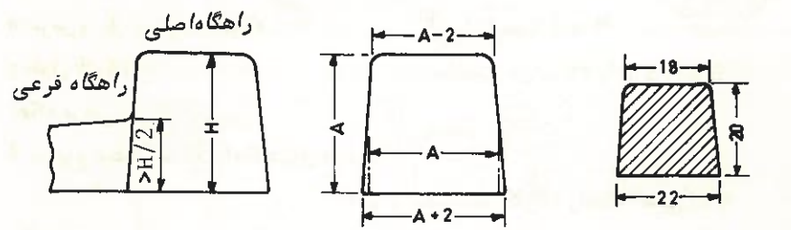


شکل ۲۳ – ۳

www.iran-mavad.com
ایران مواد

مجموع سطوح مقاطع راهگاههای فرعی	سطح مقطع راهگاه اصلی	سطح مقطع گلوگاه	سطح مقطع راهگاه بارریز
۲	۳	۱	۲ – ۳

راهگاه فرعی	راهگاه اصلی	گلوگاه	راهگاه بارریز	نسبت سیستم راهگاهی
۱	۱/۵	۰/۵	۱	۲:۱:۳:۲
۰/۶۷	۱	۰/۳۳	۱	۳:۱:۳:۲



نمونه ابعاد سطح مقطع راهگاه اصلی — رابطه بین راهگاه فرعی و راهگاه اصلی

شکل ۲۴ – ۳

برای جمع‌آوری ناخالصی در مسیر راهگاه اصلی، در امتداد آن حوضچهٔ حبس سرباره یا کثافات تعبیه می‌شود و در این ناحیه راهگاه فرعی تعبیه نمی‌گردد. در حالتی که راهگاه اصلی حلقوی باشد، بهتر است از نمونه داده شده در شکل ۲۵ – ۳ استفاده شود.

روش دیگر برای جلوگیری از ورود سرباره به محفظه قالب، استفاده از یک راهگاه عمودی در مسیر راهگاه اصلی می‌باشد. سرباره‌ها در این راهگاه عمودی در بالا جمع شده و مذاب تمیز از زیر سرباره به راهگاه اصلی ثانوی وارد می‌گردد. بهتر است راهگاه اصلی ثانوی و راهگاه اصلی اولی در یک خط مستقیم نباشند (شکل ۲۶ – ۳).

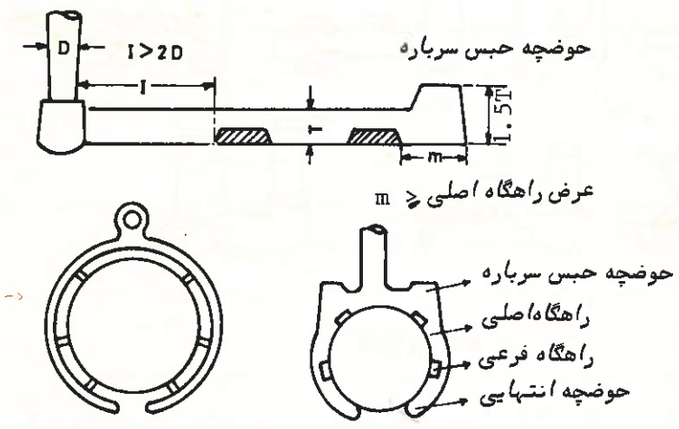
مناسب آن است که راهگاههای فرعی طوری طراحی شوند که مذاب همزمان و هماهنگ از کلیه راهگاههای فرعی وارد قالب شود. برای دستیابی به این مقصود، سطح مقطع هر

یک از راهگاههای فرعی باید متفاوت با راهگاه قبل از آن باشد، اما این کار مشکلات زیادی دربردارد. لذا غالبا" سطوح مقاطع راهگاههای فرعی یک اندازه طراحی می‌شوند. برای ایجاد جریان یکنواخت مذاب در کلیه راهگاههای فرعی باید:

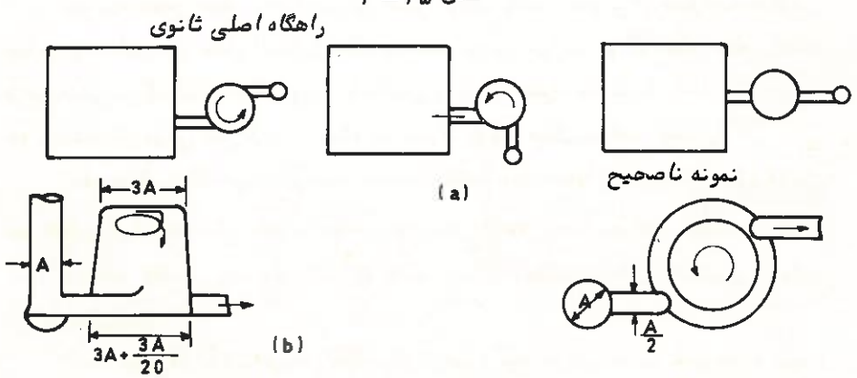
۱) مقدار حرکت (ممانتوم) با طویل کردن راهگاه اصلی کاهش یابد.

۲) با افزایش مقاومت اصطکاکی در برابر جریان در انتهای راهگاه اصلی، فشار کل بالا رود. شکل ۲۷ – ۳ نمودار این طرح می‌باشد.

نمونه‌های دیگری از شکل راهگاه اصلی برای خارج کردن و جمع‌آوری سرباره و آخال در شکل ۲۸ – ۳ نشان داده شده‌اند.

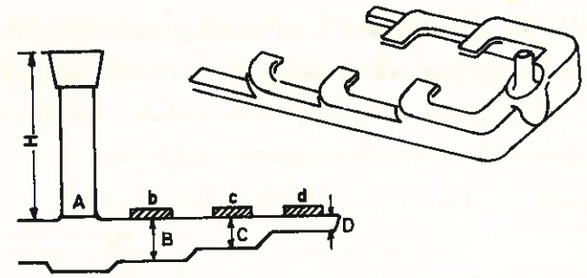


شکل ۲۵ – ۳

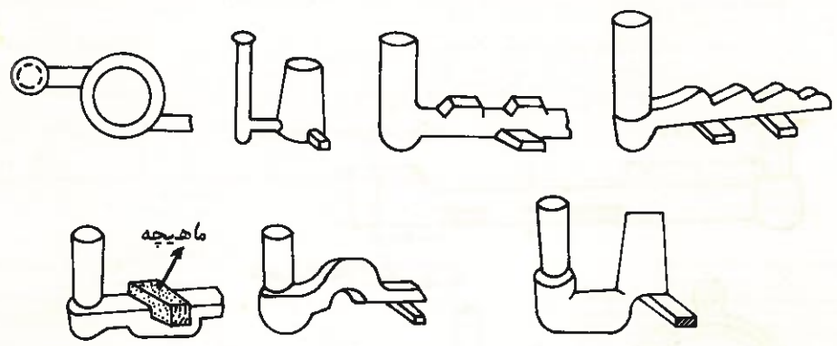


شکل ۲۶ – ۳

www.iran-mavad.com
ایران مواد



شکل ۲۷ ــ ۳



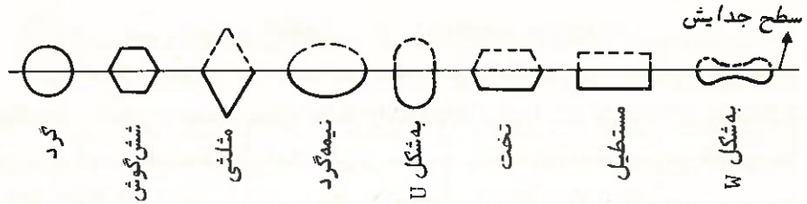
شکل ۲۸ ــ ۳

۳ ــ ۶ ــ ۳ طراحی راهگاه فرعی (Gates) (راهباره)

چنانچه سطح مقطع راهگاه فرعی خیلی کوچک باشد ، عیوبی از قبیل نیامد کردن مذاب وانقباض در محل اتصال راهگاه به قطعه بوجود می‌آید ، و اگر سطح مقطع راهگاه فرعی‌خیلی بزرگ باشد ، امکان ورود ناخالصی و سرباره همراه مذاب به داخل قالب زیاد خواهد شد واز طرفی قطع کردن راهگاه در تمیزکاری نیز مشکل خواهد بود .

سطح مقطع راهگاه فرعی برحسب ضخامت قطعه باید انتخاب شود . در شکل ۲۹ــ۳ نمونه‌هایی از اشکال سطح مقطع راهگاه فرعی نشان داده شده است که انتخاب هر یک از آنها به ابعاد قطعه ، ضخامت ، شرایط قالب ، اندازه راهگاه ، سادگی قالبگیری و عوامل دیگر بستگی دارد .

نحوه توزیع فلز مذاب توسط راهگاههای فرعی و نوع جریان مذاب با توجه به نسبت سطوح مقاطع راهگاه بارریز به راهگاه اصلی به راهگاه فرعی در شکل ۳۰ ــ ۳ آمده است .



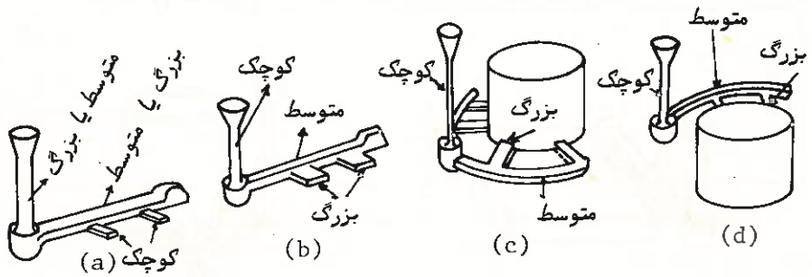
شکل ۲۹ ــ ۳

a) در حالی‌که مجموع سطوح مقاطع راهگاههای فرعی از سطح مقطع راهگاه اصلی کوچکتر باشد ، فلز مذاب راهگاه اصلی‌را تقریبا" سریع پر کرده و تمایل دارد که از تمام راهگاههای فرعی بطور یکنواخت به‌داخل قالب جریان یابد .

b) زمانی که مجموع سطوح مقاطع راهگاههای فرعی از سطح مقطع راهگاه اصلی بزرگتر باشد ، فلز مذاب به سختی می‌تواند راهگاههای اصلی و باررریز را پر کند . در این حالت ، جداسازی ناخالصیها در مسیرراهگاههای‌اصلی و باررریز آسان نبوده و ورود مذاب از راهگاههای فرعی به قالب نیز به‌طور یکنواخت صورت نمی‌گیرد .

c) در سیستم راهگاههای فرعی از پایین ، حتی اگر مجموع سطوح مقاطع این راهگاهها از سطح مقطع راهگاه اصلی بیشتر باشد ، به علت وجود فشارمعکوس(فشار استاتیکی مذاب در داخل قالب) که در مقابل جریان مذاب مقاومت می‌کند ، جریان مذاب از راهگاههای فرعی به داخل قالب یکنواخت خواهد بود .

d) هنگامی‌که راهگاههای فرعی از بالا طراحی شده باشند ، اگر مجموع سطوح مقاطع این راهگاهها از سطح مقطع راهگاه اصلی بیشتر باشد ، جریان مذاب در راهگاههای فرعی غیریکنواخت خواهد شد .



شکل ۳۰ ــ ۳

www.iran-mavad.com
ایران مواد

۷ – ۳ نسبت سیستم راهگاهی (Gating ratio)

این اصطلاح معمولا" به نسبت بین سطح مقطع راهگاه باارریز، مجموع سطوح مقاطع راهگاههای اصلی و مجموع سطوح مقاطع راهگاههای فرعی اتلاق می‌شود. در ریخته‌گری چدن وفولاد، سطح مقطع از راهگاه باارریز به طرف راهگاههای اصلی و فرعی کاهش پیدا می‌کند. چگونگی انتخاب نسبت سیستم راهگاهی، ارتباط مستقیم به سرعت ذوب‌ریزی دارد. جدول شماره (۴–۳) نمونه‌های نسبت سیستم راهگاهی توصیه شده توسط تعدادی از محققان را نشان می‌دهد.

– ذوب‌ریزی سریع نسبت سیستم راهگاهی ۱:۲:۴

– ذوب‌ریزی معمولی نسبت سیستم راهگاهی ۱:۰/۹:۰/۸

– ذوب‌ریزی آهسته نسبت سیستم راهگاهی ۱:۰/۷:۰/۵

بسته‌به اینکه سیستم‌راهگاهی از بالا یا پایین باشد، نسبت سیستم راهگاهی اندکی متفاوت است، مثلا" در شکل ۳۱ – ۳ نسبت مناسب برای سیستم راهگاهی از بالا ۱:۰/۹:۰/۸ و از پایین ۱:۱/۱:۱/۲ می‌باشد.

۱ – ۷ – ۳ روش محاسبه مجموع سطوح مقاطع راهگاههای فرعی:

برای‌دستیابی‌به‌مجموع‌سطوح‌مقاطع‌راهگاههای‌فرعی که‌عامل تعیین کننده ذوب‌ریزی می‌باشد، استفاده از فرمول زیر مفید است:

$$\text{مجموع سطوح مقاطع راهگاههای‌فرعی} = \frac{W}{v.d.T}$$

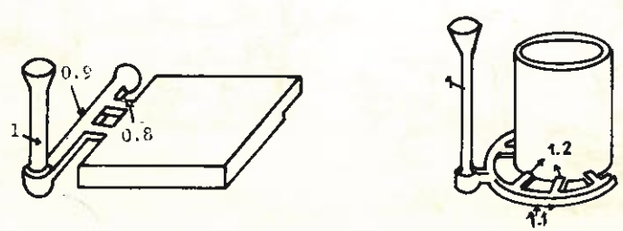
W = وزن مذاب (کیلوگرم)

$v=\sqrt{2gh}$ سرعت جریان مذاب در داخل راهگاه فرعی (سانتیمتر بر ثانیه)

H = ارتفاع موثر راهگاه باارریز (ESH برحسب سانتیمتر)

T = زمان ذوب‌ریزی (ثانیه)

d = ۷/۲ – ۷ وزن مخصوص چدن (کیلوگرم بر دسیمترمکعب)



شکل ۳۱ – ۳

جدول ۴–۳ نسبت سیستم راهگاهی که توسط چند محقق پیشنهاد شده است:

نوع قطعات	نسبت سیستم‌راهگاهی	اشارات	نام محقق
چدنی	۱:۰/۷۵ :۰/۵		Dollwar
	۱:۰/۸۱:۰/۶۲۵	بزرگتر از ۱۰ تن	Hess
	۱:۰/۸۶:۰/۷۱۵	کوچکتر از ۱۰ تن	
	۱:۰/۹۶:۰/۹	قسمت نازک	
	۱:۰/۷۵:۰/۵		Frede
	۱:۰/۷۵:۰/۵		Lebmann
	۱:۰/۷۵:۰/۵		Nipper , Lips
	۱:۰/۹:۰/۵		
	۱:۰/۹۵:۰/۹	رادیاتور	
	۱:۰/۷۵:۰/۵	درحالت یک‌راهگاه باارریز	Miakowaki
	۱:۰/۷۵:۰/۲۵	درحالت‌دوراهگاه باارریز	
	۱:۱/۲:۰/۹		Osam
	۱:۱/۲:۰/۹		pascbke
	۱ : ۱ : ۱		Ruddle
	۱ : K : ۱		Trenckle
	۳/۶:۴:۲	۱<K<۲	Lehmann
	۱/۲:۱/۱:۱		Bauer
	۱:۴:۲	راهگاه‌باارریزباگلوگاه	CIRI
	۱:۳:۲	راهگاه‌باارریزباگلوگاه	CIRI
چدن‌چکش‌خوار	۱:۰/۵:۲/۴۵	قطعات‌ریختگی‌ضخیم	Hess
	۱:۰/۶۷:۱/۶۷	قطعات‌ریختگی‌ضخیم	
فولاد	۱:۰/۸۱:۰/۶۲۵		Hess
	۱:۱:۱		
	۱:۲:۲	(۱)	Johnson ect.
	۱:۲:۱	(۲)	

۱ – سیستم کاهش ممانتوم ۲ – سیستم افزایش فشار

www.iran-mavad.com
ایران مواد

۲ – ۷ – ۳ روش محاسبه سطح مقطع راهگاه بارریز

برای تعیین سطح مقطع راهگاه بارریز فرمول زیر توسط مرکز تحقیقات صنعتی ژاپن پیشنهاد می‌گردد :

$$\text{سطح مقطع راهگاه بارریز} = \frac{\text{وزن مذاب}}{\text{زمان ذوب‌ریزی}} \times \frac{\text{عدد ثابت}}{\sqrt{\text{ارتفاع موثر راهگاه}}} \times ۷/۱۶۰$$

در حالتی که راهگاه بارریز باگلوگاه باشد ۰/۲۰۰ = عدد ثابت

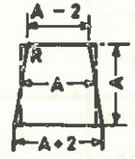
در حالتی که راهگاه اصلی باگلوگاه باشد ۰/۲۸۶ = عدد ثابت

سطح مقطع راهگاه بارریز در حدود ۱/۵ تا ۲ برابر سطح مقطع گلوگاه آن می‌باشد .

۳ – ۷ – ۳ چگونگی انتخاب شرایط دیگر سیستم راهگاهی

۱) ظاهرا "روش‌عمومی‌که فاصله بین راهگاههای فرعی را برحسب ابعاد راهگاه اصلی تعیین نماید ، وجود ندارد . به هر حال جدول ۵ – ۳ می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد .

جدول ۵–۳

فاصله بین راهگاههای فرعی	مقطع راهگاه اصلی
	

فاصله بین راهگاههای فرعی	سطح مقطع راهگاه اصلی
کمتر از ۱۵۰ mm	۲۰mm ×۲۰mm
" ۲۵۰ mm	۳۰mm ×۳۰mm
" ۵۰۰ mm	۴۰mm ×۴۰mm
" ۷۰۰ mm	۵۰mm ×۵۰mm

۲) زمانی که از یک راهگاه بارریز استفاده شود ، طول راهگاه اصلی محدود می‌باشد . جدول ۶ – ۳ مقدار طول راهگاه اصلی را برحسب ابعاد راهگاه نشان می‌دهد .

۳) موقعیت راهگاه بارریز باید با توجه به نکات ذیل انتخاب شود :

– ذوب‌ریزی به راحتی انجام گیرد .

– راهگاه طوری تعبیه شود که مذاب به‌طور یکنواخت در قالب توزیع شود .

– طول راهگاه اصلی از پای راهگاه بارریز مناسب باشد (شکل ۳۲–۳)

۴) محل راهگاههای فرعی باید با توجه به اهداف زیر انتخاب شود :

– ذوب‌ریزی از قسمت ضخیم قطعه انجام گیرد .

– مذاب سریع و بدون مقاومت به داخل قالب وارد شود .

– تمیزکاری قطعه به‌آسانی انجام گیرد (شکل ۳۳ – ۳)

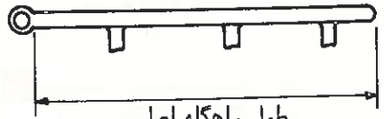
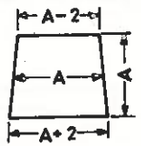
۵) در رابطه با جهت و موقعیت راهگاههای فرعی ، هنگام وصل آنها به راهگاه اصلی ، مطابق شکل (۳۴ – ۳) باید عمل کرد :

a) نصب راهگاه فرعی به‌دور از راهگاه بارریز ، و در انتهای راهگاه اصلی .

b) نصب راهگاه فرعی در جهت مخالف جریان مذاب .

جدول ۶–۳

مثال : نسبت راهگاهی ۱ : ۰/۹ : ۰/۸

حداکثر طول راهگاه اصلی (میلیمتر)	سطح مقطع راهگاه اصلی AxA (میلیمتر)	قطر راهگاه بارریز d (میلیمتر)
		
کمتر از ۶۰۰	۲۰×۲۰	۲۳/۸
" ۱۶۰۰	۳۰×۳۰	۳۵/۶
" ۲۰۰۰	۴۰×۴۰	۴۷/۵
" ۳۰۰	۵۰×۵۰	۵۶/۴

www.iran-mavad.com
ایران مواد

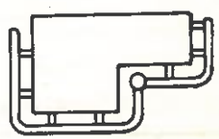
c) زمانی که راهگاه فرعی در جهت جریان مذاب تعبیه گردد ، سرباره به راحتی به داخل قالب جریان می‌یابد .

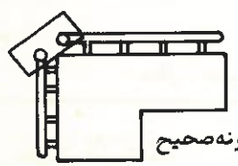
d) راهگاههای فرعی خیلی نزدیک به دو انتهای راهگاه اصلی هستند .

۶) زمانی که فضای بین راهگاه اصلی ، راهگاههای فرعی و قالب باریک باشد ، سطح قالب مجاور این فضا تمایل به خورد شدن و جریان پیدا کردن به داخل مذاب را دارد . اگر این فضا خیلی بزرگ باشد ، در نتیجه راهگاههای فرعی طویل شده و در انتهای آنها حفره‌های ریزی ایجاد می‌گردد ، (شکل ۳۵ – ۳) .

۷) ارتفاع راهگاههای اصلی و فرعی :

راهگاه اصلی باید مذاب را همزمان به قسمتهای لازم از قالب توزیع کرده و همزمان ناخالصیها را جدا سازد ، بنابراین ارتفاع راهگاه اصلی تاحدی بیش از راهگاه فرعی باید انتخاب شود . برای ایجاد فشار مذاب در راهگاههای فرعی ، نسبت ارتفاع راهگاه اصلی به راهگاه فرعی بیش از ۴ در نظر گرفته می‌شود ، اما برای اقتصادی نمودن سیستم راهگاهی ، این نسبت گاه در حدود ۲ انتخاب می‌گردد (شکل ۳۶ – ۳) .

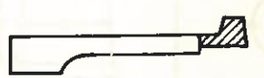

نمونه غلط

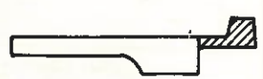

نمونه صحیح

دو راهگاه بارریز در یک حوضچه ذوب‌ریزی

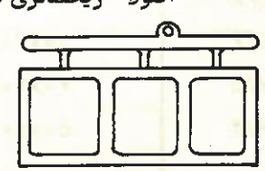
یک راهگاه بارریز : در این مثال راهگاه بارریز تقریبا " درمرکز قراردارد " ، وازاینرو ذوب‌ریزی مشکل خواهد شد ، ضمن آنکه راهگاه اصلی در یک طرف طولانی تر از طرف دیگر میباشد .

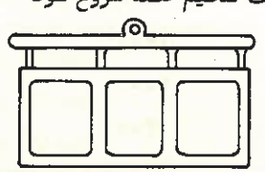
شکل ۳۴ – ۳


نمونه غلط

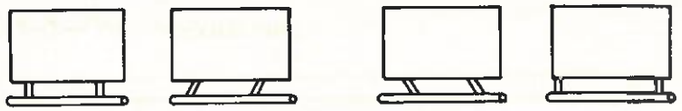

نمونه صحیح

اصولا " ریخته‌گری باید از قسمت ضخیم قطعه شروع شود


نمونه غلط

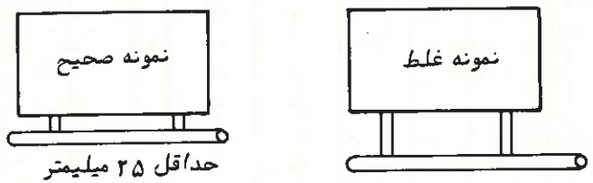

نمونه صحیح

شکل ۳۳ – ۳


(a) (b) (c) (d)

نمونه صحیح — نمونه غلط

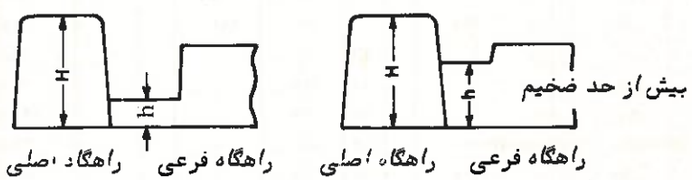
شکل ۳۴ – ۳



حداقل ۲۵ میلیمتر — فضای خیلی زیاد

فاصله نباید بزرگتر از عرض راهگاه اصلی باشد

شکل ۳۵ – ۳



راهگاه اصلی — راهگاه فرعی — راهگاه اصلی — راهگاه فرعی

$h \leq \frac{1}{4}H$

شکل ۳۶ – ۳

۳ – ۸ نمونه‌هایی از اطلاعات در مورد سیستم راهگاهی

۳ – ۸ – ۱ جدول شماره ۷ – ۳ ابعاد راهگاههای اصلی ، فرعی و بارریز را برای قطعات چدنی ، بگونه‌ای که توسط جامعه ریخته‌گران منطقه هیوکو ژاپن محاسبه شده ، نشان می‌دهد :

www.iran-mavad.com
ایران مواد

جدول ۷-۳-الف - ذوب‌ریزی سریع

وزن‌قطعه (کیلوگرم)	زمان‌ذوب-ریزی (ثانیه)	مجموع عرض راهگاههای فرعی (میلیمتر) ضخامت راهگاه‌فرعی ۴میلیمتر	ضخامت راهگاه‌فرعی ۶میلیمتر	ضخامت راهگاه‌فرعی ۱۰میلیمتر	ضخامت راهگاه‌فرعی ۱۵میلیمتر	ابعاد راهگاه‌اصلی (میلیمتر)	قطر راهگاه‌بارریز (میلیمتر)
۱۰	۵/۰	۴۵	۳۰			۱۷×۲۵	۲۵
۲۰	۵/۵	۸۲	۵۴			"	"
۳۰	۶/۵	۱۰۴	۶۹			۲۰×۳۰	۳۰
۴۰	۷/۰		۸۶	۵۱		۲۰×۴۰	۴۰
۵۰	۸/۰		۹۴	۵۶		"	۴۰
۶۰	۹/۰		۱۰۰	۶۰		"	"
۷۰	۹/۵		۱۱۰	۶۶		۳۰×۴۰	"
۸۰	۱۰/۰		۱۲۰	۷۲		"	"
۱۰۰	۱۱/۵		۱۳۰	۷۸		"	"
۱۲۰	۱۲/۵		۱۴۴	۸۶		"	"
۱۴۰	۱۳/۵		۱۵۵	۹۳		"	"
۱۶۰	۱۴/۵		۱۶۵	۹۹		"	"
۲۰۰	۱۶/۵		۱۸۱	۱۰۹		۳۰×۶۰	۵۰
۲۵۰	۱۸/۵			۱۲۱	۸۱	"	"
۳۰۰	۲۰/۰			۱۳۵	۹۰	"	"
۳۵۰	۲۱/۵			۱۴۶	۹۷	"	"
۴۰۰	۲۳/۵			۱۵۶	۱۰۴	۴۰×۶۰(۳۰×۶۰)	۶۰(۵۰×۲)
۴۵۰	۲۴/۰			۱۶۸	۱۱۲	۴۰×۶۰	۶۰
۵۰۰	۲۵/۰			۱۷۹	۱۱۹	"	"
۶۰۰	۲۷/۰			۱۹۹	۱۳۳	"	"
۷۰۰	۲۸/۰			۲۱۶	۱۴۴	۴۰×۸۰(۳۰×۶۰)	۷۰(۵۰×۲)
۸۰۰	۳۱/۰			۲۳۱	۱۵۴	۴۰×۸۰	۷۰
۹۰۰	۳۳/۰	ضخامت‌قطعه ۲۰میلیمتر		۲۴۵	۱۶۳	"	"
۱۰۰۰	۳۴/۵			۲۶۰	۱۷۳	۴۰×۸۰	۷۰
۱۲۰۰	۳۷/۵	۱۴۴			۱۹۱	۳۰×۸۰	۶۰×۲
۱۴۰۰	۴۰/۵	۱۵۵			۲۰۷	"	"
۱۶۰۰	۴۳/۰	۱۶۷			۲۲۲	"	"
۱۸۰۰	۴۶/۰	۱۷۸			۲۳۴	"	"
۲۰۰۰	۴۹/۰	۱۸۶			۲۴۴	"	"
۲۵۰۰	۵۵/۰	۲۰۴				"	"
۳۰۰۰	۶۰/۵	۲۲۳				۴۰×۸۰	۷۰×۲

ب - ذوب‌ریزی معمولی

وزن‌قطعه (کیلوگرم)	زمان‌ذوب-ریزی (ثانیه)	مجموع عرض راهگاههای فرعی (میلیمتر) ضخامت راهگاه‌فرعی ۴میلیمتر	ضخامت راهگاه‌فرعی ۶میلیمتر	ضخامت راهگاه‌فرعی ۱۰میلیمتر	ضخامت راهگاه‌فرعی ۱۵میلیمتر	ابعاد راهگاه‌اصلی (میلیمتر)	قطر راهگاه‌بارریز (میلیمتر)
۱۰	۱۰/۵	۲۱	۱۴			۱۷×۲۵	۲۵
۲۰	۱۱/۵	۴۱	۲۷			"	"
۳۰	۱۲/۰	۵۶	۳۷			"	"
۴۰	۱۳/۰	۶۹	۴۶			"	"
۵۰	۱۴/۰	۸۰	۵۳			"	"
۶۰	۱۴/۵	۹۳	۶۲			۲۰×۳۰	۳۰
۷۰	۱۵/۰	۱۰۵	۷۰			"	"
۸۰	۱۶/۰		۷۵	۴۵		۲۰×۴۰	۴۰
۱۰۰	۱۷/۰		۸۸	۵۳		"	"
۱۲۰	۱۷/۵		۱۰۳	۶۲		۳۰×۴۰	"
۱۴۰	۱۸/۵		۱۱۳	۶۸		"	"
۱۶۰	۱۹/۵		۱۲۳	۷۴		"	"
۲۰۰	۲۱/۰		۱۴۲	۸۵		"	"
۲۵۰	۲۳/۵		۱۵۹	۹۵		"	"
۳۰۰	۲۵/۵		۱۷۶	۱۰۶		۳۰×۶۰	۵۰
۳۵۰	۲۷/۵			۱۱۴	۷۶	"	"
۴۰۰	۲۹/۵			۱۲۲	۸۱	"	"
۴۵۰	۳۱/۰			۱۳۰	۸۷	"	"
۵۰۰	۳۲/۵			۱۳۸	۹۲	"	"
۶۰۰	۳۵/۵			۱۵۲	۱۰۱	"	"
۷۰۰	۳۸/۵			۱۶۳	۱۰۹	۴۰×۶۰(۳۰×۴۰)	۶۰(۵۰×۲)
۸۰۰	۴۱/۰			۱۷۵	۱۱۷	۴۰×۶۰	۶۰
۹۰۰	۴۳/۵			۱۸۶	۱۲۴	"	"
۱۰۰۰	۴۶/۵			۱۹۵	۱۳۰	"	"
۱۲۰۰	۵۰/۰			۲۱۵	۱۴۴	"	"
۱۴۰۰	۵۴/۰	ضخامت‌قطعه ۲۰میلیمتر		۲۳۳	۱۵۵	۴۰×۸۰(۳۰×۶۰)	۶۰(۵۰×۲)
۱۶۰۰	۵۷/۰			۲۵۰	۱۶۶	۴۰×۸۰	۶۰
۱۸۰۰	۶۱/۰			۲۶۵	۱۷۶	"	"
۲۰۰۰	۶۴/۵	۱۳۹			۱۸۵	۳۰×۸۰	۶۰×۲
۲۵۰۰	۷۲/۰	۱۵۶			۲۰۸	"	"
۳۰۰۰	۷۹/۰	۱۷۰			۲۲۷	"	"

www.iran-mavad.com
ایران مواد

ج ــ ذوب‌ریزی آهسته

وزن‌قطعه (کیلوگرم)	زمان‌ذوب‌ــ ریزی (ثانیه)	مجموع عرض‌راهگاه‌های‌فرعی (میلیمتر) ضخامت راهگاه‌فرعی ۴میلیمتر	ضخامت راهگاه‌فرعی ۶میلیمتر	ضخامت راهگاه‌فرعی ۱۰میلیمتر	ضخامت راهگاه‌فرعی ۱۵میلیمتر	ابعادراهگاه‌اصلی (میلیمتر)	قطرراهگاه‌باریز (میلیمتر)
۱۰	۱۵/۵	۱۰	۱۰			۱۷×۲۵	۲۵
۲۰	۱۶/۰	۲۸	۱۹			"	"
۳۰	۱۷/۰	۴۰	۲۶			"	"
۴۰	۱۷/۵	۵۲	۳۴			"	"
۵۰	۱۸/۰	۶۲	۴۲			"	"
۶۰	۱۸/۵	۷۳	۴۹			"	"
۷۰	۱۹/۰	۸۳	۵۵			"	"
۸۰	۲۰/۰	۹۰	۶۰			۲۰×۳۰	۳۰
۱۰۰	۲۱/۰	۹۴	۷۱			"	"
۱۲۰	۲۲/۰		۸۲	۴۹		۲۰×۴۰	۴۰
۱۴۰	۲۳/۰		۹۱	۵۵		"	"
۱۶۰	۲۴/۰		۱۰۰	۶۰		"	"
۲۰۰	۲۶/۰		۱۱۲	۶۷		۳۰×۴۰	"
۲۵۰	۲۸/۵		۱۳۱	۷۹		"	"
۳۰۰	۳۰/۵		۱۴۷	۸۸		"	"
۳۵۰	۳۳/۰		۱۵۹	۹۵		"	"
۴۰۰	۳۵/۰		۱۷۱	۱۰۲		۳۰×۶۰	۵۰
۴۵۰	۳۷/۰			۱۰۹	۷۳	"	"
۵۰۰	۳۹/۰			۱۱۵	۷۷	"	"
۶۰۰	۴۲/۵			۱۲۷	۸۴	"	"
۷۰۰	۴۶/۰			۱۳۶	۹۱	۳۰×۶۰	۵۰
۸۰۰	۴۹/۵			۱۴۵	۹۷	"	۶۰ (۵۰×۲)
۹۰۰	۵۲/۵			۱۵۴	۱۰۲	۴۰×۸۰ (۳۰×۶۰)	۶۰
۱۰۰۰	۵۵/۵			۱۶۲	۱۰۳	۴۰×۶۰	"
۱۲۰۰	۶۱/۵			۱۷۵	۱۱۷	"	"
۱۴۰۰	۶۶/۰			۱۹۰	۱۲۷	"	"
۱۶۰۰	۷۰/۰			۲۰۵	۱۳۷	"	۷۰ (۵۰×۲)
۱۸۰۰	۷۴/۵	ضخامت‌قطعه ۲۰میلیمتر		۲۱۷	۱۴۴	۴۰×۸۰ (۳۰×۶۰)	۷۰
۲۰۰۰	۷۸/۵			۲۲۹	۱۵۲	۴۰×۸۰	"
۲۵۰۰	۸۸/۵			۲۳۳	۱۶۹	"	"
۳۰۰۰	۹۷/۰	۱۳۹			۱۸۵	۳۰×۸۰	۶۰×۲

۲ ــ ۸ ــ ۳ اندازه‌های استاندارد سیستم راهگاهی که به وسیله مرکز تحقیقات صنعتی ژاپن تهیه شده، در جدول شماره ۸ ــ ۳ آمده است:

ــ زمانیکه عرض گلوگاه کمتر از ۲۵ میلیمتر باشد قطر پای راهگاه میلیمتر ۵۰ = Φ

ــ زمانیکه عرض گلوگاه ۳۹ ــ ۲۵ میلیمتر باشد قطرپای راهگاه میلیمتر ۶۴ = Φ

ــ زمانی‌که عرض‌گلوگاه بیشتراز ۴۰میلیمترباشد قطر پای‌راهگاه میلیمتر ۷۶ = Φ

جدول۸ــ۳

راهگاه باریز: (راهگاه)	قطر (mm)	مساحت (cm^2)
	۱۵	۱/۷۷
	۱۷/۵	۲/۴۱
	۲۰	۳/۱۴
	۲۲/۵	۳/۸۹
	۲۵	۴/۹۱
	۲۷/۵	۵/۹۴
	۳۰	۷/۰۷
	۳۵	۹/۸۲
	۴۰	۱۲/۵۷
	۴۵	۱۵/۹۱
	۵۰	۱۹/۶۴
راهگاه اصلی: (راهبار)	پهنا × ضخامت (mm)	مساحت (cm^2)
	۱۵ × ۱۵	۲/۰۵
	۱۷/۵ × ۱۷/۵	۲/۷۹
	۲۰ × ۲۰	۳/۶۵
	۲۲/۵ × ۲۲/۵	۴/۶۱
	۲۵ × ۲۵	۵/۷۰
	۲۷/۵ × ۲۷/۵	۶/۹۰
	۳۰ × ۳۰	۸/۲۰
	۳۵ × ۳۵	۱۱/۵۱
	۴۰ × ۴۰	۱۴/۵۱
	۴۵ × ۴۵	۱۸/۴۷
	۵۰ × ۵۰	۲۲/۸۰

www.iran-mavad.com
ایران مواد

۳ – ۸ – ۳ – جدول پیشنهادی یکی از شرکتهای بزرگ ریخته‌گری ژاپن (I.H.I) در باره ابعاد راهگاههای فرعی، اصلی، بارریز وزمان ذوب ریزی (جدول ۹–۳)

جدول ۹–۳

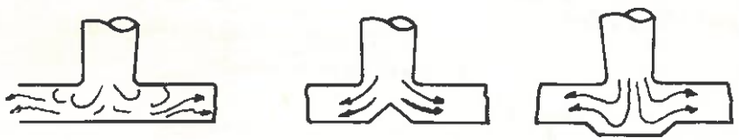
وزن مذاب (kg)	زمان ذوب (S)	مساحت راهگاه بارریز (Cm^2)	ارتفاع راهگاه بارریز (ستون پائین) وعرض راهگاه بارریز (میلیمتر) ۵	۸	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۱۴	قطر راهگاه بارریز (m/m) ϕ	راهگاه اصلی (m/m)
۱۰	۷	۱	۲۶							۱۵	۱۳×۱۳
۲۰	۹	۲	۵۸	۳۶	۲۹					۲۰	×۱۸
۳۰	۱۱	۳	۷۴	۴۶	۳۷					۲۶	×۲۱
۴۰	۱۲	۴	۸۶	۵۴	۴۳	۲۹				۲۶	×۲۲
۵۰	۱۳	۴	۹۶	۶۰	۴۸	۳۲	۲۴			۳۰	×۲۶
۷۵	۱۵	۵	۱۱۶	۷۳	۵۸	۳۹	۲۹			۳۰	×۲۶
۱۰۰	۱۷	۷	۱۴۰	۸۸	۷۰	۴۶	۳۵	۲۸		۳۵	×۲۹
۱۲۵	۱۸	۷	۱۵۴	۹۶	۷۷	۵۲	۳۸	۳۱		۳۵	×۳۱
۱۵۰	۱۹	۸	۱۶۶	۱۰۴	۸۳	۵۵	۴۲	۳۳		۳۵	×۳۱
۱۷۵	۲۰	۹	۱۸۴	۱۱۵	۹۲	۶۱	۴۶	۳۷		۴۲	×۳۳
۲۰۰	۲۱	۱۰		۱۲۹	۱۰۳	۶۹	۵۲	۴۱		۴۲	×۳۳
۲۵۰	۲۲	۱۱		۱۴۷	۱۱۸	۷۹	۵۹	۴۷		۴۵	×۳۹
۳۰۰	۲۳	۱۲		۱۵۰	۱۲۰	۸۰	۶۰	۴۸		۴۵	×۳۹
۳۵۰	۲۷	۱۲		۱۵۰	۱۲۰	۸۰	۶۰	۴۸		۴۵	×۳۹
۴۰۰	۳۰	۱۲		۱۵۰	۱۲۰	۸۰	۵۰	۴۸		۴۵	×۳۹
۴۵۰	۳۲	۱۲			۱۲۷	۸۵	۶۴	۵۱		۴۵	×۳۹
۵۰۰	۳۳	۱۳			۱۳۶	۹۱	۶۸	۵۴		۵۰	×۴۵
۶۰۰	۳۷	۱۴			۱۴۶	۹۸	۷۳	۵۹		۵۰	×۴۵
۷۰۰	۳۹	۱۶			۱۶۲	۱۰۸	۸۱	۶۵		۵۰	×۴۵
۸۰۰	۴۲	۱۷			۱۷۱	۱۱۴	۸۵	۶۸		۵۵	×۴۷
۹۰۰	۴۴	۱۸			۱۸۴	۱۲۲	۹۲	۷۴		۵۵	×۴۷
۱۰۰۰	۴۷	۱۹			۱۹۱	۱۲۷	۹۵	۷۶		۵۵	×۴۷
۱۲۵۰	۵۲	۲۱			۲۱۷	۱۴۵	۱۰۸	۸۷		۶۰	×۵۳
۱۵۰۰	۵۶	۲۴			۲۴۱	۱۶۰	۱۲۰	۹۷		۶۰	×۵۴
۲۰۰۰	۶۴	۲۸			۲۸۲	۱۸۸	۱۴۰	۱۱۳		۷۰	×۶۰
۲۵۰۰	۷۲	۳۱			۳۱۲	۲۰۸	۱۵۶	۱۲۵		۷۰	×۶۰
۳۰۰۰	۸۱	۳۳			۳۳۴	۲۲۲	۱۶۷	۱۳۳		۷۰	×۶۰
۳۵۰۰	۸۷	۳۶			۳۶۲	۲۴۰	۱۸۰	۱۴۴		۷۵	×۶۵
۴۰۰۰	۹۳	۳۸			۳۸۷	۲۵۸	۱۹۳	۱۵۵		۷۵	×۶۵
۴۵۰۰	۹۸	۴۱			۴۱۴	۲۷۶	۲۰۷	۱۶۵		۸۰	×۷۰

۹ – ۳ طراحی حوضچه پای راهگاه:

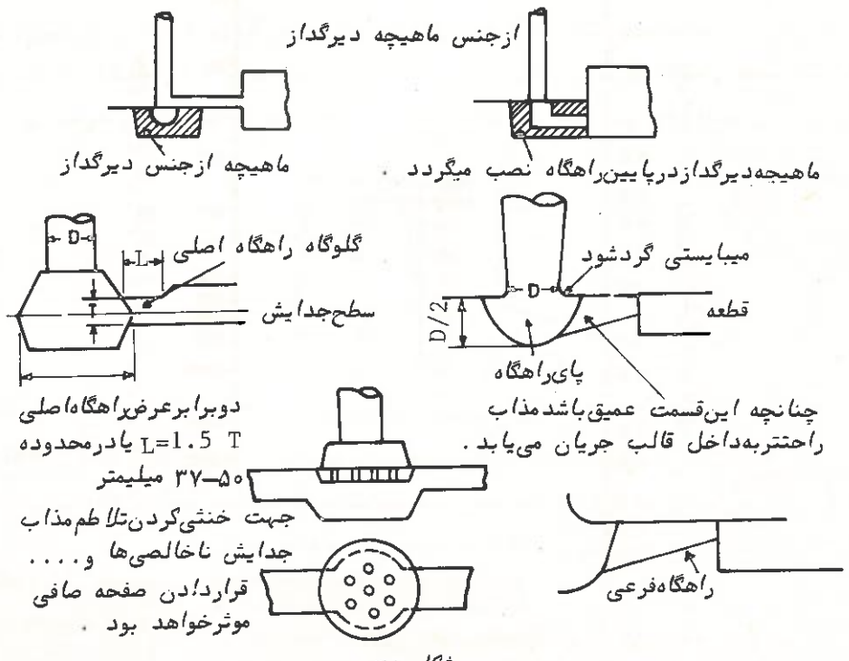
مذابی که از بالا به داخل راهگاه باریز ریخته می‌شود در حوضچه پای راهگاه، تغییر جهت و سرعت می‌دهد. بنابراین کاهش مقاومت در مقابل جریان مذاب در این ناحیه ضروری می‌باشد. از طرفی حوضچه پای راهگاه باید در مقابل ضربه محکم باشد زیرا ریزش مذاب از بالا شدیدا" باعث خرد شدن آن می‌گردد. ابعاد ساختمان حوضچه پای راهگاه باید طوری انتخاب گردد که سبب ایجاد جریان متلاطم و پیچشی و صدمه دیدن قالب نگشته و با ماسه مخلوط نشود.

معمولا" قطر حوضچه پای راهگاه دو برابر عرض راهگاه اصلی و عمق آن نصف قطر راهگاه بارریز می‌باشد. شکل ۳۷ – ۳ چگونگی تغییر جریان مذاب در حوضچه پای راهگاه را نشان می‌دهد:

۱ – ۹ – ۳ نمونه‌هایی از ساختمان حوضچه پای راهگاه در شکل ۳۸ – ۳ آمده است:



شکل ۳۷ – ۳



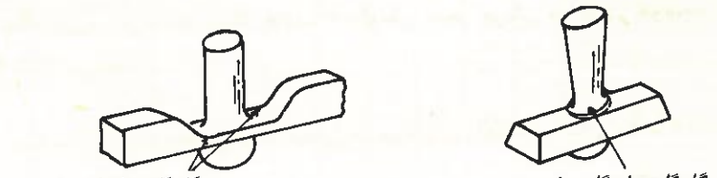
شکل ۳۸ – ۳

www.iran-mavad.com
ایران مواد

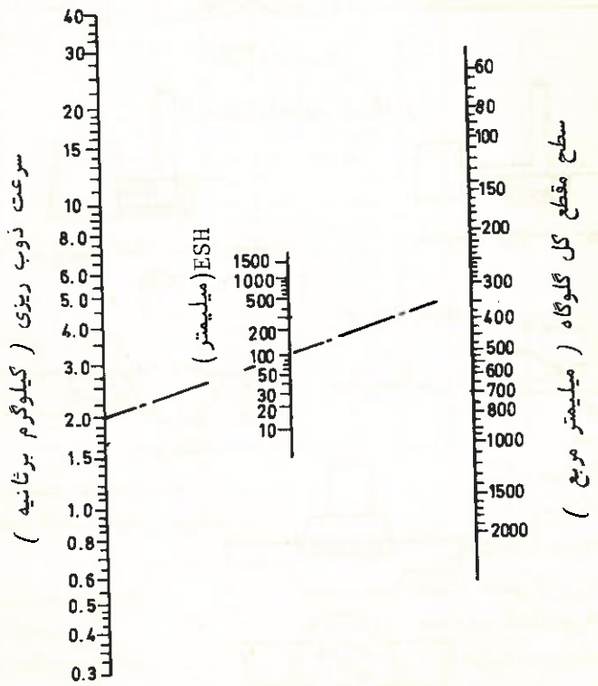
۲ – ۹ – ۳ اثر گلوگاه راهگاه بارریز و چگونگی انتخاب سطح مقطع و اندازه آن .

به منظور کاهش انرژی وسرعت جریان مذاب هنگام ورود به راهگاه اصلی ، گلوگاه در سیستم راهگاهی مورد استفاده قرار می‌گیرد . (شکل ۳۹ – ۳)

سطح مقطع گلوگاه برحسب سرعت ذوب‌ریزی و ارتفاع موثر راهگاه بارریز (ESH) با استفاده از منحنی شکل ۴ – ۳ به دست می‌آید . برای مثال اگر سرعت ذوب‌ریزی ۲ کیلوگرم بر ثانیه و ارتفاع موثر راهگاه بارریز ۱۰۰ میلیمتر انتخاب شود ، امتداد خط اتصال‌این‌دو نقطه ،محور سطح مقطع کل گلوگاه را در نقطه ۳۲۰ میلیمتر مربع قطع خواهد کرد .



شکل ۳۹ – ۳



شکل ۴۰ – ۳

هنگامی‌که گلوگاه در مسیر راهگاه اصلی قرار دارد ، عرض گلوگاه حدود ۳ تا ۴ برابر ضخامت‌آن‌تعیین‌می‌گردد . برای مثال اگرسطح مقطع گلوگاه ۵ سانتیمتر مربع باشد ، ابعاد گلوگاه به طریق ذیل محاسبه خواهد شد .

ضخامت فرض شده ، سانتیمتر x

$3\ x^2 = 5$

$x^2 = 1/66$

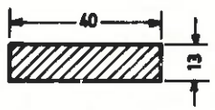
ضخامت گلوگاه ، سانتیمتر $x = 1/3$

عرض‌گلوگاه،سانتیمتر $1/3 \times 3 = 4$

نتیجتا " ابعاد گلوگاه ۱/۳ × ۴ سانتیمتر خواهد شد .

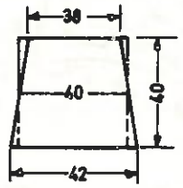
مرحله بعدتعیین‌طول‌گلوگاه‌است که حدود ۱ تا ۱/۵ برابر عرض گلوگاه باید باشد :

طول‌گلوگاه سانتیمتر ۶ تا ۴ = (۱/۵ تا ۱) × ۴



سطح مقطع گلوگاه ۵ سانتیمتر مربع

چنانچه‌سطح‌مقطع‌راهگاه اصلی۳ برابر سطح مقطع گلوگاه باشد ، در این‌صورت سطح مقطع راهگاه‌اصلی‌برابر۱۵ = ۳ × ۵ سانتیمتر مربع خواهد شد . اگر راهگاه گرد باشد قطر آن حدود ۴/۵ سانتیمتر و چنانچه مربع باشد ، هر ضلع آن ۴ سانتیمتر خواهد بود .



سطح مقطع راهگاه اصلی ۱۵ سانتیمتر مربع

بهتر است مجموع سطوح مقاطع راهگاههای فرعی ۲ الی ۳ برابر سطح مقطع گلوگاه انتخاب شود .اگرسطح‌مقطع‌گلوگاه۵سانتیمتر مربع باشد ، مجموع سطوح مقاطع راهگاههای فرعی برابر ۱۰ = ۲ ×۵ سانتیمتر مربع خواهد شد و چنانچه تعداد راهگاه فرعی ۳ عدد باشد ، سطح مقطع هر یک ۳/۳ سانتیمتر مربع به دست می‌آید .

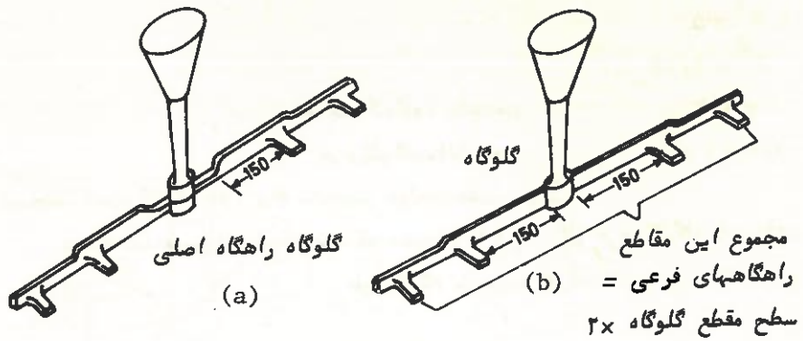
سطح مقطع یک راهگاه فرعی ۳/۳ سانتیمتر مربع

جمع سطوح مقاطع راهگاههای فرعی ۱۰ سانتیمتر مربع

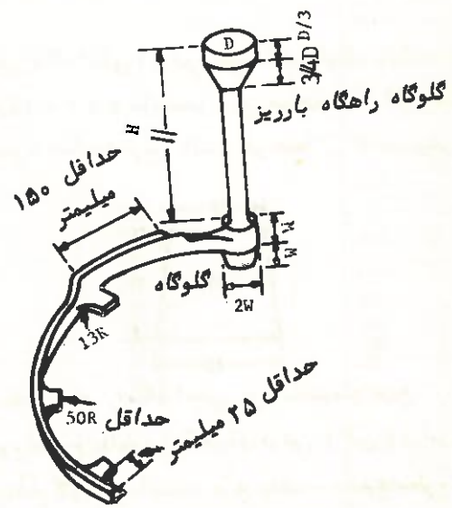
www.iran-mavad.com
ایران مواد

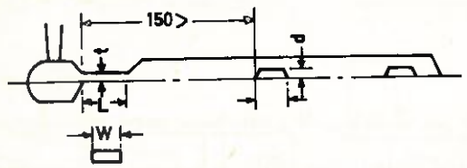
۳ – ۹ – ۳ پنج نمونه از سیستم راهگاهی با گلوگاه در شکل شماره ۴۱ – ۳ نشان داد شده‌اند:

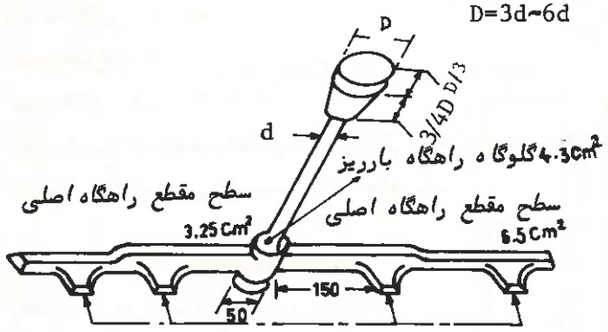
سرعت جریان مذاب ۳۰۰ میلیمتر بر ثانیه



محل اتصال راهگاههای فرعی به راهگاه اصلی پیوسته باید گرد باشد







سانتیمتر مربع ۸/۶ = ۲ × ۴/۳ = سطح مقطع گلوگاه (۳ ـ ۲) = مجموع سطح مقاطع راهگاههای فرعی

سانتیمترمربع ۲/۵ = ۸/۶ : ۴ = سطح مقطع هر یک از راهگاههای فرعی

روابط بین گلوگاه و سیستم راهگاهی در حالتی که نسبت سیستم راهگاهی ۲ : ۳ : ۱ باشد به قرار زیر خواهد بود:

سطح مقطع گلوگاه × (۲ ـ ۱/۵) = سطح مقطع راهگاه بارریز

سطح مقطع گلوگاه × ۳ = سطح مقطع راهگاه اصلی

سطح مقطع گلوگاه × ۲ = سطح مقطع راهگاه فرعی

شکل ۴۱ – ۳

www.iran-mavad.com
ایران مواد

۱۰ ـ ۳ طراحی تغذیه

۱ ـ ۱۰ـ۳ موضوع و وظیفه تغذیه

تغذیه باید نزدیک نقاط ضخیم تعبیه شده و قادر باشد که فلز مذاب لازم را هنگام انجماد به آن نقاط تغذیه نماید . تغذیه باید دارای چنان ابعاد و ساختمانی باشد که پس از اتمام انجماد تمام قسمتهای قطعه ، منجمد شود .

۲ـ۱۰ ـ ۳ انواع تغذیه

معمولا" تغذیه در انواع ذیل بکار برده می‌شود (شکل ۴۲ ـ ۳)

۱) تغذیه بالایی
۲) تغذیه کناری
۳) تغذیه لب به لب (گوشه بالا)
۴) تغذیه از بالا که وظیفه راهگاه بارریز را نیز به عهده داشته باشد .
۵) تغذیه از بالا که جزیی از قسمت بالای قطعه باشد .

۲ ـ ۱۰ ـ ۳ علت ایجاد انقباض

دوره انقباض فلز مذاب شامل مراحل زیر می‌باشد :

ـ انقباض در حالت مذاب
ـ انقباض حجمی در اثر تغییر حالت مایع به جامد
ـ انقباض در حالت جامد

الف : مقایسه سرعت سرد شدن برحسب اشکال مختلف :

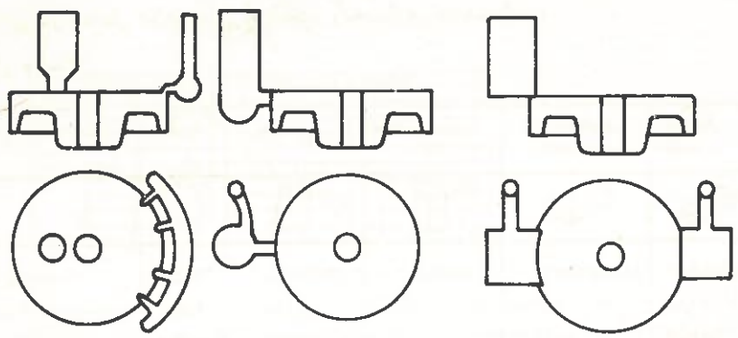
اختلاف سرعت سرد شدن برای قطعات با اشکال مختلف و حجم مساوی در جدول ۱۰ ـ ۳ نشان داده شده است :

ـ فرمول Chvorinov:

$$\theta_f = K \left(\frac{V}{A}\right)^2$$

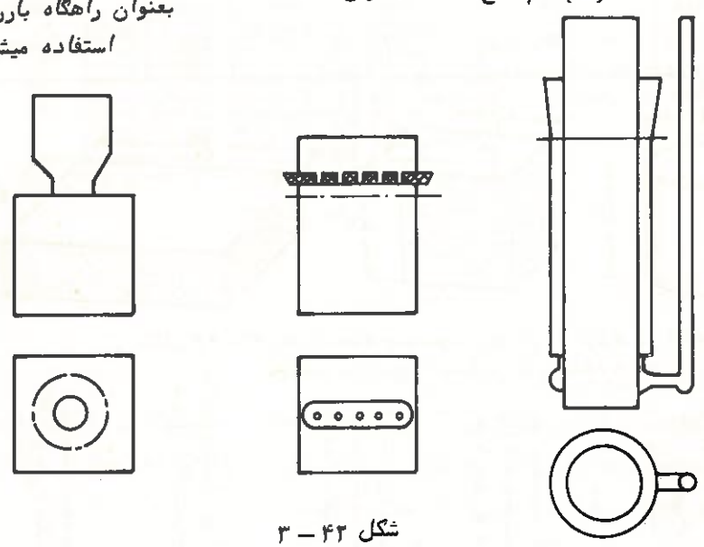
زمان سرد شدن	=	θ_f
حجم قطعه	=	V
سطح قطعه	=	A
عدد ثابت	=	k

(۱) تغذیه بالایی (۲) تغذیه کناری (۳) تغذیه لب به لب



(۴) تغذیه بالایی که از آن بعنوان راهگاه بارریز استفاده میشود

(۵) تمام سطح بالا قطعه بعنوان تغذیه



شکل ۴۲ ـ ۳

در مثال شکل ۴۳ ـ ۳ مقدار K برابر ۱۳/۷ دقیقه بر فوت مربع تعیین شده است (این مقدار برای قطعات فولادی که به روش تر قالبگیری شوند ، کاملا" صحیح می‌باشد) از مقایسه مقادیر θ_f برای هر یک از اشکال ، نتیجه می‌گیریم که اگر شکل سیلندری به دو شکل دیگر متصل شود ، نقش یک تغذیه مناسب را می‌تواند ایفا نماید .

ب ـ جریان مذاب برای سیستم‌های راهگاهی متفاوت :

در شکل ۴۴ ـ ۳ جریان مذاب و شیب حرارتی سرد شدن مذاب داخل قالب برای

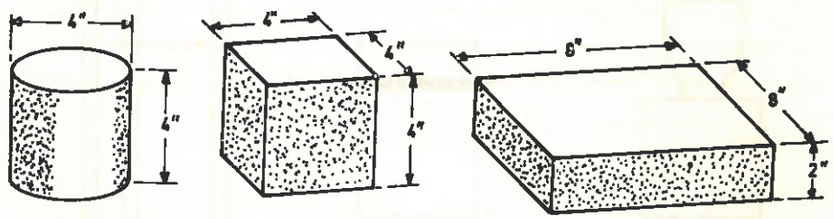
www.iran-mavad.com
ایران مواد

سیستمهای راهگاهی مختلف نشان داده شده است .

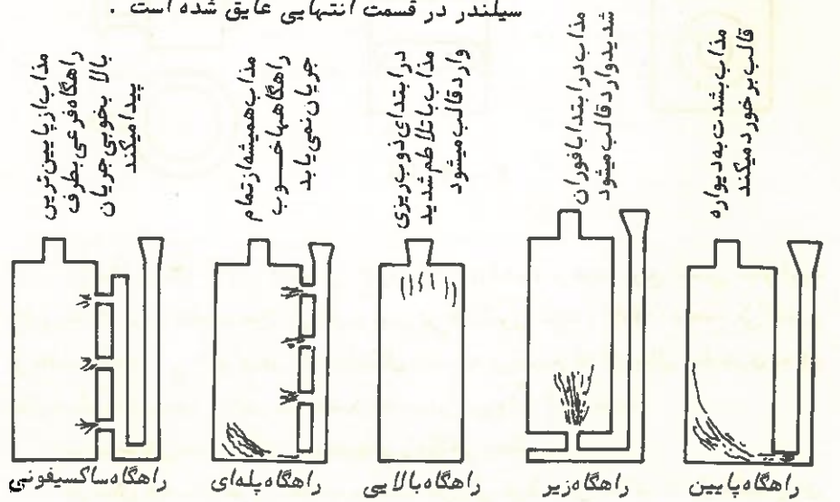
در مورد راهگاههای فرعی افقی نیز آزمایشگاه ریخته‌گری توشیبا در شکل ۴۵ – ۳ اطلاعاتی در اختیار علاقمندان به صنعت ریخته‌گری گذاشته است :

جدول ۱۰–۳

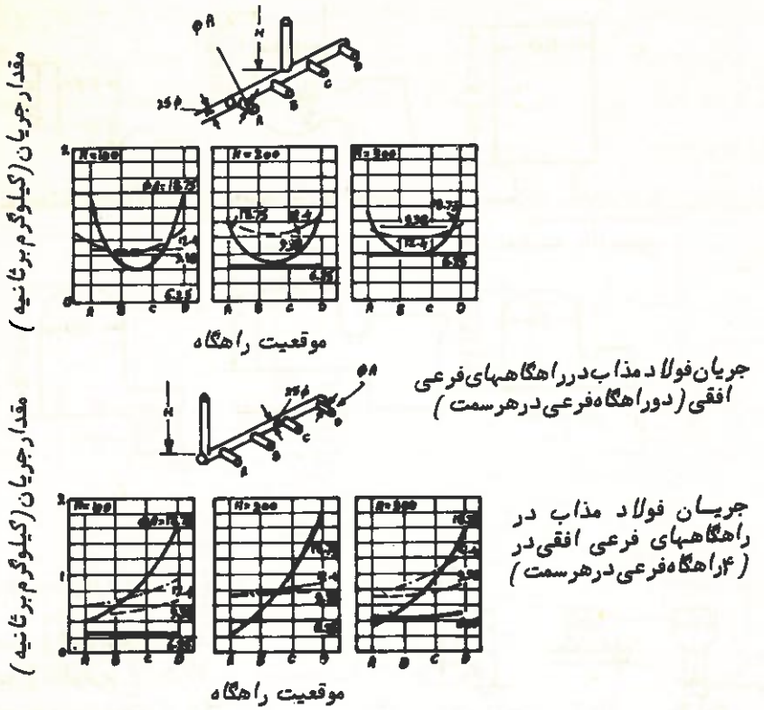
شکل	کره	سیلندر	مستطیل	مستطیل تخت	مستطیل تخت
	○	▯	▭	▭	▭
ابعاد (میلیمتر)	۱۵۵ ϕ	۱۱۲ ϕ × ۱۹۸	۹۵×۹۵×۲۱۶	۵۹×۱۵۳×۲۱۶	۲۵×۳۸×۲۰۳
حجم (سانتی‌مترمکعب)	۱۹۵۰	۱۹۵۰	۱۹۵۰	۱۹۵۰	۱۹۵۰
سطح جانبی (سانتی‌مترمربع)	۷۵۳	۸۹۸	۱۰۰۵	۱۱۰۱	۱۳۷۷
وزن (کیلوگرم)	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴
زمان انجماد	۷/۲	۴/۷	۳/۶	۲/۷	۱/۵
نسبت زمان انجماد	۱۵۲	۱۰۰	۷۶	۵۷	۳۲



شکل ۴۳ – ۳ زمان انجماد چند نمونه ریختگی (فولاد در ماسه تر)
سیلندر در قسمت انتهایی عایق شده است .



شکل ۴۴ – ۳



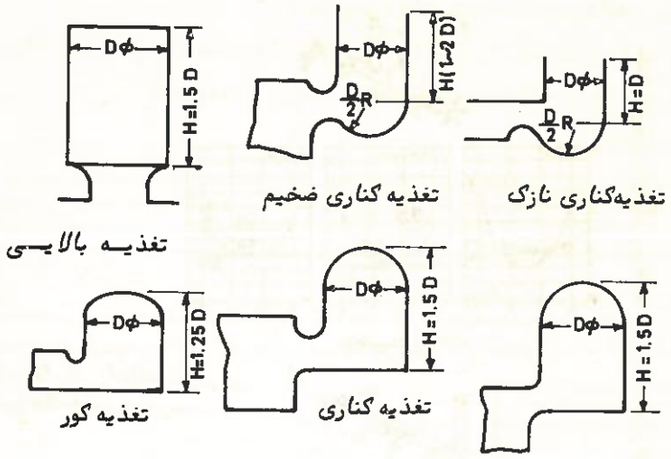
شکل ۴۵ – ۳

۴– ۱۰ – ۳ چگونگی انتخاب ارتفاع تغذیه

ارتفاع تغذیه تا حدی به نوع آن بستگی دارد . در حالت تغذیه بالایی ، ارتفاع معمولا" ۱/۵ برابر قطر (تغذیه) و در نوع کناری ارتفاع ۰/۷۵ تا ۲ برابر قطر مناسب می‌باشد . رابطه بین ارتفاع و قطر تغذیه در شکل ۴۶ – ۳ آمده است :

تغذیه اغلب به شکل سیلندری به‌کار برده می‌شود . در چدن سطح مقطع تغذیه ممکن است کوچکتر از دیگر مواد باشد ، اما در فولاد و برنز به علت کمی سیالیت در حالت انجماد ، اگر سطح مقطع تغذیه به حد کافی بزرگ نباشد ، تاثیر آن کاهش می‌یابد . نتیجتا" برای تغذیه‌ای با وزن معین ، بهتر است سطح مقطع بزرگ و ارتفاع کوچک انتخاب شوند . در فولاد ریزی اگر تغذیه بزرگتر از حد متعارف انتخاب شود ، اثر بدی روی کیفیت آن نمی‌گذارد ، اما در چدن و برنز این عمل سبب کاهش کیفیت تغذیه خواهد شد . (شکل ۴۷ – ۳)

www.iran-mavad.com
ایران مواد



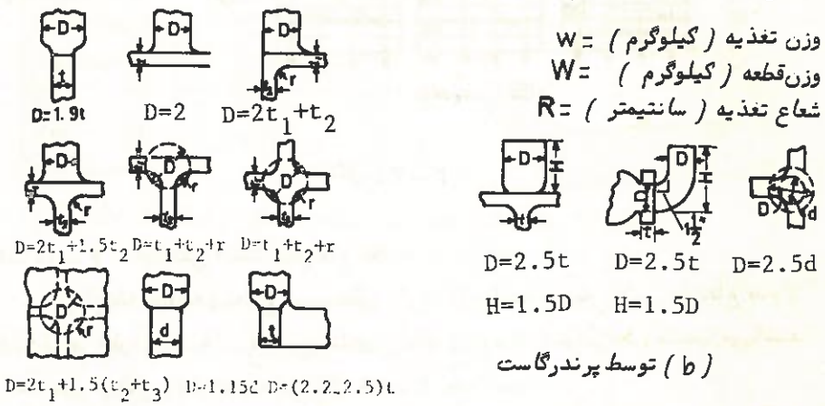
شکل ۴۶ ــ ۳

ارتفاع تغذیه از فرمول $w=W/6.5+R^3/25$ بدست می‌آید .

وزن تغذیه (کیلوگرم) = W

وزن‌قطعه (کیلوگرم) = W

شعاع تغذیه (سانتیمتر) = R



(a) توسط ماشیدا

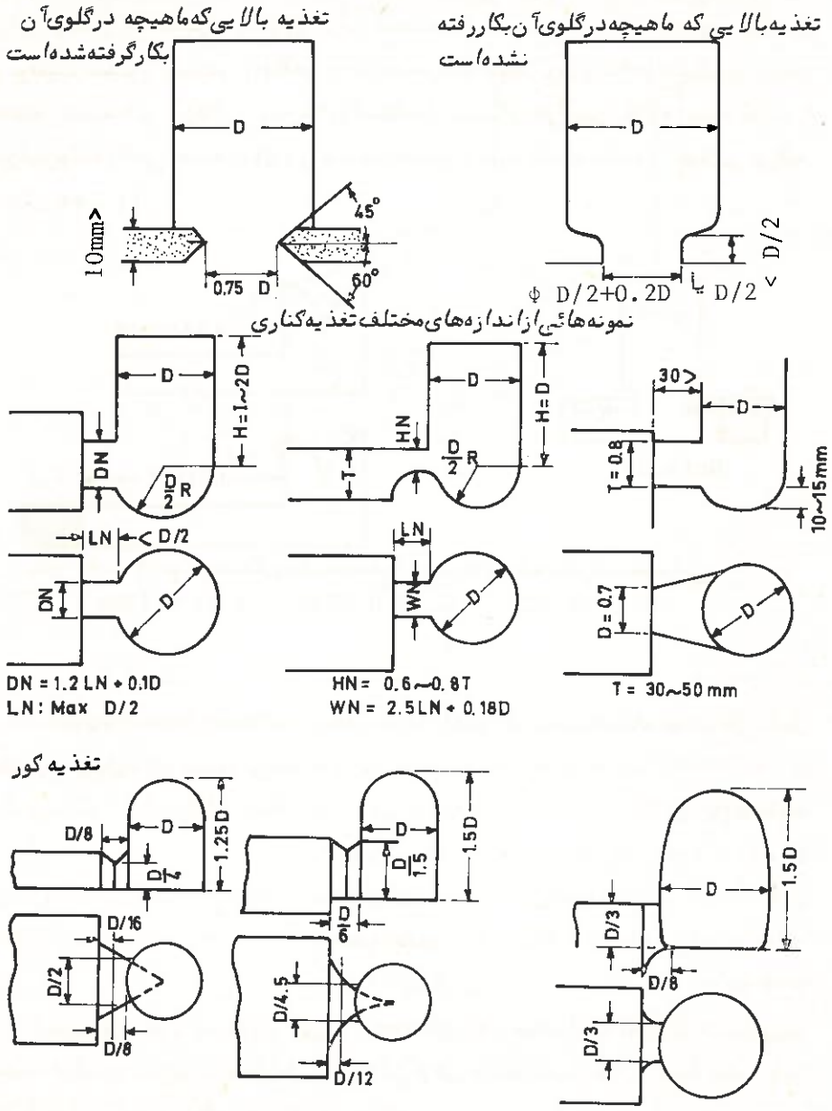
(b) توسط پرندرگاست

شکل ۴۷ ــ ۳ ــ تغذیه‌فولاد ریختگی

۵ ــ ۱۰ ــ ۳ چگونگی انتخاب قطر و ارتفاع گلوی تغذیه

اندازه قسمت‌اتصال تغذیه به قطعه نباید بیش‌از ۸۰ درصد ضخامت قطعه در ناحیه اتصال‌باشد . بهتر است قطرگلوی تغذیه کوچک باشد ، اما به لحاظ‌اثر تغذیه ، حد پایینی وجوددارد . بهر حال قطر گلو به طریقی باید انتخاب شود که از طرفی جدا کردن تغذیه از قطعه آسان صورت گیرد و از طرف دیگر تغذیه وظیفه خود را به خوبی انجام دهد .

اندازه‌هایی که معمولا" برای تغذیه‌های بالایی ، کناری و بسته (کور) به‌کار می‌رود ، در شکل ۴۸ ــ ۳ به نمایش گذاشته شده است . برای تاثیر بیشتر تغذیه ، بهتر است گلوی آن کوتاه باشد . بدین‌منظور گاهی هنگام قالبگیری در این ناحیه ماهیچه تعبیه می‌گردد . این نوع تغذیه را تغذیه (Knock off) می‌نامند .

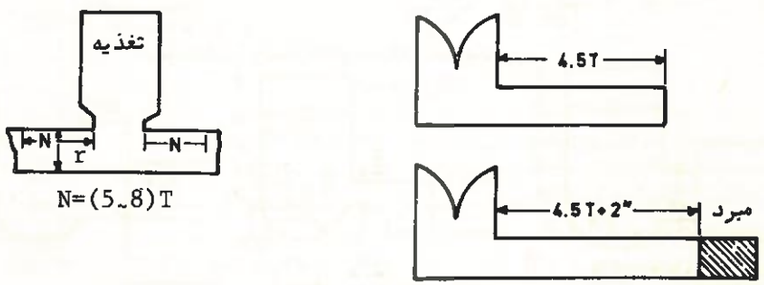


شکل ۴۸ ــ ۳

www.iran-mavad.com
ایران مواد

۶ – ۱۰ – ۳ فاصله تامین مذاب توسط تغذیه

در ریخته‌گری چدن خاکستری، زمانی که ترکیب شیمیایی نزدیک به نقطه اوتکتیک و دامنه انجماد باریک باشد، فاصله تغذیه مذاب به‌طور قابل ملاحظه‌ای زیاد می‌شود. معمولا" فاصله تغذیه مذاب برحسب کربن معادل تغییر کرده و گفته می‌شود این فاصله برای چدن خاکستری ۸–۵/۵ برابر ضخامت است. البته اندازه، شکل و موقعیت تغذیه، سیستم راهگاهی، درجه حرارت ذوب‌ریزی و شرایط قالبگیری بر روی فاصله تغذیه اثر می‌گذارد. به علاوه استفاده‌از بوشهای حرارت‌زا بازده تغذیه مذاب را افزایش‌داده (گاهی حدود ۷۰%) واستفاده صحیح از مبرد فاصله تغذیه را طولانی می‌کند (شکل ۴۹ – ۳).



شکل ۴۹ – ۳ نمونه‌ریخته‌گری یک‌صفحه‌فولادی‌درقالب‌ماسه‌باترکیب‌شیمیایی
0.25~0.30%C 0.35~0.5%Si 0.05~0.1%Mn

– مدول انجماد

کاورینو (Chvorinov) نشان داده است که سرعت‌انجماد مذاب در داخل قالب از فرمول ذیل پیروی می‌کند:

$$t = K(v/s)^2$$

t = زمان انجماد

v = حجم قطعه

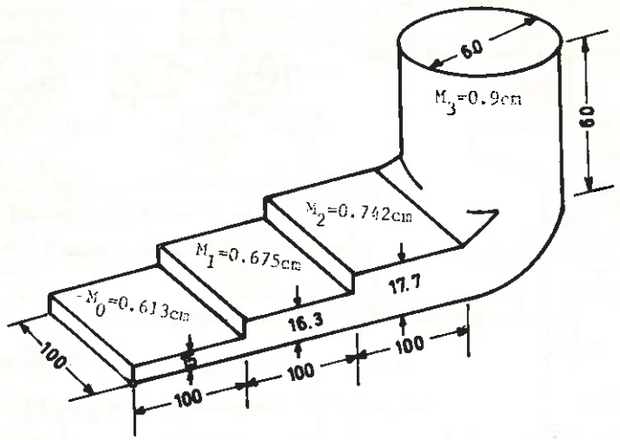
s = سطح قطعه

$M = v/s$ مدول انجماد

محقق دیگری به نام‌ولوداور (Wlodawer) معتقد است که برای دستیابی به صفحه فولادی پله‌ای سالم از طریق طولانی کردن فاصله تامین مذاب توسط تغذیه باید روابط ذیل را مطابق شکل ۵۰ – ۳ رعایت کرد.

$$M_1 = 1.1M_0$$
$$M_2 = 1.1M_1$$
$$M_3 = 1.2M_2$$

این‌روابط نمایانگرتاثیرافزایش‌مقاطع (padding) برانجماد جهت‌دار می‌باشند.



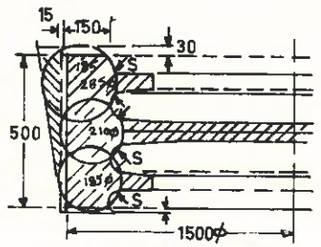
شکل ۵۰ – ۳

– روش دایره

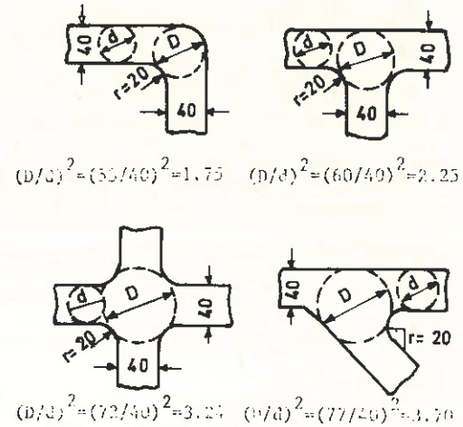
به‌کمک روش دایره Heuvers می‌توان شیب سرعت انجماد در تقاطع‌ها را حدس زد. چنانچه قطر این دوایر به‌طرف تغذیه افزایش پیدا کند، حفره‌های انقباضی به‌وجود نخواهندآمد (شکل ۵۱ – ۳). البته قطر دایره به نوع تقاطع بستگی دارد، همانطور که شکل ۵۲ – ۳ نشان می‌دهد.

به‌علاوه برای راهنمایی بیشتر جهت طراحی عملی قطعات ریخته‌گری، اندازه‌های استانداردشعاع گوشه‌های داخلی و خارجی انواع تقاطع در شکل ۵۳ – ۳ به‌نمایش گذارده شده است.

www.iran-mavad.com
ایران مواد



شکل ۵۱ – ۳ – افزودن ضخامت رام چرخ



شکل ۵۲ – ۳ – نمونه‌های مقایسه‌ای سردشدن آهسته در نقاط تقاطع

۷ – ۱۰ – ۳ کاربرد تغذیه‌ها برحسب نوع آنها (شکل ۵۴ – ۳)

(۱)– تغذیه از بالا

اخیرا" این نوع تغذیه به تدریج کنار گذاشته می‌شود .

(۲)– تغذیه‌کناری (تغذیه‌کور)

این نوع تغذیه‌همراه باراهگاه فرعی لبه‌ای برای قطعات بزرگ به‌کار برده می‌شوند . تغذیه‌نزدیکراهگاه فرعی نصب می‌گردد و بدین‌گونه مذاب گرم تا آخرین لحظه می‌تواند به داخل قالب تغذیه شود . (Shrink bob) یک نمونه از انواع تغذیه کناری می‌باشد . توضیحاتی در مورد این نوع تغذیه در شکل ۵۵ – ۳ ارائه شده‌اند .

– گلوی تغذیه (Neck)

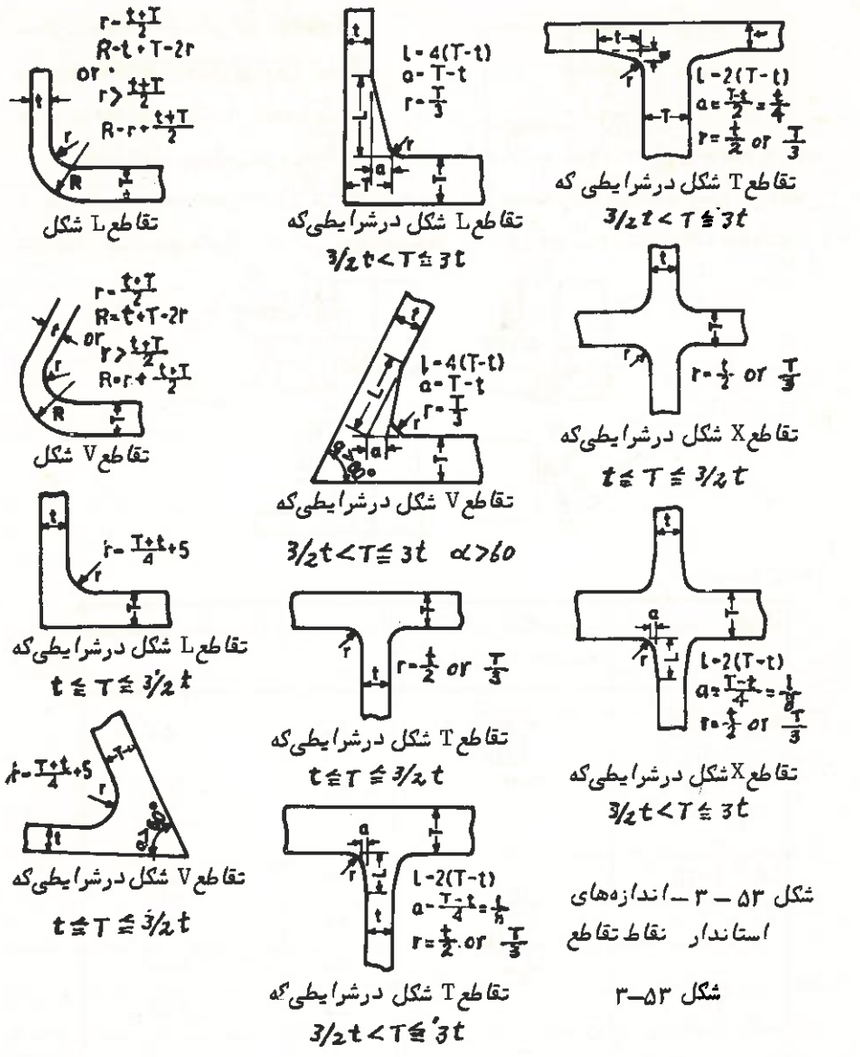
اندازه دقیق گلوی تغذیه توسط وزن قطعه تعیین خواهد شد . گلو حتی‌الامکان باید کوچک باشد (بهتر است کمتر از ۲۵ میلیمتر باشد) .

– Shrink bob (تغذیه)

قطرShrink bob توسط ابعاد قطعه و کیفیت مذاب تعیین می‌گردد . سطح مقطع آن‌معمولا" ۸۰ – ۶۰ درصد ضخامت قطعه می‌باشد . یکی از خصوصیات این نوع تغذیه آن است که گلو باید بالاتر از قسمت تحتانی تغذیه مستقر گردد .

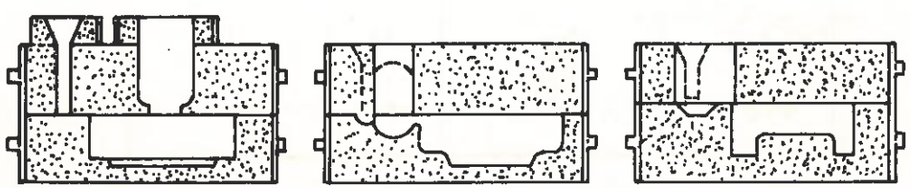
– راهگاه بارریز و راهگاه اصلی

راهگاه اصلی که راهگاه بارریز را به تغذیه متصل می‌کند باید پیش از ورود به تغذیه باریک‌شده و بر آن مماس باشد . در این صورت مذاب وارد شده به تغذیه حرکت چرخشی داشته و سبب جمع‌آوری وشناور شدن ناخالصیها در مرکز و بر روی مذاب می‌شود .



شکل ۵۳ – ۳ – اندازه‌های استاندار نقاط تقاطع

شکل ۵۳–۳



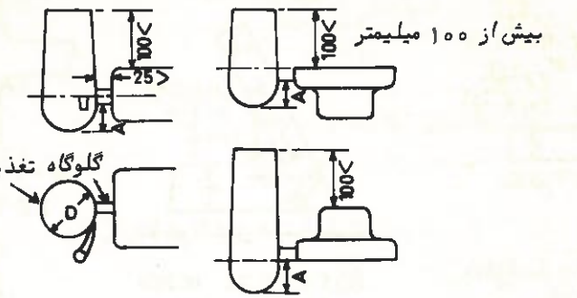
شکل ۵۴ – ۳

www.iran-mavad.com
ایران مواد

قطر تغذیه با توجه به وزن قطعات به‌صورت ذیل می‌باشد:

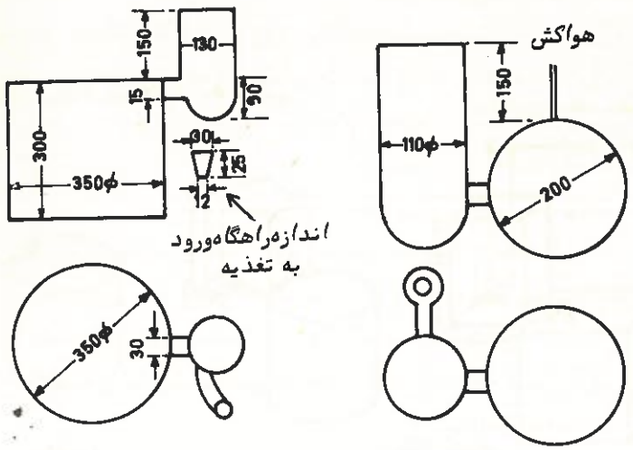
- برای قطعات کوچکتر از ۲۰ کیلوگرم — میلیمتر ۶۵ — ۵۰
- برای قطعات کوچکتر از ۲۰۰ کیلوگرم — میلیمتر ۸۵ — ۷۰
- برای قطعات بزرگتر از ۱۰۰۰ کیلوگرم — میلیمتر ۱۳۰–۹۵

به‌هر حال در این روش مذاب به آرامی وارد قالب شده و جدایش تغذیه به علت باریکی‌گلوی‌آن به راحتی انجام می‌گیرد. ضمنا" اثر تغذیه زیاد می‌باشد حتی در قطعات پیچیده. چند نمونه‌از کاربرد این نوع تغذیه‌ها در شکل ۵۶ — ۳ نشان داده شده‌اند.



قطرتغذیه (میلیمتر)	A	اندازه‌راهگاه‌فرعی ورودی به تغذیه	اندازه گلوگاه
۵۰	۶۰	10 / 25 / 6	۱۲ ≃ ۲۰ ⌀ یا ۲۲ ⌀
۶۵	۶۰		
۷۵	۷۰	12 / 25 / 10	۲۵ ≃ ۳۰ ⌀ یا ۳۶ ⌀
۹۰	۷۰		
۱۰۰	۸۵		
۱۱۵	۸۵		
۱۳۰	۹۵	20 / 25 / 12	۴۰ ≃ ۵۰ ⌀ یا ۵۵ ⌀
۱۵۰	۱۱۰		
۲۰۰	۱۳۰		

شکل ۵۵ — ۳



شکل ۵۶ — ۳

(۳)ـ تغذیه تماسی

راهگاه فرعی تماسی به باریکی راهگاه لبه‌ای متصل به گوشه قطعه می‌باشد. در این سیستم تغذیه‌گذاری، ابعاد تغذیه دارای استاندارد خاصی نبوده و فقط بر اساس اطلاعات تجربی کسب شده، تخمین زده خواهد شد.

ارتفـــــاع (H):

برای اطمینان، ارتفاع (H) دوبرابر عرض (D) انتخاب می‌گردد. آقای ساکای از محققین ریخته‌گری معتقد است‌که‌در هر حالت ارتفاع باید ۲۰۰ — ۱۵۰ میلیمتر باشد.

عـــرض لبـــه تغذیـــه متصل به قطعه:

عرض تماس تغذیه با قطعه معمولا" ۲ — ۱/۵ میلیمتر می‌باشد. در ایالات متحده گفته می‌شود که عرض لبه از $\frac{۳}{۳۲}$ اینچ (۲/۳۸ میلیمتر) نباید تجاوز کند. بر اساس تجربه‌های یاماکوجی برای قطعات چدن کروی و کیفیت بالا، بهتراست این مقدار ۴ — ۳ میلیمتر در نظر گرفته شود.

عـــرض تغذیـــه (D):

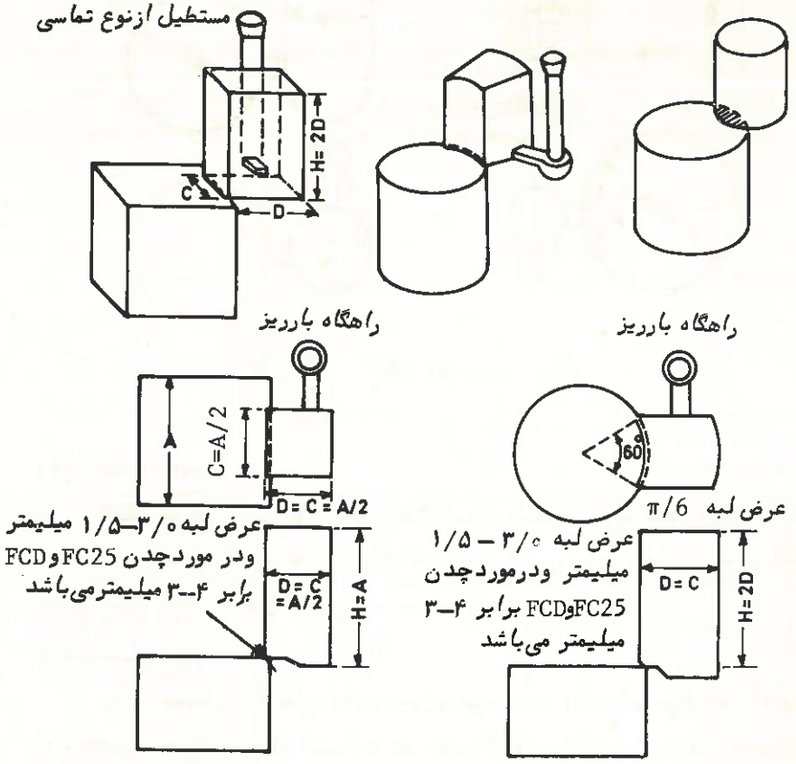
Dمی‌تواند برابر C (طول تغذیه) انتخاب شود، اما هنگامی که از ۱۰۰ میلیمتر تجاوز کند، D حدود ۸۰ درصدC در نظر گرفته خواهد شد.

یـــک نمونـــه تغذیـــه گوشه‌ای با ابعاد استاندارد در شکل ۵۷ — ۳ نشان‌داده شده است.

www.iran-mavad.com
ایران مواد

شکل وابعادتغذیه استوانه‌ای‌ازنوع تماسی

شکل و ابعاد تغذیه مکعب مستطیل ازنوع تماسی



شکل ۵۷ – ۳ – استاندارد از ابعاد تغذیه نوع تماسی

روش ذوب‌ریزی:

مذاب مستقیما" نباید به داخل تغذیه ریخته شود، بلکه باید از طریق تعبیه راهگاه بارریز و راهگاه اصلی به داخل تغذیه و از آنجا به درون قالب جریان یابد. چنانچه قالبگیری به روش تر انجام گیرد، در محل تماس (لب به لب) راهگاه فرعی و قطعه، عیوب‌ماسه‌سوزی‌وشستن‌ماسه ممکن است بروز کند. برای جلوگیری از ایجاد چنین عیوبی، در صورت امکان این ناحیه گرد شده (لبه تیز گرفته شود) یاازماسه CO_2 یا خودگیر قالبگیری شود.

درجه حرارت ذوب‌ریزی:

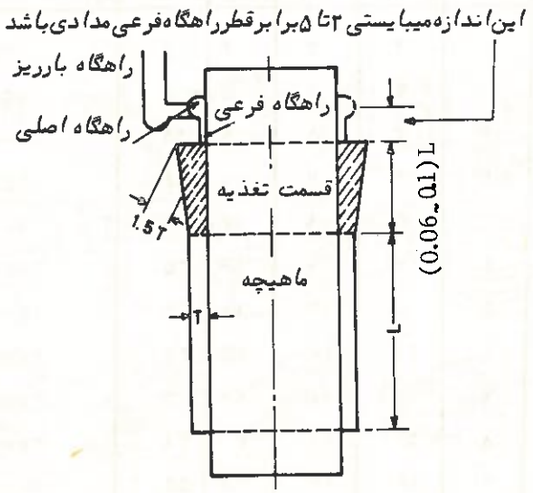
اگر درجه حرارت ذوب‌ریزی پایین باشد، تاثیر تغذیه کاهش پیدا خواهد کرد. در عین حال تجربه نشان داده است که چنانچه درجه حرارت خیلی بالا باشد، حفره‌های انقباضی‌بروزخواهند کرد. درجه حرارت مناسب معمولا" ۱۳۸۰ – ۱۳۵۰ درجه سانتیگراد گزارش شده است.

(۴)–تغذیه تمام سطح بالایی قطعه

زمانی که قطعه‌ای استوانه‌ای مانند پوسته سیلندر به صورت طولی ریخته شود، لازم است که تغذیه در تمام قسمت بالای قطعه تعبیه گردد. چنین تغذیه‌ای را تغذیه تمام‌سطح بالا می‌نامند. در این نوع تغذیه‌گذاری، در قسمت پایین نباید پله ایجاد گردد. نکته مهم دیگر آن است که ارتفاع تغذیه باید کافی باشد، به طوری که حفره انقباضی در قطعه ریخته شده بوجود نیاید.

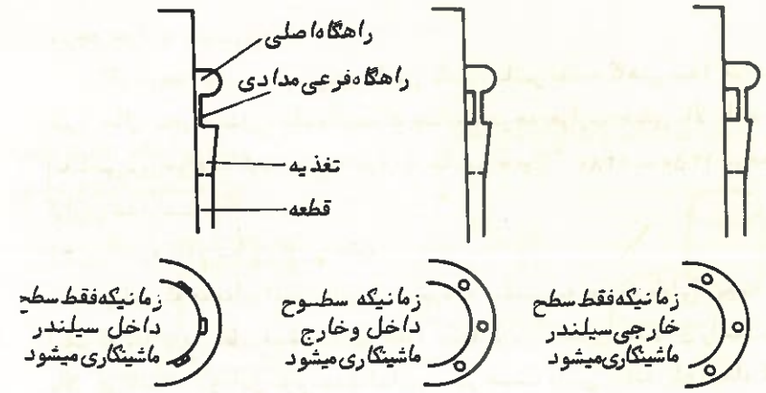
نسبت ابعادی که به طور معمول برای این نوع تغذیه به‌کار برده می‌شود، در شکل ۵۸ – ۳ آمده است. در مورد سیستم راهگاهی مدادی، روشهایی که در شکل ۵۹ – ۳ نشان داده شده‌اند، به‌کار می‌روند.

در این‌حالت در مورد انتخاب قطر راهگاههای فرعی وفاصله بین آنها دقت زیادی باید مبذول گردد. جدول ۱۱ – ۳ ابعاد، تعداد راهگاه فرعی و همچنین وزن مذاب در سیستم راهگاهی مدادی را نشان می‌دهد.



شکل ۵۸ – ۳

www.iran-mavad.com
ایران مواد



شکل ۵۹–۳

جدول ۱۱–۳ تعداد و قطر راهگاههای فرعی مورد نیاز در سیستم راهگاهی مدادی که توسط شرکت I.H.I تهیه شده است .

قطر (میلیمتر) / وزن مذاب کیلوگرم	۸	۱۰	۱۲	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰
۷۵	۶	۴	۳	۲			
۱۵۰	۸	۵	۴	۳			
۲۰۰	۱۱	۷	۵	۳	۲		
۴۵۰	۱۶	۱۰	۷	۴	۳	۲	
۷۰۰	۲۰	۱۳	۹	۶	۳	۲	
۱۰۰۰	۲۵	۱۶	۱۱	۷	۴	۳	۲
۱۵۰۰	۲۸	۱۸	۱۳	۸	۵	۳	۲
۲۰۰۰	۳۷	۲۴	۱۶	۱۱	۶	۴	۳
۳۰۰۰	۴۲	۲۷	۱۸	۱۲	۷	۴	۳
۴۰۰۰	۴۸	۳۱	۲۱	۱۴	۸	۵	۴
۵۰۰۰	۵۵	۳۵	۲۴	۱۶	۹	۶	۴

۸ – ۱۰ – ۳ چگونه اندازه تغذیه را تعیین می‌نماییم :

تغذیه بایستی براساس اندازه ، محل و میزان هزینه به‌صورتیکه جوابگوی نیاز باشد مورد بررسی قرار گیرد . روشی که بتواند اندازه تغذیه را محاسبه نماید تاکنون تدوین نگردیده ، زیرا عوامل گوناگونی از جمله درجه حرارت ریختن ذوب ، سیستم راهگاهی ، ضخامت وشکل و کیفیت قطعه ریختگی در محاسبه تغذیه موثر می‌باشند . امروزه روشهای زیرین که در اثر تجربه محققین برای تعیین اندازه تغذیه به‌دست آمده ، مورد استفاده قرار می‌گیرند .

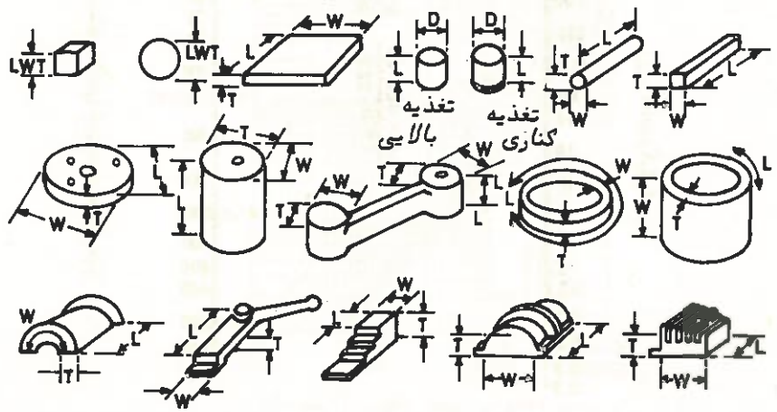
۱ – محاسبه اندازه تغذیه با در نظر گرفتن سرعت سرد شدن قطعه ریختگی :

GIRIN (موسسه تحقیقاتی و صنعتی دولتی ناگویا Nagaya ژاپن) روش محاسبه قطر تغذیه بر اساس فاکتور شکل (Shape Factor) قطعه که با سرعت سرد شدن قطعه رابطه دارد را مشخص نمود :

$$\text{فاکتور شکل قطعه} = \frac{\text{مجموع طول و عرض قطعه}}{\text{ضخامت اصلی قطعه که باید تغذیه شود}}$$

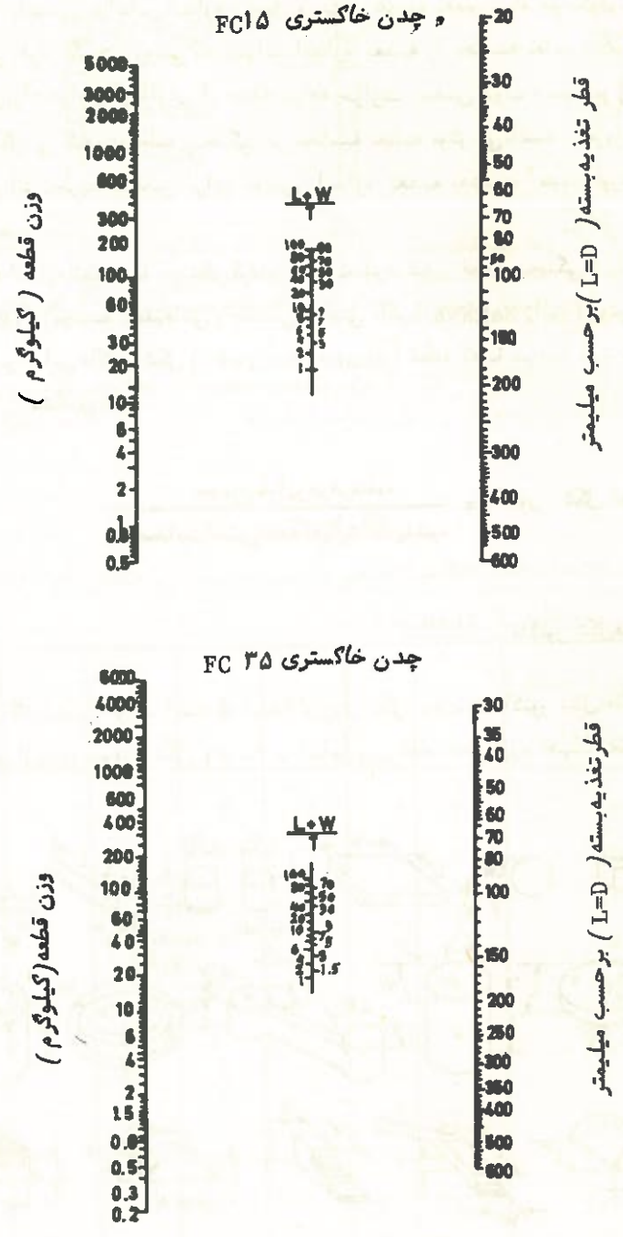
$$\text{فاکتور شکل قطعه} = \frac{L+W}{T}$$

روش کار بدین‌صورت است که ابتدا از روی شکل ۶۰ – ۳ فاکتور شکل قطعه مشخص شده و سپس از روی نمودار شکل ۶۱ –۳ بر اساس وزن قطعه قطر لازم جهت تغذیه تعیین می‌گردد .



شکل ۶۰ – ۳ – تعیین طول ، عرض و ضخامت برای اشکال مختلف

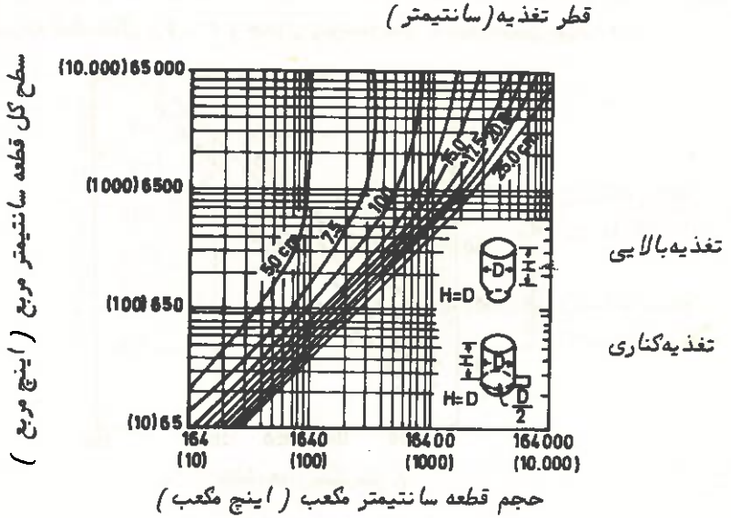
www.iran-mavad.com
ایران مواد



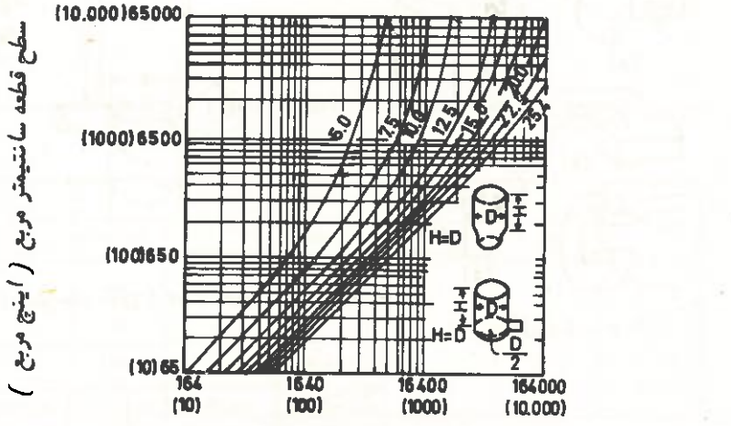
شکل ۶۱ ـ ۳ ـ نمودار تعیین تغذیه براساس فاکتور شکل و وزن قطعه

(۲) ـ تعیین قطر تغذیه براساس حجم و سطح قطعه ریختگی :

در این روش ابتدا حجم و سطح قطعه ریختگی مشخص می‌گردد . سپس به کمک اشکال ۶۲ ـ ۳ و ۶۳ ـ ۳ قطر تغذیه از روی نزدیکترین منحنی به محل تلاقی خطوط مربوط به سطح و حجم خوانده می‌شود .



شکل ۶۲ـ۳ ـ نمودار تعیین قطر تغذیه برای چدن مقاوم کششی در قالب خشک و چدن با مقاومت کم در قالب تر .



شکل ۶۳ ـ ۳ ـ نمودار تعیین قطر تغذیه برای چدن مقاوم کششی که به روش تر قالبگیری شده است .

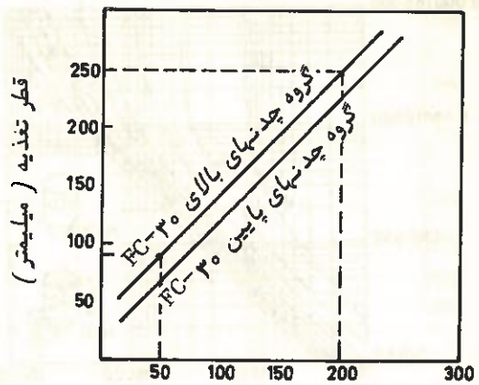
www.iran-mavad.com
ایران مواد

(۳) ــ تعیین قطر تغذیه براساس ضخامت قطعه ریختگی :

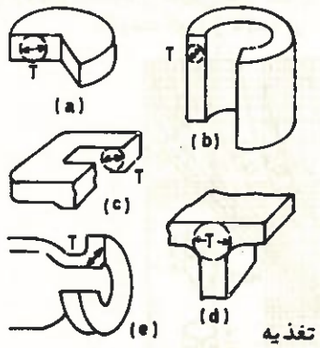
در این روش قطر تغذیه به کمک شکل ۶۴ ــ ۳ تعیین می‌گردد . همانگونه که ملاحظه می‌شود دو نمودار برای دو کیفیت مختلف داده شده‌اند .

(۴) ــ مثالهایی از تعیین اندازه تغذیه بالایی با توجه به ضخامت :

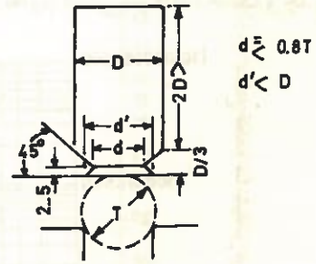
نخست ضخامت قسمتی ازقطعه که بتواند علامت استاندارد محسوب گردد انتخاب شده و سپس به کمک شکل ۶۵ ــ ۳ و جدول پیوست قطر تغذیه تعیین می‌گردد .



شکل ۶۴ــ۳



شکل ۶۵ ــ ۳

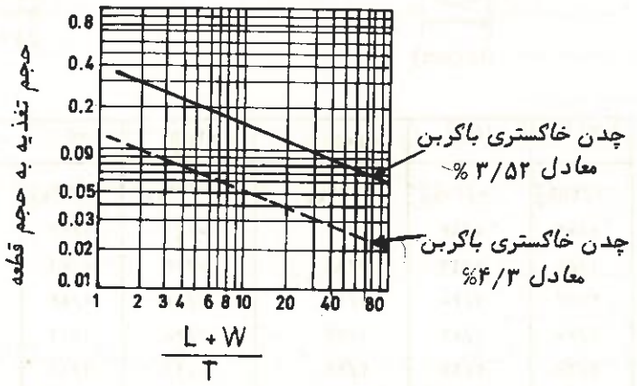


جدول پیوست شکل ۶۵ــ۳ جهت تعیین قطر تغذیه

قطرتغذیه / ضخامت(میلیمتر) نوع چدن	D‡ (mm)			
	10_30	31_50	51_75	76_100
FC 20_25	T+30	T+30	T+25	T+20
FC 30_35	T+40	T+40	T+30	T+30

(۵)ــ تعیین‌اندازه‌تغذیه برحسب فاکتور شکل و نسبت حجم تغذیه به حجم قطعه :

با دانستن فاکتور شکل و حجم قطعه ریختگی می‌توان از روی نمودار شکل ۶۶ ــ ۳ نسبت‌حجم‌تغذیه‌به حجم‌قطعه و از آنجا حجم تغذیه را بدست آورد (برای دو نوع چدن خاکستری در ماسه تر) .



شکل ۶۶ ــ ۳

(۶) ــ جداول ۱۲ ــ ۳ و ۱۳ ــ ۳ به عنوان مرجع ارائه شده‌اند :

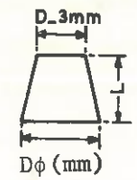
جدول ۱۲ ــ ۳ ــ بازده تغذیه برحسب کیفیت چدن و نوع تغذیه که توسط شرکت (IHI) تهیه شده است .

نوع چدن	انقباض‌مایع %	تغذیه‌بالایی		تغذیه‌کناری		تغذیه‌کناری‌ازنوع Shrink bob	
		درصد وزن تغذیه‌به‌قطعه	بازده‌تغذیه %	درصد وزن تغذیه‌به‌قطعه	بازده‌تغذیه %	درصدوزن تغذیه‌به‌قطعه	بازده‌قطعه %
FC۳۵	۵	۲۵	۲۰	۲۵	۲۵	۱۵	۳۳
FC۳۰	۳	۲۰	۲۰	۲۰	۲۵	۱۲	۳۳
FC۲۵	۲	۱۰	۲۰	۱۰	۲۵	۶	۳۳
FC۲۰	۱	۵	۲۰	۵	۲۵	۳	۳۳

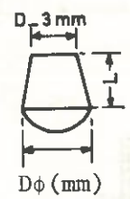
www.iran-mavad.com
ایران مواد

جدول ۱۳–۳ وزن تغذیه (برحسب کیلوگرم) با توجه به ابعاد آن

تغذیه بالایی



تغذیه کناری



قطرتغذیه	L=D	L =۰/۷۵ D	L=D	L =۱½D	L =۱/۵D	L =۲D
۴۰mm	۰/۲۴kg	۰/۳۲kg	۰/۴۴kg	۰/۴۷kg	۰/۶۰kg	۰/۷۵kg
۴۵	۰/۳۴	۰/۴۶	۰/۶۳	۰/۶۹	۰/۸۶	۱/۰۹
۵۰	۰/۴۸	۰/۶۱	۰/۸۸	۰/۹۵	۱/۱۹	۱/۵۱
۵۵	۰/۶۴	۰/۸۶	۱/۱۷	۱/۲۸	۱/۶۰	۲/۰۳
۶۰	۰/۸۱	۱/۱۲	۱/۵۴	۱/۶۸	۲/۰۹	۲/۶۰
۷۰	۱/۳۵	۱/۸۱	۲/۴۶	۲/۷۱	۳/۳۶	۴/۲۷
۸۰	۲/۰۳	۲/۷۲	۳/۷۰	۴/۰۹	۵/۰۶	۶/۴۲
۹۰	۲/۹۳	۳/۹۱	۵/۳۰	۵/۸۷	۷/۲۶	۹/۲۱
۱۰۰	۴/۰۵	۱۵/۴۰	۷/۳۱	۸/۱۰	۱۰/۰۱	۱۲/۷۱
۱۲۵	۸/۰۱	۱۰/۶۷	۱۴/۴۱	۱۶/۱۰	۱۹/۷۴	۲۷/۸۰
۱۵۰	۱۳/۹۴	۱۸/۵۹	۲۵/۰۴	۲۷/۸۹	۳۴/۳۴	۴۳/۶۳
۱۷۵	۲۲/۲۷	۲۹/۶۹	۳۹/۹۴	۴۴/۴۴	۵۴/۶۸	۶۹/۶۳
۲۰۰	۳۳/۳۸	۴۴/۵۱	۵۹/۸۰	۶۶/۷۷	۸۲/۰۶	۱۰۴/۳۱
۲۲۵	۴۷/۶۹	۶۳/۵۹	۸۵/۳۶	۹۵/۳۸	۱۱۷/۱۵	۱۴۸/۹۵
۲۵۰	۶۵/۶۰	۸۷/۴۶	۱۲۱/۰۵	۱۳۱/۱۹	۱۶۴/۷۹	۲۰۸/۵۱
۲۷۵	۸۷/۵۰	۱۱۶/۶۶	۱۵۶/۴۱	۱۷۵/۰۰	۲۱۴/۷۴	۲۷۳/۰۷
۳۰۰	۱۱۳/۸۰	۱۵۱/۷۴	۲۰۳/۳۴	۲۲۷/۶۱	۲۷۹/۲۱	۳۵۵/۰۸

۳–۱۱ هواکش و سرریز Vent (whisler) and Flow - off

۳–۱۱–۱ سرریز Flow - off

دلایل تعبیه سرریز

۱ – جهت خروج هوا و گازهای تولید شده در محفظه قالب حین ریختن مذاب در قالب.

۲ – جهت اطمینان از پرشدن کامل قالب از طریق بیرون زدن مذاب از سرریزگاههای تعبیه شده.

محل نصب سرریز:

۱ – در بالاترین قسمت قطعه ریختگی

۲ – در ناحیه‌ای که احتمال جمع شدن هوا و گازهای تولید شده بیش از نقاط دیگر است.

۳ – در دورترین نقاط از راهگاه باررریز.

تعداد و اندازه سرریز:

۱ – تعداد و اندازه سرریز به ضخامت و اندازه قطعه ریختگی بستگی دارد.

۲ – قطر سرریز معمولا" کوچکتر از ۱۵ میلیمتر می‌باشد.

۳ – اندازه سرریزگاه باید به‌صورتی باشد که پس از شکستن آن، حفره‌های انقباضی یا ساختمان درشت دانه در محل شکست باقی نماند.

۳–۱۱–۲ هواکش (Whisler, Vent)

منافذ عبور گاز در مکان‌هائی که‌گازهای‌قالب‌وهوای‌محبوس‌جمع می‌شوند، باستثناء نقاط‌تعبیه سرریز و همچنین در جائی که تخلیه گازهای ایجاد شده مشکل باشد، نصب می‌گردند.

خروج گاز نیمه‌زیرین قالبهایی که در زمین گرفته می‌شوند و همچنین گاز ناشی از ماهیچه‌ها بویژه باید مورد توجه قرار گیرند.

۳–۱۲ پل (Chaplets)

چپلتهاجهت نگهداری ماهیچه‌و قطعات آویزان قالب به‌کار برده می‌شوند. چپلتها بایستی‌درحرارت‌بالای‌قالب مقاوم بوده و بتوانند از کج شدن ماهیچه‌ها جلوگیری نموده، نقش نگهدارنده ماهیچه‌و در نتیجه تامین ابعاد مورد نظر را به‌خوبی ایفا نمایند. چپلت باید نهایتا" کاملا" ذوب و با قطعه یکپارچه گردد.

www.iran-mavad.com
ایران مواد

جهت اطمینان از عدم تولید گاز، چپلتها باید کاملا" تمیز و با خلوص بسیار بالا باشند. نکات زیر باید در استفاده از چپلتها مورد توجه قرارمی‌گیرند.

الف : حتی‌الامکان عدم کاربرد آن در سطوح کاری قطعات

ب : عدم استفاده ازپل در قطعاتی که تحت فشار هیدرواستاتیکی قرار میگیرند

پ : عدم کاربرد چپلت در مجاری ورودی مذاب به قالب (راهباره‌ها)

جدول ۱۴ – ۳ مقاومت فشاری چپلتها برحسب قطر محوری آنها را نشان می‌دهد

قطر محوری (میلی‌متر)	مقاومت‌فشاری (کیلوگرم)	قطرمحوری (میلی‌متر)	مقاومت‌فشاری (کیلوگرم)
۳	۵	۱۰	۸۲
۵	۲۰	۱۳	۸۲
۶	۳۶	۱۶	۲۲۷

۱۳ – ۳ چند نکته در مورد لوله‌های تعبیه شده در قالب :

همانطوری که عموما" در محفظه میل لنگ موتورهای احتراق داخلی کوچک دیده می‌شود، طول لوله تعبیه شده به‌مراتب بیشتر از قطر آن است. لذا این احتمال وجود دارد که لوله از فرم و حالت خود حین ذوب‌ریزی خارج گردد. همچنین حوادثی نظیر عدم ذوب‌به‌موقع دربرخورد با مذاب یا ذوب موضعی ممکن است رخ دهند. در این رابطه رعایت موارد ذیل الزامی می‌باشد :

الف – جهت‌اطمینان‌ازذوب‌لوله توسط حرارت مذاب درون محفظه قالب، ضخامت قطعه در برگیرنده لوله بایستی ۳/۵ – ۳ برابر ضخامت لوله باشد.

ب – جهت ذوب کامل بهتر است :

– ضخامت قطعه پیرامون لوله افزایش یابد.

– ضخامت لوله کاهش یابد.

م– منظور از ذوب شدن کامل لوله، یکپارچگی ضخامت لوله با مذاب می‌باشد. در هر صورت مذاب نباید در اثر ذوب (سوراخ) موضعی جدارلوله بداخل لوله نفوذ کند. چون هدف از تعبیه‌لوله، ایجاد مسیری برای سیال یا هوابه‌داخل قطعه می‌باشد.

www.iran-mavad.com
ایران مواد

– لوله از پیش، گرم شود.

– سطح لوله تمیز نگهداشته شود.

– آب قلع روی لوله داده شود (همانند چپلتها).

– درجه حرارت ریختن افزایش داده شود.

– روی لوله دنده‌کاری شود.

۱۴ – ۳ مبردها (Chiller)

مبردهاجهت‌کنترل‌سرد شدن قطعه به‌کار برده می‌شوند و وسیله موثری جهت ایجاد انجماد جهت‌دار می‌باشند. لیکن عموما" بر این اعتقاد می‌باشند که از به‌کار بردن مبرد برای چدنها خودداری شود.

قابلیت‌خنک‌کنندگی‌مواد مختلف مبرداز هدایت گرمایی‌آنها قابل برآورد می‌باشد. جدول۱۵– ۳ معیاری از هدایت گرمایی‌مواد گوناگونی‌را به دست می‌دهد. در این جدول زمان‌انجماد کامل کره فولادی به قطر ۱۵۰ میلیمتر که در قالبهایی از مواد مختلف ریخته شده است، دیده می‌شود.

جدول ۱۶ – ۳ رابطه بین ضخامت ریختگی‌فولادی وضخامت مبرد یا قطر (Chill Bar) را نشان میدهد.

شکل ۱۵–۳ قدرت خنک‌کنندگی مواد مختلف

جنس قالب	زمان‌انجمادکره فولادی به‌قطر ۱۵۰میلیمتر(دقیقه)	زمان‌انجماد نسبی		ضخامت‌نسبی‌لایه‌منجمد شده‌مربوطه‌درزمان‌مشابه	
		مبرد فولادی بعنوان‌استاندارد	ماسه‌سیلیسی بعنوان‌استاندارد	مبرد فولادی به عنوان‌استاندارد	ماسه‌سیلیسی‌به عنوان‌استاندارد
مس	۴/۲	۰/۹۸	۰/۲۴۸	۰/۰۱	۲/۰۲
فولاد	۴/۳	۱/۰۰	۰/۲۵	۱/۰۰	۲/۰۰
گرافیت	۵/۱	۱/۱۹	۰/۳۰	۰/۹۲	۱/۸۴
سیلیکوکاربید	۱۰/۴	۲/۴۲	۰/۶۱	۰/۶۴	۱/۲۸
ماسه‌زیرکونی	۱۳/۸	۳/۲۲	۰/۸۲	۰/۵۶	۱/۱۲
ماسه‌سیلیسی	۱۷/۰	۳/۹۵	۱/۰۰	۰/۵۰	۱/۰۰

جدول ۱۶ــ۳ ضخامت صفحه‌مبرد وقطر میله‌مبرد برای قطعات‌فولادی برحسب ضخامت قطعه

مبرد به شکل صفحه	ضخامت قطعه‌ریختگی (میلیمتر)	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۵۰		
	ضخامت‌صفحه مبرد (میلیمتر)	۱۰	۱۴	۱۸	۲۰	۲۳	۲۵	۲۸		
مبرد به شکل میله	ضخامت‌قطعه‌ریختگی (میلیمتر)	۶	۸	۱۰	۱۲	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰
	قطرمیله‌مبرد (میلیمتر)	۴	۷	۱۰	۱۲	۱۵	۱۸	۲۱	۲۳	۲۵	۲۶

به هر حال نکات مهم در مورد استفاده از مبردها را می‌توان به شرح ذیل خلاصه نمود:

الف ــ مبردهای زنگ زده می‌توانند عامل جوشش مذاب باشند. جهت اجتناب از جوشش، سطح مبردها را باید تمیز نگهداشت یا لایه نازکی از روغن تخم کتان روی آن کشیده و یا از روغن سوخته استفاده کرد.

ب ــ در قالب با ماسه تر چون سطح مبرد از طریق قالب رطوبت جذب می‌نماید، بهتر است به مجرد تکمیل قالب نسبت به ذوب‌ریزی اقدام شود.

پ ــ از مصرف مبردهایی‌که‌دارای ترک مویی درسطح می‌باشند باید خودداری شود. اگرضخامت مبرد خیلی کم باشد، اثر تبرید کافی نخواهد بود و درصورتی که مبرد خیلی ضخیم در نظر گرفته شود، ساختمان قطعه به صورت موضعی سخت و خشن خواهد شد. از اینجا نتیجه می‌شود که ضخامت مبرد بهتر است کوچکتر از ۲/۳ و یــا ۱/۲ ضخــامت قطعه ریختگی باشد.

۱۵ ــ ۳ تمرینهایی از طراحی

(تمرین ۱):

طراحی‌چرخ‌طیاربه‌قطر۵۵۶میلیمتروارتفاع ۱۶۰ میلیمتر (جنس چدن۲۵ FC) که در شکل ۶۷ ــ ۳ نشان داده شده است:

محاسبات نشان می‌دهند که وزن قطعه ۱۷۵ کیلوگرم می‌باشد.

مطابق شکل ۱۰۰mm = ماکزیمم ضخامت قطعه

جهت محاسبه زمان ریختن با استفاده از فرمول $T = S\sqrt{W}$ برای ۳، ۲ و ۱/۵ = S

نتیجه می‌شود:

T= ۲۰ و ۲۶ و ۳۵ Sec

حال با انتخاب T = ۲۰Sec اندازه‌راهگاه‌بارریز، راهگاه اصلی، راهگاه فرعی، تغذیه، گلوگاه وسایر اجزای قالب را مشخص می‌نماییم.

۱) مجموع سطوح مقاطع راهگاههای فرعی

نسبت راهگاهی ۰/۸ : ۰/۹ : ۱ در نظر می‌گیریم.

با استفاده از فرمول $a = \frac{W}{v.d.T}$ (سرعت جریان = v و دانسیته چدن = d)

و در صورتی که با توجه به شرایط قالب v = ۹۰ cm/s تخمین زده‌شود خواهیم داشت:

$$a = \frac{۱۷۵}{۹۰ \times ۰/۰۰۷۲ \times ۲۰} = ۱۳/۵ \ cm^2$$

در صورتی‌که‌ازچراهگاه فرعی استفاده شود، سطح مقطع هر یک از راهگاههای فرعی برابر $۲/۲۵ \ cm^2$ خواهد بود.

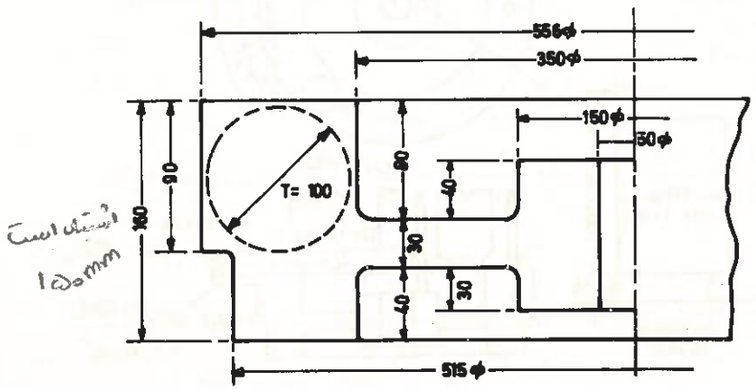
۲) از روی نسبت راهگاهی، اندازه‌های‌نشان‌داده‌شده‌درشکل ۶۸ ــ ۳ نتیجه می‌شوند.

۳) هنگامی که در راهگاه اصلی گلوگاه تعبیه می‌گردد:

الف ــ با انتخاب سطح مقطع گلوگاه برابر ۱/۳ سطح مقطع راهگاه اصلی نتیجه می‌گردد:

سطح مقطع گلوگاه = $۵/۵ cm^2$

ب ــ ابعاد گلوگاه $۴ \times ۱/۵ \ cm^2$



شکل ۶۷ ــ ۳

www.iran-mavad.com
ایران مواد

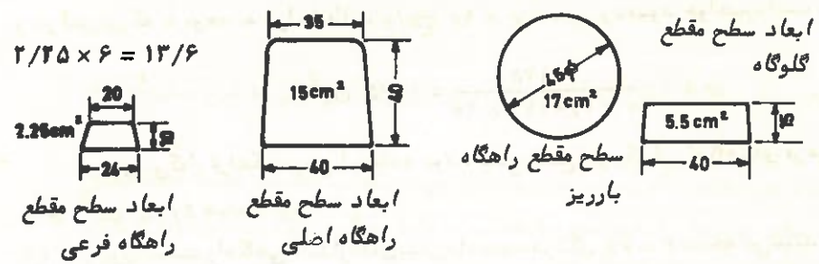
پ ــ طول ناحیه گلوگاه cm ۶ ــ ۴ (۱/۵ ــ ۱ برابر پهنای راهگاه اصلی)

۴) دو عدد سرریز به قطر ۲۰ میلی‌متر در دو قسمت ، نافی و خود چرخ ، در مقابل جریان ورودی از راهگاه فرعی نصب می‌شوند .

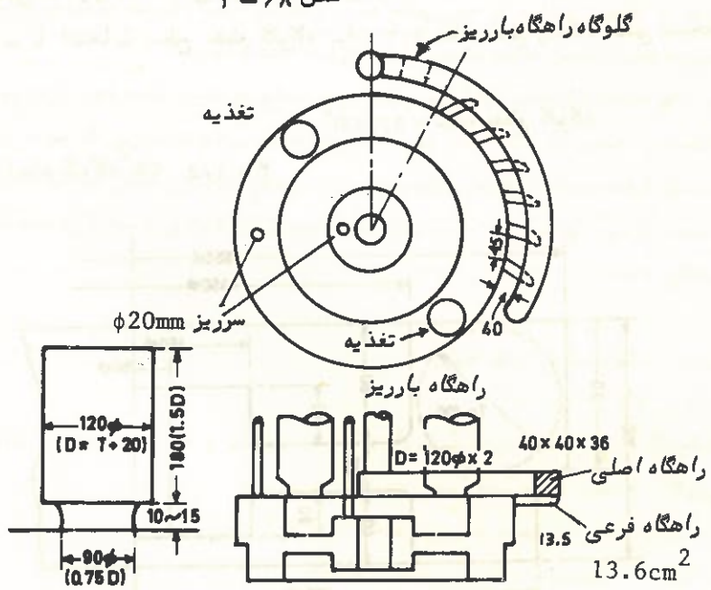
۵) تغذیه گذاری

برای چدن FC ۲۵ و ضخامت قطعه $T = ۱۰۰$ mm ، قطر تغذیه $D\phi = T + ۲۰$

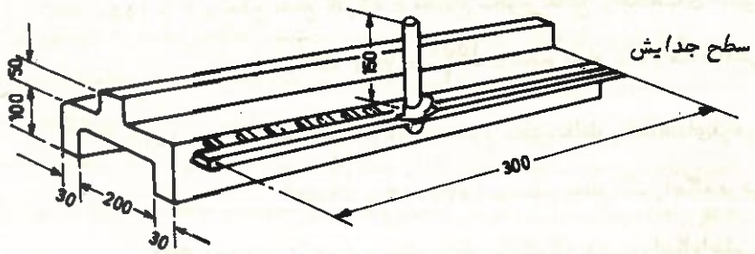
براساس جدول مربوط به شکل ۶۵ ــ ۳ انتخاب می‌شود . اندازه تغذیه در شکل ۶۹ ــ ۳ نشان داده شده است . با در نظر گرفتن فاصله تغذیه ، حداقل دو تغذیه مورد نیاز می‌باشند



شکل ۶۸ ــ ۳



شکل ۶۹ ــ ۳



شکل ۷۰ ــ ۳

(تمرین ۲) :

برای قطعه چدنی شکل ۷۰ ــ ۳ فرض می‌شود :

(۱) دو راهگاه اصلی (گلوگاه دار) تعبیه گردد .

(۲) از ۱۴ راهگاه فرعی استفاده شود .

(۳) ارتفاع تای بالایی ۱۵۰ میلیمتر باشد .

(۴) وزن قطعه ۹۷ کیلوگرم باشد .

(۵) ضخامت قطعه ۳۰ میلیمتر در نظر گرفته شود .

(۶) زمان باززیزی ۳۲ ثانیه باشد .

(۷) نسبت راهگاهی ۲ : ۳ : ۱ به‌کار رود .

نتیجه می‌شود :

$$\text{ارتفاع موثر راهگاه باززیز (Spure)} = H - \frac{P^2}{2C} = ۱۵۰ - \frac{۵۰^۲}{۲\times۱۵۰} = ۱۴۲ \text{ mm}$$

(با شکل ۱۹ ــ ۳ مقایسه شود) .

$$\text{سطح مقطع گلوگاه} = \frac{\text{وزن قطعه}}{\text{زمان باززیزی}} \times \frac{\text{ثابت}}{\sqrt{ESH}} \times ۷/۱۶۰ = \frac{۹۷}{۳۲} \times \frac{۰/۲۸۶}{\sqrt{۱۴۲}} \times ۷/۱۶$$

$$\text{سطح مقطع گلوگاه} = ۵۱۷ \text{ mm}^2$$

$$\text{سطح مقطع راهگاه باززیر} = \text{سطح مقطع گلوگاه} \times (۲ - ۱/۵) = ۵۱۷ (۲ - ۱/۵)$$

$$= ۷۷۶ - ۱۰۳۴ \text{ mm}^2$$

$$\text{قطر راهگاه باززیز} = ۳۱/۴ - ۳۶/۲ \text{ mm}$$

www.iran-mavad.com
ایران مواد

سطح مقطع گلوگاه = مجموع سطوح مقاطع راهگاههای اصلی × ۳ = ۱۵۵۰ mm^2

سطح مقطع یک راهگاه اصلی = $\frac{۱۵۵۰}{۲}$ = ۷۷۵ mm^2

سطح مقطع یک راهگاه فرعی = مجموع سطوح مقاطع راهگاههای فرعی × ۲ = ۱۰۳۴ mm^2

سطح مقطع یک گلوگاه (درهرراهگاه اصلی) = ۱۰۳۴ : ۱۴ = ۷۴ mm^2

قطر راهگاه بارریز D = ۳۱/۶mm ∴ سطح مقطع راهگاه بارریز = $\frac{\pi D^2}{۴}$ = ۷۷۶mm

قطرراهگاه بارریز D = ۳۶/۲ mm ∴ سطح مقطع راهگاه بارریز = $\frac{\pi D^2}{۴}$ = ۱۰۶۴ mm^2

لذا قطر محاسبه شده برای راهگاه بارریز در دامنه ۳۶/۲ — ۳۱/۶ میلی‌متر قرار دارد. در صورتیکه مقطع راهگاه اصلی را مربع فرض نماییم نتیجه می‌شود:

ابعاد مقطع راهگاه اصلی = $\sqrt{۷۷۵}$ = ۲۸ mm

و با توجه به سطح مقطع راهگاه‌فرعی برابر ۷۴ میلیمتر مربع، در صورتیکه ضخامت راهگاه فرعی ۱/۴ ضخامت راهگاه اصلی منظور شود نتیجه می‌شود:

ضخامت راهگاه فرعی = ۲۸ : ۴ = ۷mm

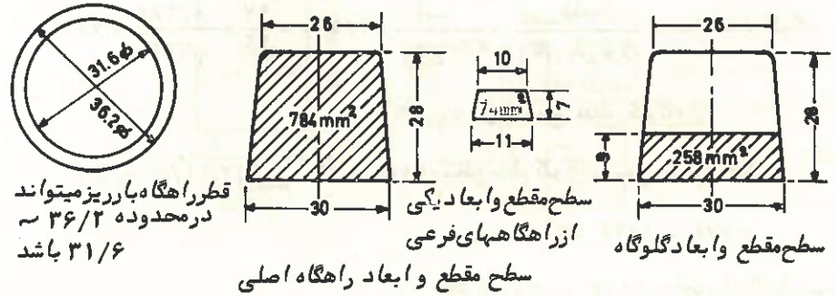
پهنای راهگاه فرعی = ۷۴ : ۷ = ۱۰/۵mm

سطح مقطع گلوگاه = ۲۵۸ mm^2

چنانچه گلوگاه هم‌عرض راهگاه اصلی انتخاب شود، خواهیم داشت:

ضخامت گلوگاه = ۲۵۸ : ۲۸ = ۹ mm

شکل ۷۱ — ۳ ابعاد محاسبه شده را نشان می‌دهد:



سطح مقطع و ابعاد راهگاه اصلی

شکل ۷۱ — ۳

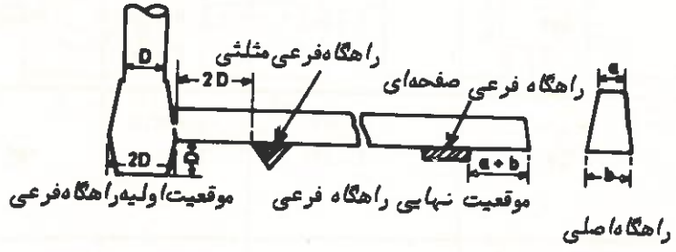
(تمرین ۳) — محاسبه اندازه سیستم راهگاهی

همانطوری که قبلا" توضیح داده شد، سیستم راهگاهی باید به طریقی طراحی شود که مذاب بدون هیچ مانعی به داخل قالب جریان پیدا کند، از مخلوط شدن سرباره با مذاب جلوگیری شود، شیب حرارتی انجماد قطعه یکنواخت باشد و تغذیه خوب عمل کند. تامین تمام این خواسته‌ها به‌طور کامل مشکل می‌باشد، اما معمولا" با انتخاب مناسب سطح مقطع راهگاههای باریز، فرعی واصلی وهمچنین جهت و موقعیت راهگاه فرعی، دستیابی به‌این اهداف امکان دارد.

نمونه‌هایی از اندازه وشکل سطح مقطع راهگاه فرعی و راهگاه اصلی برحسب اندازه راهگاه باریز و با استفاده از شکل ۷۲ — ۳ در جدول ۱۷ — ۳ آمده است.

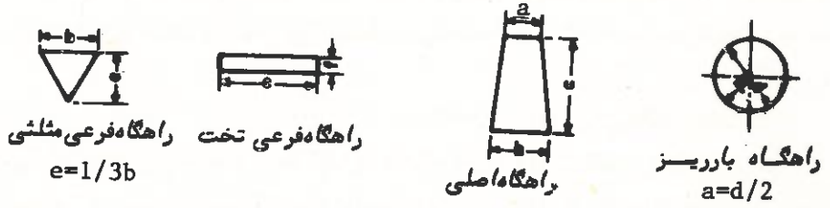
طریقه دیگر دستیابی به اهداف ذکر شده، افزایش ارتفاع راهگاه اصلی و ریختن مذاب تمیز از قسمت پایین محفظه قالب با فشار می‌باشد. در نتیجه راهگاه اصلی باید در درجه رویی تعبیه گردد و راهگاه فرعی می‌تواند مثلثی یا تخت باشد.

البته باید توجه داشت که توضیحات بالا فقط یک نمونه محاسبه از روی فرم یا نمودار می‌باشد.



شکل ۷۲ — ۳

جدول ۱۷—۳



www.iran-mavad.com
ایران مواد

a:b:c=1:1.7:2.7

شعاع راهگاه باریز a

قاعده راهگاه اصلی b

ارتفاع راهگاه با اصلی c

سطح مقطع راهگاه باریز $c \times f = \frac{1}{2} \times$

قطر راهگاه باریز (میلیمتر)	سطح مقطع راهگاه اصلی (میلیمتر)	سطح مقطع راهگاه فرعی (بتعداد راهگاه فرعی بطور مساوی تقسیم خواهد شد)	
		راهگاه فرعی صفحه‌ای	راهگاه فرعی مثلثی (میلیمتر)
۲۰φ	a =۱۰ b =۱۷ c =۲۷	c =۲۷ f = ۶	b =۱۷ e =۲۳
۲۵φ	a =۱۲/۵ b =۲۱ c =۳۴	c =۳۴ f = ۸	b =۲۱ e =۲۸
۳۰φ	a =۱۵ b =۲۵ c =۴۰	c =۴۰ f =۱۰	b =۲۵ e =۳۳
۳۵φ	a =۱۷/۵ b =۳۰ c =۴۷	c =۴۷ f =۱۲	b =۳۰ e =۴۰
۴۰φ	a =۲۰ b =۳۴ c =۵۴	c =۵۴ f =۱۴	b =۳۴ e =۴۴

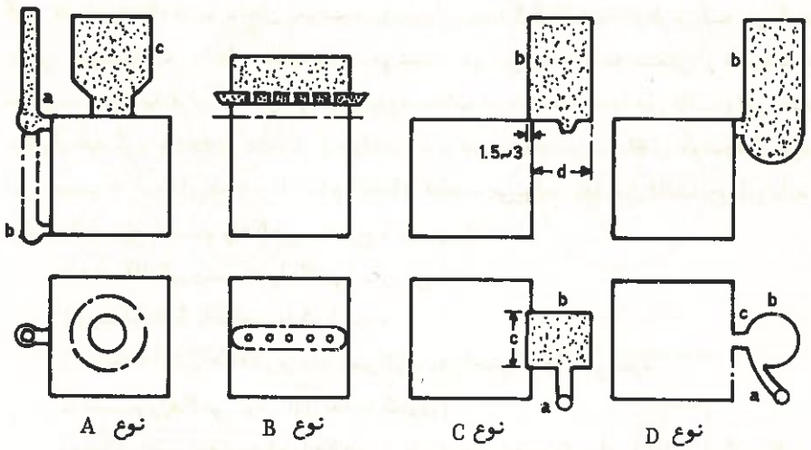
۴ ـ اشکال و ابعاد اصلی قطعات ریختگی و طراحی ریختگی آنها

۴ ـ ۱ قطعات سنگین

عمده‌ترین عیب ریخته‌گری که در قطعات سنگین ایجاد می‌گردد، حفره انقباضی است. بنابراین روش ریخته‌گری آنها با تاکید بر جلوگیری از ایجاد این عیب انتخاب می‌شود.

۴ ـ ۱ ـ ۱ انواع سیستم راهگاهی مناسب برای قطعات سنگین

جهت جلوگیری از ایجاد حفره‌های انقباضی سیستم‌های راهگاهی نشان داده شده در شکل ۱ ـ ۴ مناسب می‌باشند.



شکل ۱ ـ ۴ ـ سیستم راهگاهی قطعات سنگین

ـ سیستم راهگاهی نوع A

ابتدا مذاب از راهگاه باریز a یا b ریخته‌شده وزمانی‌که قسمت اعظم قالب پرشد، برای بهتر موءثر واقع شدن تغذیه، مذاب با درجه حرارت بالا از راهگاه c ریخته می‌شود. در این نوع سیستم راهگاهی بهره مذاب خوب نبوده و بنابراین برای افزایش بهره مذاب وهمچنین جلوگیری از ایجاد حفره‌های انقباضی، بوشهای اگزوترمیک در تغذیه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

ـ سیستم راهگاهی نوع B

مذاب از طریق راهگاههای فرعی کوچک که در بالا نصب شده‌اند وارد قالب شده و جهت انجماد به طرف بالا می‌باشد. این نوع انجماد جهت‌دار ایده‌آل است. در حالتی

www.iran-mavad.com
ایران مواد

که سطح تخت بالا وسیع باشد، به علت حفره‌های انقباضی خارجی، معمولا" این سطح را به‌طرف‌بالا افزایش می‌دهند (padding) . عیوب این نوع سیستم راهگاهی عبارتند از:

(۱)ـ زمانی‌که‌قالب‌به اندازه کافی استحکام نداشته باشد، امکان شکم دادن سطح بالای قالب به‌طرف پایین وجود دارد.

(۲)ـ به‌علت‌نیازبه عملیات تکمیلی زیاد، زمان ماشین‌کاری آن طولانی می‌باشد.

ـ سیستم راهگاهی نوع C

این نوع سیستم راهگاهی که شبیه راهگاه لبه‌ای می‌باشد، نوع تماسی نیز خوانده می‌شود. تفاوت بین دو نوع راهگاه لبه‌ای و Connor قبلا" توضیح داده شد. مذاب گرم که از راهگاه a به داخل حوضچه b جریان پیدا کرده است، ازطریق لبه باریک در پایین حوضچه به داخل قالب وارد می‌شود. در این زمان ماسه قسمتی از قالب که در مجاورت حوضچه قرار گرفته و در مسیر ورود مذاب از حوضچه به داخل قالب واقع شده، بیش از حد گرم (Over heat) خواهد شد و در نتیجه مذاب داخل حوضچه از طریق این قسمت (لبه باریک)، تا اتمام انجماد قطعه، می‌تواند به‌درون قالب جریان یابد.

مزایای این نوع سیستم راهگاهی به شرح ذیل می‌باشند:

(۱)ـ قالبگیری‌سیستم‌راهگاهی‌آسان می‌باشد.

(۲)ـ اختلاط ناخالصیها کم است.

(۳)ـ جدایش‌راهگاه‌در مرحله تمیزکاری به راحتی انجام می‌گیرد.

ـ سیستم راهگاهی نوع D(تغذیه کناری)

اخیرا" این نوع سیستم‌راهگاهی (مانند نوع تماسی) برای قطعات سنگین کاربرد وسیع یافته است. در این سیستم ماسه نزدیک قسمت اتصال حوضچه به قالب بیش از حد گرم (Over heat) خواهد شد و در نهایت مذاب می‌تواند تا انتهای انجماد قطعه به‌طور مداوم به داخل قالب تغذیه شود: یک نوع شناخته شده از این گروه، راهگاه نوع (Shrink bob) می‌باشد.

۲ ـ ۱ ـ ۴ نمونه‌های عملی از کاربرد سیستمهای راهگاهی ذکر شده

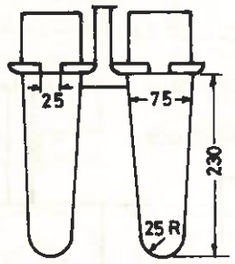
ـ نمونه عملی نوع A(شکل ۲ ـ ۴):

در این‌مثال، ماهیچه‌نازکی‌درقسمت‌بالاهمراه‌باتغذیه‌ازنوع (Knock - off) مورداستفاده‌قرارگرفته است. استفاده از این ماهیچه سبب جدایش‌آسان تغذیه می‌گردد.

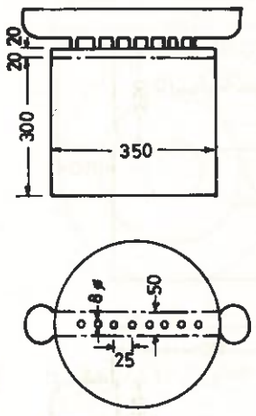
ـ نمونه عملی نوع B (شکل ۳ ـ ۴):

به علت وسیع بودن سطح بالای قالب، چنانچه سرعت ذوب‌ریزی کم باشد، امکان

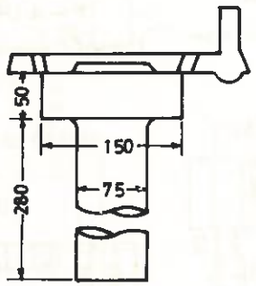
ریزش یا شکم دادن سطح بالا وجود دارد. عیب دیگر این سیستم راهگاهی، هزینه زیاد ماشین‌کاری می‌باشد. همانطورکه‌در شکل (۴ ـ ۴) نشان داده شده است، مذاب از طریق راهگاه فرعی رینگی که در پیرامون قسمت بالای قالب تعبیه شده، به درون قالب وارد می‌شود. راهگاه اصلی ضخیم به‌کار رفته، تاثیر تغذیه را افزایش می‌دهد.



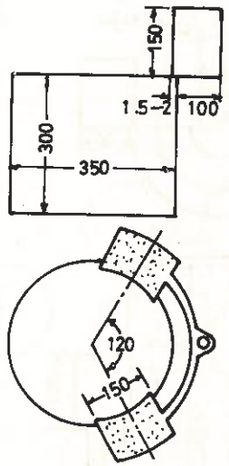
شکل ۲ ـ ۴
نمونه‌عملی نوع A



شکل ۳ ـ ۴
نمونه‌عملی (۱) نوع B



شکل ۴ ـ ۴
نمونه‌عملی (۲)نوع B

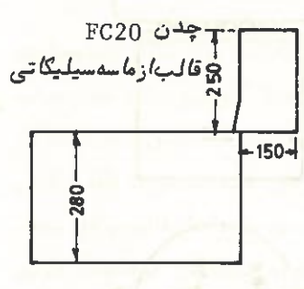


شکل ۵ ـ ۴
نمونه عملی (۱) نوع C

www.iran-mavad.com
ایران مواد

ـ نمونه عملی نوع C :

اشکال ۵ ـ۴و۶ ـ ۴و۷ـ۴نمونه‌هایی‌ازکاربردسیستم راهگاهی نوعC را برای قطعات بزرگ ومتوسط نشان می‌دهند . در شکلهای ۸ ـ ۴ تا ۱۵ ـ ۴ نمونه‌های موفقیت‌آمیز کاربرد سیستم راهگاهی نوع C برای‌قطعات‌مختلف به نمایش گذاشته شده است . به‌علاوه‌شکلهای ۱۶ ـ ۴ تا ۱۸ ـ ۴ کاربرد این نوع سیستم راهگاهی‌رابرای قطعات کوچک نشان‌می‌دهند .

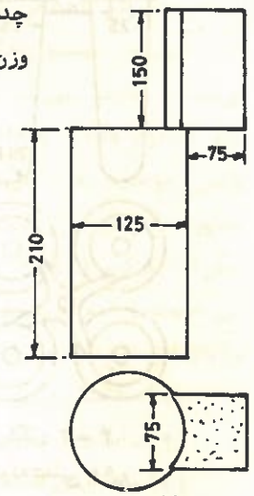


شکل ۶ ـ ۴

نمونه‌عملی(۲) ازنوع C

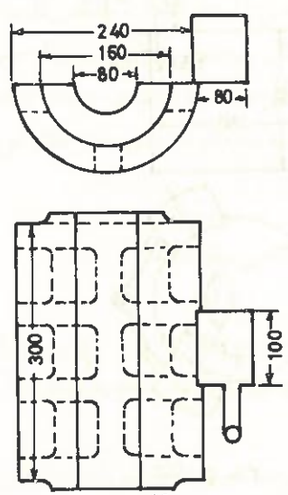
شکل ۷ ـ ۴

نمونه عملی (۳) ازنوع C



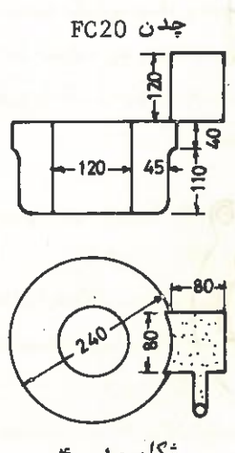
شکل ۸ ـ ۴

نمونه عملی (۴) نوع C



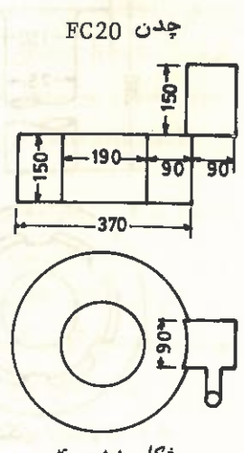
شکل ۹ ـ ۴

نمونه‌عملی(۵) ازنوع C



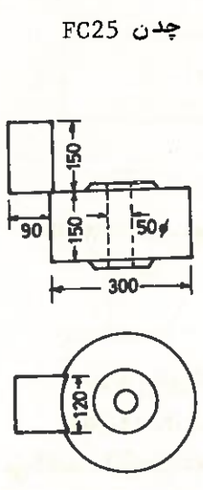
شکل ۱۰ ـ ۴

نمونه‌عملی (۶) نوع C



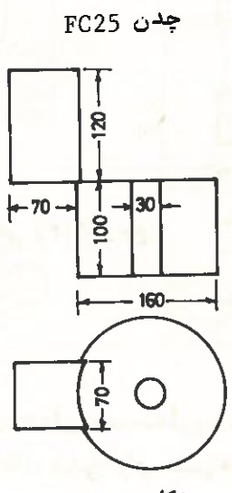
شکل ۱۱ ـ ۴

نمونه‌عملی (۷) ازنوع C



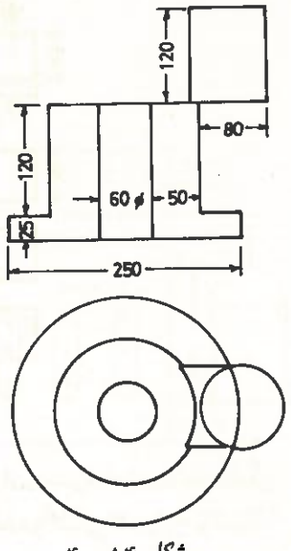
شکل ۱۲ ـ ۴

نمونه عملی (۸) ازنوع C



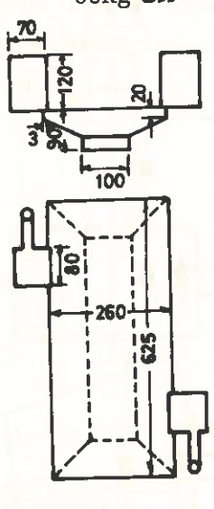
شکل ۱۳ ـ ۴

نمونه عملی (۹) ازنوع C



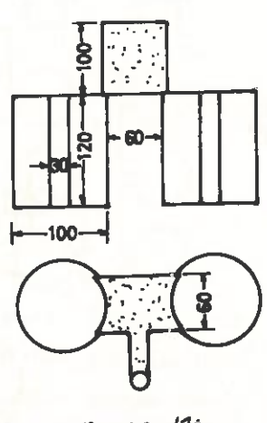
شکل ۱۴ ـ ۴

نمونه عملی (۱۰) ازنوع C



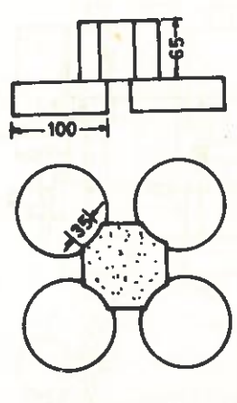
شکل ۱۵ ـ ۴

نمونه عملی (۱۱) ازنوع C



شکل ۱۶ ـ ۴

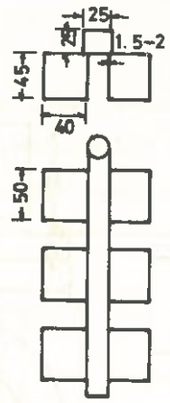
نمونه عملی (۱۲) ازنوع C



شکل ۱۷ ـ ۴

نمونه‌عملی (۱۳) ازنوع C

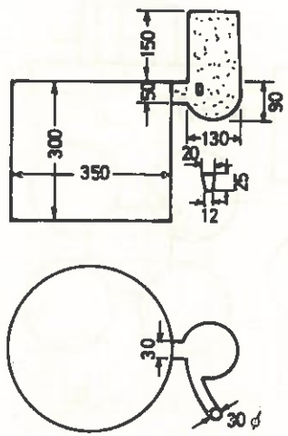
www.iran-mavad.com
ایران مواد



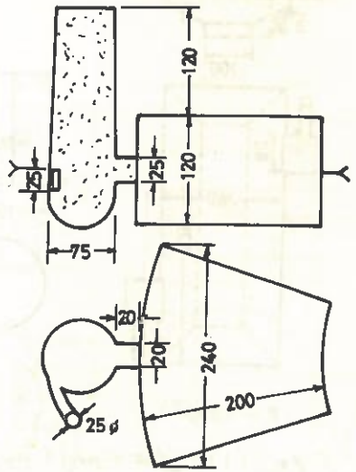
شکل ۱۸ ــ ۴ ــ نمونه‌عملی (۱۴) ازنوع C

ــ نمونه عملی نوع D :

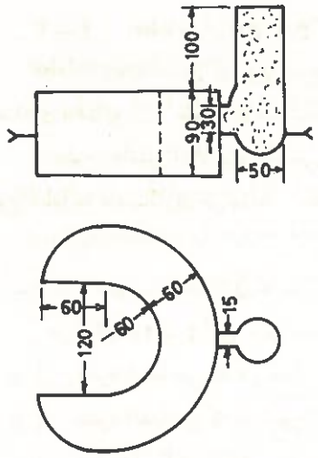
اشکال ۱۹ــ۴، ۳ــ۴، و۵ــ۴ نشان‌دهنده سه‌طرح مختلف برای ریختن قطعه‌ای با ابعاد یکسان می‌باشند. این نمونه‌ها راهنمای خوبی برای تعیین قطر تغذیه و اندازه گلوی آن برحسب ابعاد قطعه هستند. زمانی که سیستم راهگاهی نوع D به‌کار برده می‌شود، بهره مذاب افزایش می‌یابد. به کمک نمونه‌های اشکال ۲۰ ــ ۴ تا ۲۳ ــ ۴ ضخامت قطعات یا اندازه تغذیه مناسب باید تخمین زده شود. در ریخته‌گری قطعات کوچک، در موارد بسیاری از طریق افزایش ارتفاع راهگاه اصلی و فعال نمودن تغذیه‌ها، محصولی عاری از حفره‌های انقباضی به‌دست آمده‌است. شکلهای ۲۴ ــ ۴ و ۲۵ ــ ۴ نمونه‌هایی از این موارد را نشان می‌دهند.



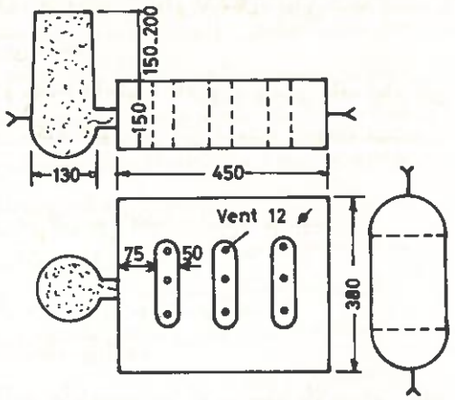
شکل ۱۹ ــ ۴ ــ نمونه‌عملی (۱) نوع D



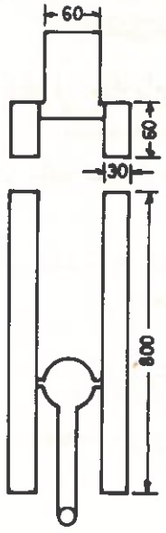
شکل ۲۰ ــ ۴ ــ نمونه عملی (۲) ازنوع D



شکل ۲۱ ــ ۴ ــ نمونه‌عملی (۳) ازنوع D

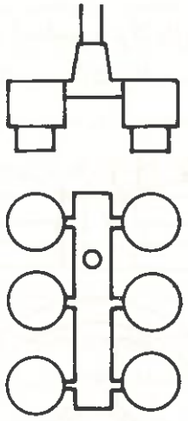


شکل ۲۲ ــ ۴ ــ نمونه عملی (۴) ازنوع D



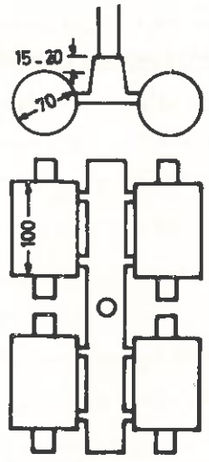
شکل ۲۳ ــ ۴

نمونه‌عملی (۵) نوع D



نمونه ۱ : (نوع D) درمواردی که با افزایش ارتفاع راهگاه اصلی از ایجاد حفره‌های انقباضی جلوگیری میشود

شکل ۲۴ــ۴



نمونه ۲ : (نوع D) در مواردی که با افزایش ارتفاع راهگاه اصلی از ایجاد حفره های انقباضی جلوگیری میشود

شکل ۲۵ــ۴

www.iran-mavad.com
ایران مواد

۲ – ۴ قطعات از نوع چرخ

قطعات ریختگـــی از نوع چرخ شامل: چرخ‌دنده، پولی V شکل، پولی تسمه تخت یا بشکه‌ای، فلایویل و غلطک لاستیک‌سازی می‌باشند.

سطوح جانبی، بالایی و پایینی رام و سطوح داخلی، بالایی و پایینی ناف تمام این نوع قطعات ماشینکاری می‌شوند، بنابراین وجود عیوب در این قسمتها پذیرفته نیست.

۱ – ۲ – ۴ عیوب ریخته‌گری که به راحتی در این نوع قطعات ایجاد می‌شوند:

در شکل ۲۶ – ۴ این عیوب نشان داده شده‌اند.

(a) حفره انقباضی که در محل اتصال ناف و بازو بوجود می‌آید.

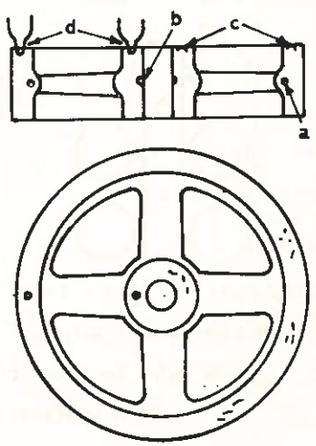
(b) حفره انقباضی که در سوراخ ناف ایجاد می‌گردد.

(c) حفره‌های گازی یا هوایی حاوی ناخالصی‌ها یا بدون آنها که در سطح بالای رام، ناف و بازو مشاهده می‌شود.

(d) حفره‌های انقباضی که در زیر سرریز (یا هواکش) تعبیه شده روی رام یا ناف تشکیل می‌گردد.

(e) ترک رام وغیره.

نسبت به ایجاد حفره‌های انقباضی و ترک بازو ناشی از غیریکنواختی ضخامت (رام و ناف نسبتا" ضخیم همراه بابازوی نازک)باید مراقبت ویژه مبذول داشت. برای این



شکل ۲۶ – ۴ – عیوب ریخته‌گری که در قطعات از نوع چرخ ایجاد می‌شود.

منظور و جلوگیری از عیوب مذکور موارد ذیل پیشنهاد می‌گردد:

الف – زمانی که کربن وسیلیس بالا بوده یا مذاب اکسید شده به داخل قالب ریخته شود، حفره‌های انقباضی (a) به آسانی در محل اتصال بازو و رام ایجاد می‌گردند. بنابراین نسبت به کیفیت قراضه وشارژ توجه زیادی باید مبذول شود.

ب – هنگامی که ناف ضخیم باشد، حفره‌های انقباضی (b) به سهولت در سوراخ ناف بوجود می‌آیند. برای جلوگیری از تشکیل این حفره‌ها، طرق ذیل پیشنهاد می‌شوند:

– ذوب‌ریزی از داخل ناف (راهگاه روی ناف تعبیه گردد)

– نصب تغذیه بزرگ روی ناف

– افزایش درجه حرارت ذوب

– استفاده از بوش چدنی به‌جای ماهیچه در داخل ناف

– استفاده از مبرد

پ – حفره‌های گازی یا هوایی (c) حاوی ناخالصی‌ها یا بدون آنها، اصولا" در اثر شسته شدن ماسه قالب یا راهگاه توسط مذاب بوجود می‌آیند. بنابراین برای جلوگیری از بروز آنها باید سیستم راهگاهی، عملیات ذوب‌ریزی، درجه حرارت ذوب، و اکسیده شدن مذاب را کنترل و اصلاح کرد.

ت – حفره گازی یا انقباضی نوع (d) به علت نامناسب بودن شکل واندازه سرریز یا تغذیه نشدن کافی آن از مذاب گرم، تشکیل می‌گردد.

۲ – ۲ – ۴ انواع سیستم راهگاهی مناسب برای قطعات از نوع چرخ

اصولا" ۶ نوع سیستم راهگاهی برای قطعات از نوع چرخ به‌کار می‌روند که در شکل ۲۷ – ۴ نشان داده شده‌اند.

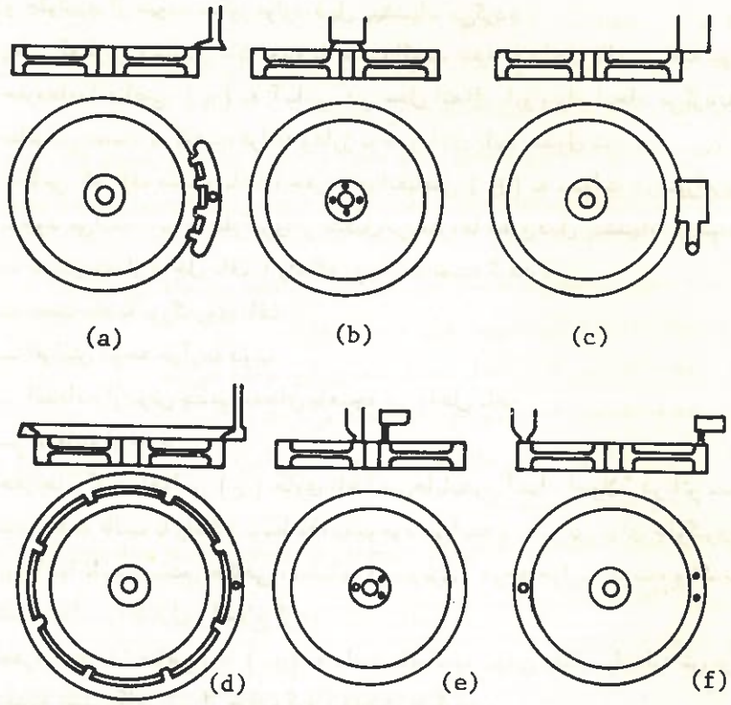
– نوع A : شکل (a) ۲۷ – ۴

مذاب با درجه حرارت نسبتا" زیاد از طریق راهگاه اصلی طویل و توسط چندین راهگاه فرعی لب‌به لب وارد قالب می‌گردد. این نوع سیستم راهگاهی برای چرخ‌دنده‌های کوچک مناسب بوده، ولی به‌هرحال روش چندان قابل اعتمادی نمی‌باشد.

– نوع B : شکل (b) ۲۷ – ۴

در این سیستم مذاب از طریق سوراخهای کوچک ماهیچه صافی که روی ناف تعبیه شده، وارد قالب می‌شود، بدین‌صورت که ابتدا مذاب در پایین ناف جمع شده و به‌تدریج تمام قالب را پر می‌کند. از آنجایی که مذاب به‌طور آرام به داخل قالب جریان می‌یابد، ماسه پایین ناف صدمه‌ای ندیده و مشکل مخلوط شدن ناخالصی‌ها با مذاب وجود ندارد. به‌علاوه اگر ماهیچه صافی نازک باشد، مذاب می‌تواند تا پایان انجماد به داخل ناف ضخیم تغذیه گردد و بنابراین حفره انقباضی بوجود نخواهد آمد.

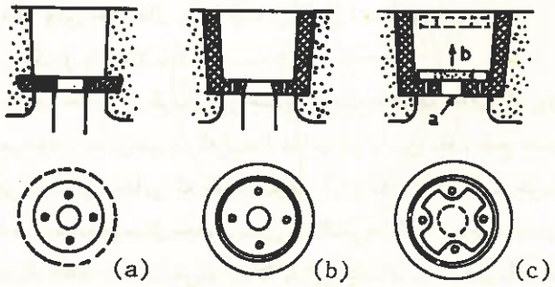
www.iran-mavad.com
ایران مواد



شکل ۲۷ ــ ۴ ــ سیستمهای راهگاهی برای قطعات ازنوع چرخ

سیستم راهگاهی نوع B برای چرخ‌دنده‌های با قطر کوچکتر از ششصد میلیمتر (هر دو روش قالبگیری تر یا خشک) مناسب می‌باشد. شکل ۲۸ ــ ۴ کاربرد ماهیچه صافی را نشان می‌دهد.

شکل (a) ۲۸ ــ ۴ : طرزاستقرار ماهیچه‌صافی بر روی سطح بالایی ناف نشان داده شده است. بر روی این ماهیچه تغذیه قرار گرفته که همزمان وظیفه راهگاه را نیز انجام



شکل ۲۸ ــ ۴

می‌دهد.

شکل (b) ۲۸ ــ ۴ یک‌بوش سوراخدارجایگزین‌ماهیچه‌صافی‌شده‌است. بوش‌زمانی‌که‌از مواد حرارت‌زا (اگزوترمیک) ساخته شود، موءثرتر خواهد بود.

شکل (c) ۲۸ ــ ۴ : هنگامی‌که‌ناف سوراخ نداشته باشد (بدون ماهیچه)، مجرای تغذیه a به ناف در مرکز نصب و بر روی آن ماهیچه تخت bگذاشته می‌شود. به محض تمام شدن عملیات ذوب‌ریزی ماهیچه b تا حد مشخص شده در شکل بالا می‌آید. این مکانیزم‌سبب افزایش اثر تغذیه گشته و ماهیچه شناور به‌عنوان عایق‌روی‌تغذیه‌عمل‌می‌کند.

ــ نوع C : شکل (c) ۲۷ ــ ۴

سیستم راهگاهی تماسی بر روی رام. این روش به‌خصوص‌زمانی که رام ضخیم باشد بازدهی زیادی دارد.

ــ نوع D: شکل (d) ۲۷ ــ ۴

مذاب از طریق راهگاههای فرعی کوچک‌که دورتادور محیط‌رام نصب شده‌اند، وارد قالب‌می‌شود. اگرراهگاه‌اصلی‌طویل‌انتخاب شود، مذاب به‌طور یکنواخت به تمام قسمتهای قالب جریان خواهد یافت. بنابراین گفته می‌شود که این سیستم راهگاهی برای تولید قطعات‌سالم‌مناسب می‌باشد. اما نیاز به درجه قالبگیری بزرگ و در نتیجه زمان قالبگیری طولانی و بهره ریخته‌گری پایین،از معایب این نوع راهگاه هستند.

ــ نوع e : شکل (e) ۲۷ ــ ۴

استفاده‌ازدویاسه راهگاه باررِیزبر روی ناف و تغذیه‌ای بزرگ در طرف مقابل آنها، ازمشخصات سیستم راهگاهی نوع e می‌باشد. کاربرداین روش برای چرخ دنده‌های بزرگ ومتوسط نتیجه خیلی خوبی داشته است، اما باید توجه داشت که درجه حرارت مذاب به اندازه کافی‌بالا باشد.

ــ نوع f : شکل (f) ۲۷ ــ ۴

دو یاسه‌راهگاه کوچک در یک طرف رام و تغذیه‌ای بزرگ درجهت‌مخالف آنها تعبیه می‌شوند. گاهی در زیر تغذیه حفره انقباضی ایجاد می‌گردد.

۳ ــ ۲ ــ ۴ نمونه‌های عملی کاربردسیستمهای راهگاهی قطعات نوع چرخ

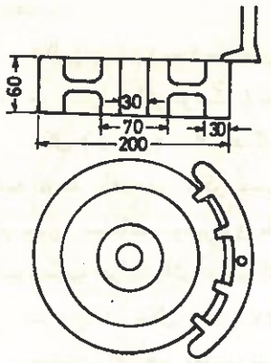
ــ نمونه عملی نوع A (شکل ۲۹ ــ ۴) : برای دستیابی به نتیجه موفقیت‌آمیز در کاربرد این نوع سیستم راهگاهی رعایت نکات ذیل ضروری است :

ــ از مدل چوبی برای راهگاهی اصلی و فرعی استفاده شود.

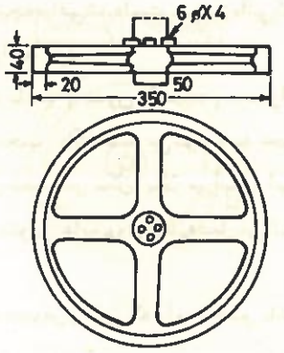
ــ راهگاه اصلی به‌اندازه کافی بزرگ باشد.

ــ ماسه قالبگیری محکم و سخت باشد.

www.iran-mavad.com
ایران مواد



شکل ۲۹ ـ ۴ ـ نمونه‌عملی (۲) نوع A

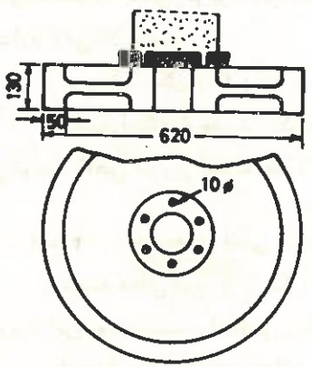


شکل ۳۰ ـ ۴ ـ نمونه عملی (۱) نوع B

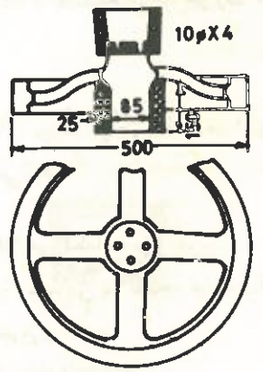
ـ نمونه‌های عملی نوع B (اشکال ۲۹ـ۴، ۳۰ـ۴، ۳۱ـ۴، ۳۲ـ۴، ۳۳ـ۴) : این نوع سیستم راهگاهی (شکل ۳۰ـ۴) برای چرخهای با رام نسبتا" نازک مناسب می‌باشد .

شکل ۳۱ ـ ۴ پولی ریخته‌گری v شکل با رام نسبتا" ضخیم را نشان می‌دهد . چدن‌نزدیک‌به FC20 برای این قطعات مناسب بوده و با استفاده از مبرد در سطح جانبی خارجی ، قطعاتی‌سالم‌باسطح تمام شده خوب می‌توان تهیه کرد . در شکل (۳۲ ـ ۴) ناف ضخیم و بلند می‌باشد ، بنابراین برای موءثر واقع شدن تغذیه تا قسمت داخلی ناف ، بوش از مواد حرارت‌زا در تغذیه و مبرد در سطح جانبی ناف از وسط به پایین به‌کار برده

بوش‌اگزوترمیک



شکل ۳۱ ـ ۴ ـ نمونه‌عملی (۳) نوع B

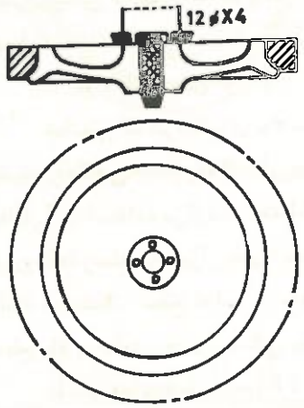


شکل ۳۲ ـ ۴ ـ نمونه عملی (۴) نوع B

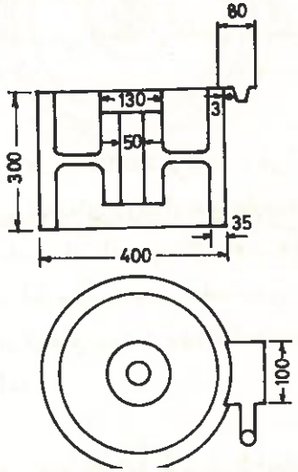
می‌شود . در شکل ۳۳ ـ ۴ سیستم راهگاهی استاندارد برای چرخ با سطح سخت (چیل) و وزن حدود ۴۰ ـ ۳۰ کیلوگرم نشان داده شده است .

ـ نمونه عملی نوع C (اشکال ۳۴ ـ ۴ ، ۳۵ ـ ۴ و ۳۶ ـ ۴) :

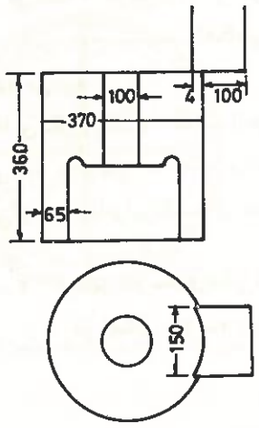
دراشکال‌ذکرشده‌نمونه‌های‌موفقیت‌آمیز سیستم راهگاهی نوع تماسی دیده می‌شوند . در این روش‌لبه باریکی به عرض ۲ تا ۴ میلیمتر در سطح جانبی قالب باید ایجاد شود . بنابراین‌بهتراست‌مدل چوبی راهگاه‌به طریقی ساخته شودکه با مدل قطعه کاملا" هماهنگ باشد . طول لبه باریک را از روی این نمونه می‌توان تخمین زد .



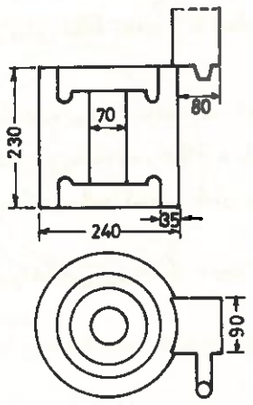
شکل ۳۳ ـ ۴ ـ نمونه عملی (۵) نوع B



شکل ۳۴ ـ ۴ ـ نمونه عملی (۱) نوع C



شکل ۳۶ ـ ۴ ـ نمونه عملی (۱) نوعC



شکل ۳۵ـ۴ـ نمونه‌عملی (۲) نوع C

www.iran-mavad.com
ایران مواد

ـ نمونه‌های عملی نوع D (اشکال ۳۷ـ۴ و ۳۸ـ۴ و ۳۹ـ۴):

دراین شکل نحوه استفاده از سیستم راهگاهی نوع D برای چرخ فلایویل نشان داده شده است. مذاب از طریق چندین راهگاه فرعی کوچک منشعب از راهگاه اصلی (حلقه باریک دور قالب) به‌طور ثابت از بالا به پایین به داخل قالب ریخته می‌شود.

شکل ۳۸ ـ ۴ یک سه‌نظام ریخته‌گری ضخیم را نشان می‌دهد. در این مثال یکی از دو راهگاه بارریز به عنوان سرریز به‌کار برده می‌شود. مذاب به‌طور یکنواخت به داخل قالب جریان می‌یابد. در سطح پایین‌نافو ماهیچه سوراخ، چهار مبرد مورد استفاده قرار می‌گیرند. در شکل ۳۹ ـ ۴ پره نازکی با قطر زیاد به نمایش‌گذاشته شده است. برای بهتر پر شدن قالب از مذاب، تعداد زیادی راهگاه فرعی کوچک از داخل به سطح دایره متصل شده‌اند.

ـ نمونه‌های عملی نوع E

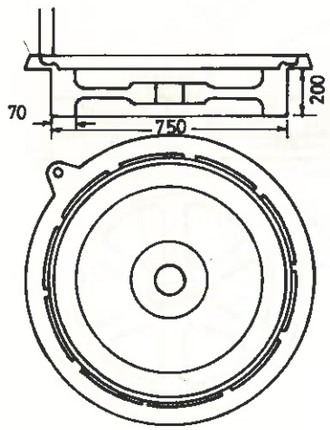
همانطور که درشکلهای ۴۰ ـ ۴، ۴۱ ـ ۴ و ۴۲ ـ ۴ مشاهده می‌گردد، در این نوع سیستم‌راهگاهی از دو راهگاه بارریز گرد روی ناف و تغذیه‌ای بزرگ از نوع بطری در جهت مقابل آن، استفاده می‌گردد. هنگامی که ضخامت ناف زیاد باشد (شکل ۴۲ ـ ۴) انتظار می‌رودکه‌درسطح‌خارجی‌آن‌حفره‌انقباضی‌ایجادشود. اما چنانچه جنس قطعه چدن FC20 باشد، باحفظ سطح مذاب در راهگاه و سرریز در ارتفاع ۲۰۰ ـ ۱۵۰ میلیمتر بالاتر از سطح بالای قطعه، چنین مشکلی بوجود نخواهد آمد.

ـ نمونه‌های عملی نوع F:

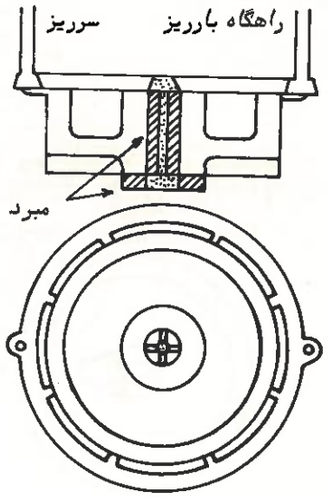
شکل ۴۳ـ۴ نمونه‌ای ازکاربردسیستم راهگاهی نوع F برای فلایویل با ابعاد متوسط را نشان می‌دهد. ذوب‌ریزی از دو راهگاه انجام گرفته و مذاب از سرریز بزرگی تغذیه می‌گردد. این نوع سیستم راهگاهی بطور وسیع در پولی تسمه تخت (با ابعاد کوچک) به‌کار برده می‌شود.

مطابق‌شکل۴۴ ـ ۴، مذاب ازطریق راهگاه نصب شده نزدیک ناف، به داخل قالب جریان‌می‌یابد. جریان مذاب به مراتب آرامتر از حالتی می‌باشد که راهگاه به بازو یا رام متصل می‌گردد، بنابراین احتمال تشکیل عیوب ریخته‌گری حاوی کثافات کمتر می‌باشد.

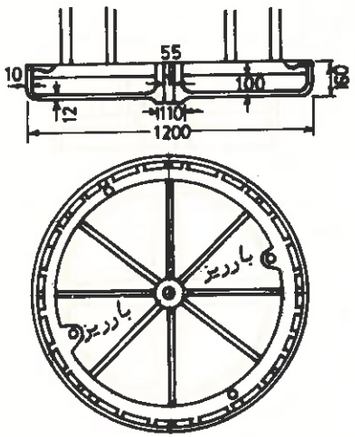
۴ ـ ۲ ـ ۴ سایر نمونه‌های‌عملی‌کاربردسیستمهای راهگاهی فوق‌الذکر جهت راهنمایی در اشکال ۴۵ ـ۴ تا ۵۱ ـ ۴ آمده است.



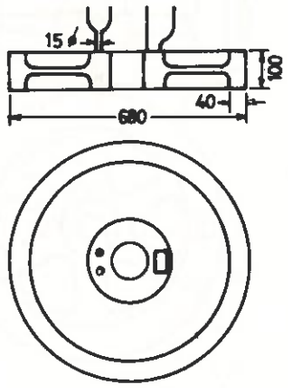
شکل ۳۷ ـ ۴ ـ نمونه عملی (۱) نوع D



شکل ۳۸ ـ ۴ ـ نمونه عملی (۲) نوع D

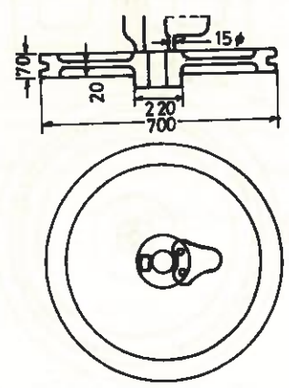


شکل ۳۹ ـ ۴ ـ نمونه‌عملی (۳) نوع D

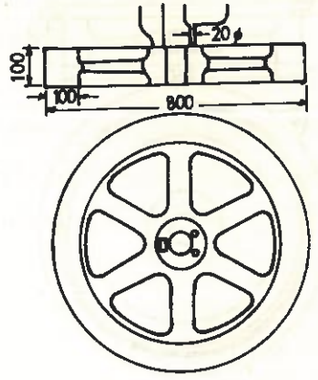


شکل ۴۰ ـ ۳ ـ نمونه عملی (۱) نوع E

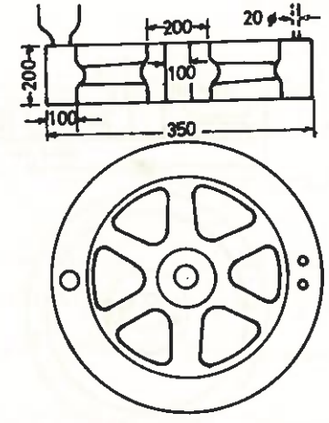
www.iran-mavad.com
ایران مواد



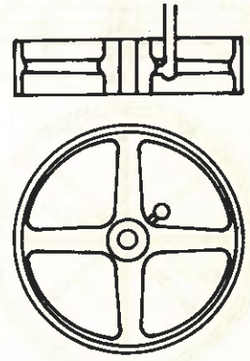
شکل ۴۱ ــ ۴ ــ نمونه عملی (۲) نوع E



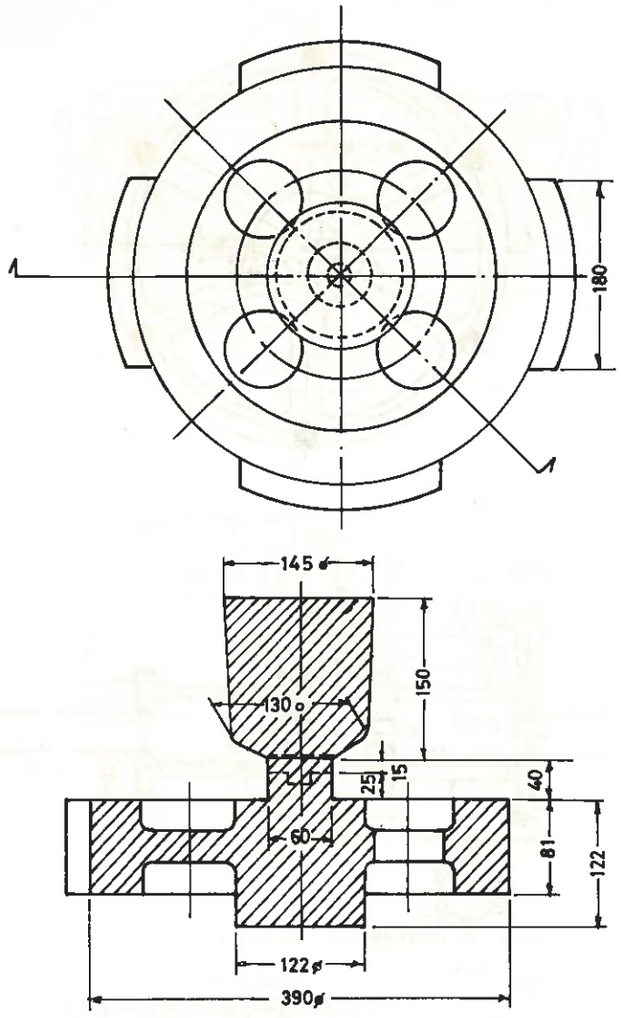
شکل ۴۲ ــ ۴ ــ نمونه عملی (۳) نوع E



شکل ۴۳ ــ ۴ ــ نمونه عملی (۱) نوع



شکل ۴۴ ــ ۴ ــ راهگاه بارریز پولی تسمه تخت

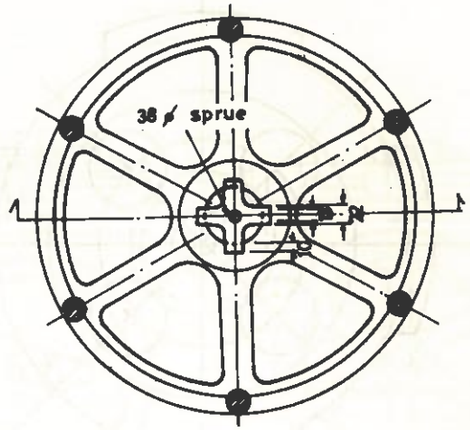


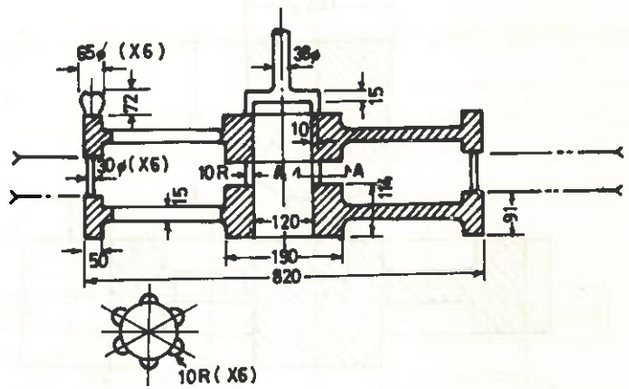
(۱) ــ دسته شیر فلکه (شکل ۴۵ــ۴)

جنس	:	چدن گرافیت کروی FCD40
وزن قطعه	:	۴۰ کیلوگرم
وزن مذاب	:	۵۵~۵۰ کیلوگرم
درجه حرارت ذوب‌ریزی	:	۱۴۰۰ درجه سانتیگراد
زمان ذوب‌ریزی	:	۱۰ ثانیه
نوع ماسه	:	قالبگیری به روش دایکال و ماهیچه به روش CO_2
سیستم راهگاهی	:	از صافی استفاده شده است

شکل ۴۵ــ۴

www.iran-mavad.com
ایران مواد



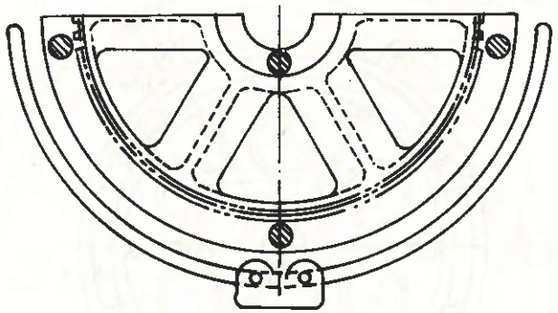


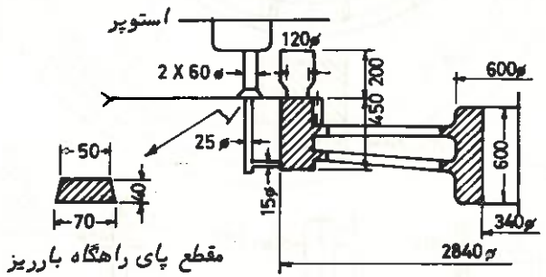
A-A

(۲) ـ چرخ زنجیر (شکل ۴۶ـ۴)

جنس	:	چدن FC 35
وزن قطعه	:	۱۲۳ کیلوگرم هر کدام
وزن مذاب	:	۳۰۰ کیلوگرم
درجه‌حرارت ذوب‌ریزی	:	۱۴۰۰ درجه سانتیگراد
زمان ذوب‌ریزی	:	۱۷ ثانیه
قالبگیری	:	به‌روش CO_2
نسبت سیستم راهگاهی	:	۱:۱:۱:۰/۷۵

شکل ۴۶ـ۴





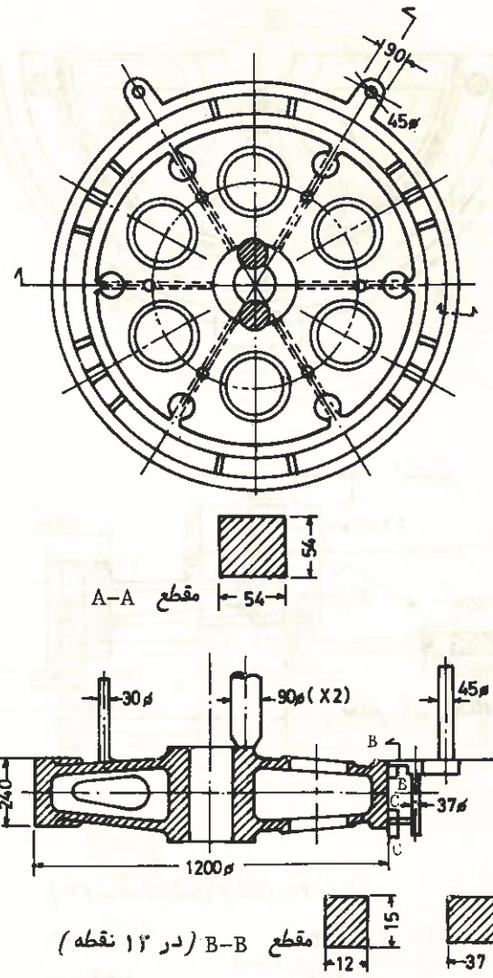
مقطع پای راهگاه بارریز

(۳) ـ فلاویل (شکل ۴۷ ـ ۴)

جنس	:	چدن FC 25
وزن قطعه	:	۲/۴ تن
وزن مذاب	:	۲/۹ تن
زمان ذوب‌ریزی	:	۵۰ ثانیه
درجه‌حرارت ذوب‌ریزی	:	۱۳۵۰ درجه‌سانتیگراد

شکل ۴۷ـ۴

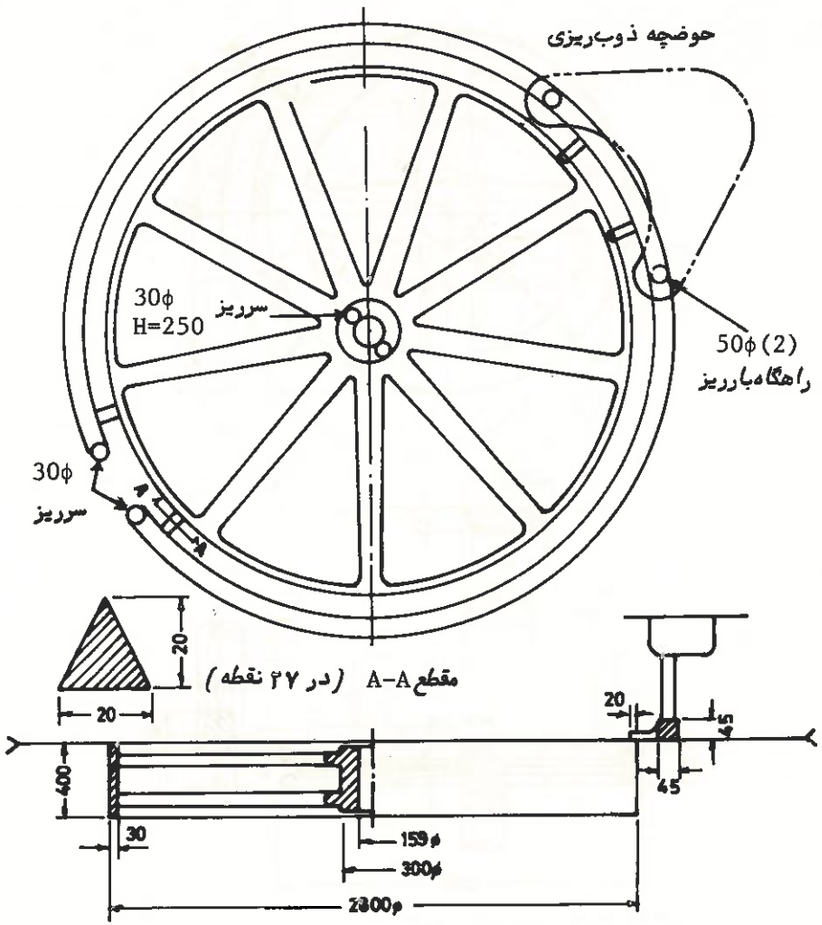
www.iran-mavad.com
ایران مواد



(۴) – چرخ مرکزی (شکل ۴۸–۴)

جنس	:	چدن FC 25
وزن قطعه	:	۷۷۳ کیلوگرم
وزن مذاب	:	۹۰۰ کیلوگرم
درجه‌حرارت ذوب‌ریزی	:	۱۳۰۰ درجه سانتیگراد
زمان ذوب‌ریزی	:	۳۰ ثانیه
ماسه قالبگیری	:	ترکیبی و ماهیچه به روش CO_2
سیستم راهگاهی	:	۱:۳:۳/۵

شکل ۴۸–۴

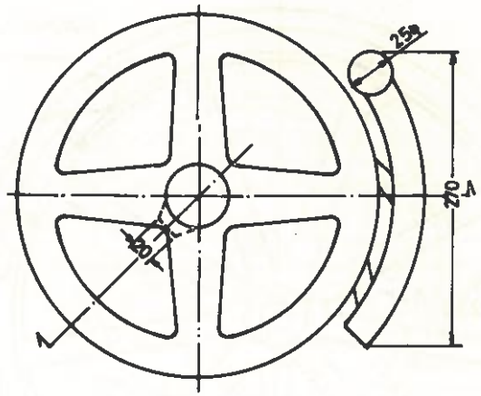


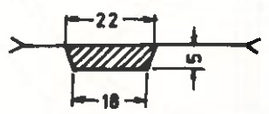
(۵) – پولی بزرگ (شکل ۴۹–۴)

جنس	:	چدن FC 30
وزن قطعه	:	۲/۵۷ تن
وزن مذاب	:	۳/۱ تن
درجه‌حرارت ذوب‌ریزی	:	۱۳۸۰ درجه سانتیگراد
زمان ذوب ریزی	:	۴۵ ثانیه

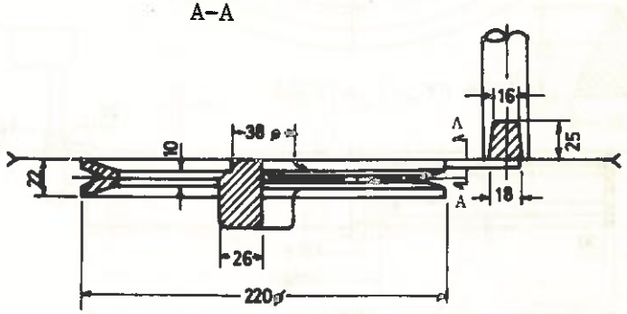
شکل ۴۹–۴

www.iran-mavad.com
ایران مواد





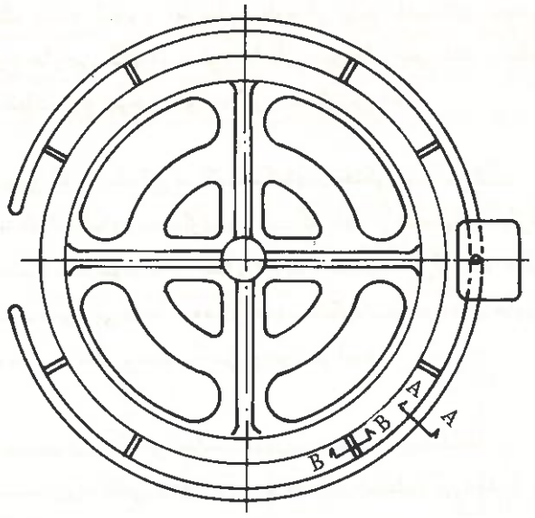
A–A

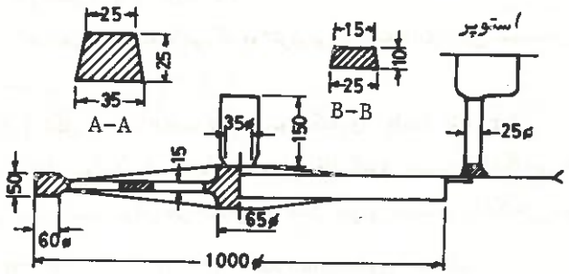


(۶) – پولی V شکل (۵۰–۴)

جنس	:	چدن FC 20
وزن قطعه	:	۲/۶ کیلوگرم
وزن مذاب	:	۳/۵ تن
ابعاد درجه قالبگیری	:	۳۰۰×۳۵۰ میلیمتر
درجه‌حرارت ذوب‌ریزی	:	۱۴۰۰ ـ ۱۳۸۰ درجه سانتیگراد
قالبگیری	:	قالبگیری ماشینی به روش تر

شکل ۵۰–۴





(۷) – چرخ دنده (شکل ۵۱–۴)

جنس	:	چدن FC25
وزن قطعه	:	۵۰ کیلوگرم
وزن مذاب	:	۶۵ کیلوگرم
درجه‌حرارت ذوب‌ریزی	:	۱۳۸۰ درجه سانتیگراد
زمان ذوب‌ریزی	:	۳۶ ثانیه
قالبگیری	:	قالبگیری دستی به روش خشک

شکل ۵۱–۴

www.iran-mavad.com
ایران مواد

۳ – ۴ قطعات از نوع کوپلینگ

شکل کوپلینگ ساده است ، اما تمام سطوح آن باید ماشینکاری شود ووجود عیوب نه‌تنهابر روی سطوح خارجی بلکه در سطوح داخلی نیز جایز نمی‌باشد . بنابراین ریختن کوپلینگها مانند قطعات نوع چرخ و بلوک ، کاری مشکل می‌باشد .

۱ – ۳ – ۴ عیوبی که به سادگی در کوپلینگهای ریختگی بروز می‌کنند :

از خصوصیات کوپلینگهای ریخته‌گری آن است که ناف از قسمتهای دیگرقطعه ضخیم‌تر می‌باشد . به‌همین‌دلیل ،همانگونه‌که در شکل ۵۲ – ۴ مشاهده می‌گردد ، غالبا " حفره‌های انقباضی درقسمت ناف متمرکز می‌شوند . به‌علاوه عیوب دیگرمانند حفره‌های حاوی ناخالصی‌ها یا حفره‌های گازی سوزنی شکل و درشت نیز بوجود می‌آیند .

۲ – ۳ – ۴ سیستمهای راهگاهی مناسب برای ریخته‌گری کوپلینگها

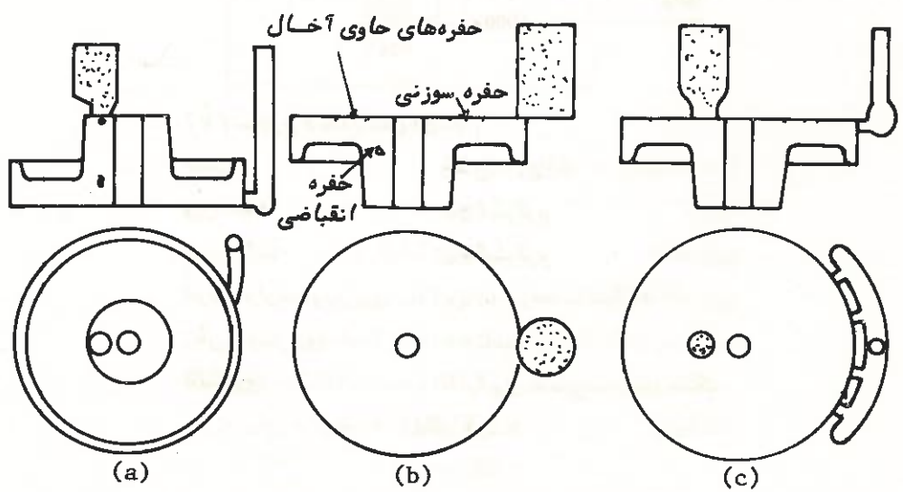
پنج نوع سیستم راهگاهی برای این نوع قطعات استفاده می‌شود (شکل ۵۳ –۴)

– نوع A (شکل (a) ۵۳ – ۴) :

سیستم راهگاهی نوع تماسی که موثرترین و اقتصادی‌ترین سیستم راهگاهی برای کوپلینگ می‌باشد .

– نوع B (شکل (b) ۵۳ – ۴) یا نوع کناری Shrink bob

چنانچه تعداد تولید ناچیز باشد ، زمان قالبگیری سیستم راهگاهی طولانی خواهد شد . بنابراین بهتر است برای هر اندازه‌ای مدل چوبی سیستم راهگاهی تهیه شود .



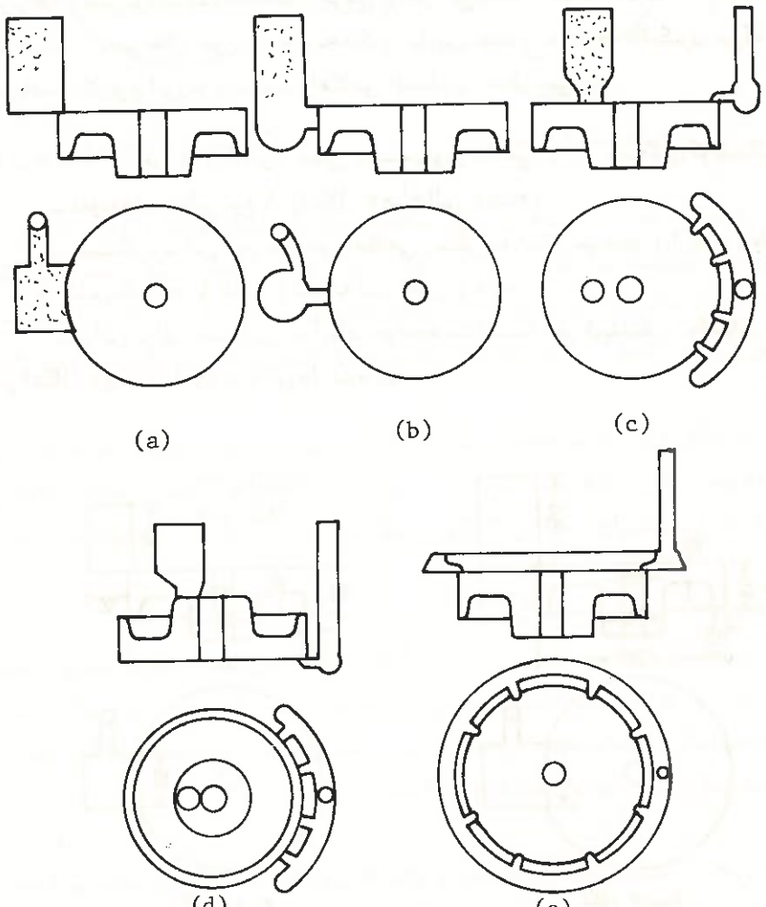
شکل ۵۲–۴ : عیوبی که در کوپلینگها بسادگی بروز می‌کنند .

– نوع C (شکل (c) ۵۳ – ۴) :

مذاب از طریق چندین راهگاه فرعی تعبیه شده در قسمت تخت بالایی به درون قالب‌ریخته می‌شود . در قسمت مربوط به ناف ، سرریز بزرگی که وظیفه تغذیه را نیز انجام می‌دهد ، نصب‌می‌گردد . چنانچه ناف به‌طور غیرعادی بزرگ باشد ، کاربرد مبرد در مورد آن مفید خواهد بود .

– نوع D (شکل (d) ۵۳ – ۴) :

در این نوع سیستم راهگاهی ، برخلاف روش قبلی ، مذاب از طریق چندین راهگاه فرعی تعبیه شده در قسمتی از سطح جانبی پایینی ، به بالا جریان پیدا می‌کند . در



شکل ۵۳–۴ : سیستم راهگاهی کوپلینگ

www.iran-mavad.com
ایران مواد

سطح بالای ناف یک سرریز بزرگ نصب می‌گردد . سیستم راهگاهی مزبور تاکنون به عنوان یک سیستم استاندارد برای این قطعات مورد استفاده قرار می‌گرفته ، اما درصد خرابی قطعات بالا و نتیجه چندان رضایت‌بخش نبوده‌است . چنانچه مذاب از سرریز خوب تغذیه نشود ، احتمال ایجاد حفره‌های انقباضی در قسمت داخلی سوراخ ناف و زیر سرریز وجود دارد .

– نوع E (شکل (e) ۵۳ – ۴) :

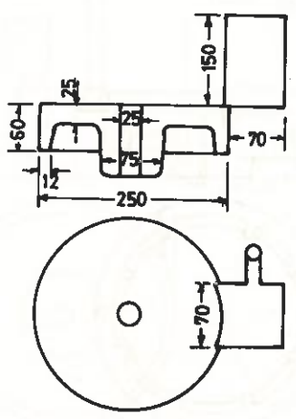
سطح تخت‌قطعه بالا واقع شده و مذاب از طریق چندین راهگاه فرعی تعبیه شده در سطح بالای قطعه ، به داخل قالب جریان پیدا می‌کند . از آنجایی که همیشه مذاب گرم در راهگاه‌اصلی‌نزدیک‌به راهگاههای فرعی ذخیره می‌باشد ، احتمال ایجاد حفره انقباضی کم است . به‌هر حال چون بهره ریخته‌گری پایین بوده و به درجه قالبگیری بزرگ نیاز می‌باشد ، کاربرد این نوع سیستم راهگاهی اقتصادی به‌نظر نمی‌رسد .

۳ – ۳ – ۴ نمونه‌های کاربرد عملی سیستمهای راهگاهی برای ریخته‌گری کوپلینگها

– نمونه‌های عملی نوع A (اشکال ۵۴–۴ الی ۵۷–۴) :

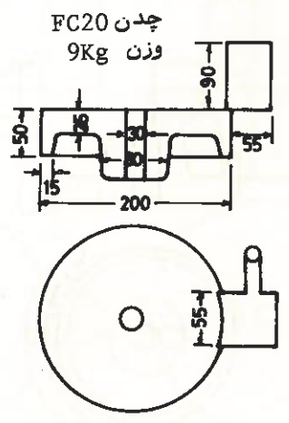
موفقیت‌کاربرد این نوع سیستم راهگاهی بستگی به ابعاد حوضچه (ارتفاع و طول) و عرض تماس حوضچه با قالب (لب به لب شدن) دارد .

بنابراین برای دستیابی به ابعاد حوضچه متناسب‌با قطر کوپلینگ ، مثالهای عملی در اشکال ۵۴ – ۴ تا ۵۷ – ۴ آورده شده‌اند .



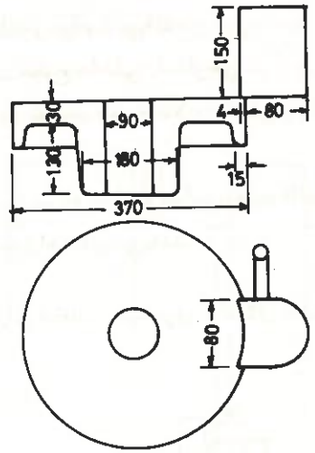
شکل ۵۴–۴

نمونه عملی (۱) نوع A



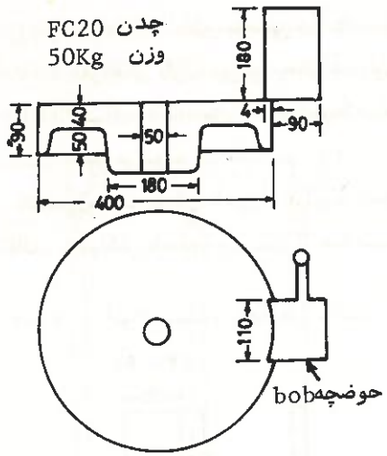
شکل ۵۵–۴

نمونه‌عملی (۲)نوع A



شکل ۵۷–۴

نمونه‌عملی (۴)نوع A



شکل ۵۶–۴

نمونه عملی (۳) نوع A

همانطور که در نمونه‌های مذکور مشاهده می‌گردد ، طول تغذیه (۱/۴ – ۱/۳) برابر قطر کوپلینگ و ارتفاع آن (۲ – ۱/۵) برابر طول و ضخامت تماس تغذیه با قطعه (لب‌به‌لب) به‌میزان ۴ – ۲ میلیمتر (برای چدنهای FC20 - FC25) ، مناسب به نظرمی‌رسد . البته این اندازه‌ها باید با شرایط‌کاری هر واحد ریخته‌گری مطابقت داده شوند .

در شکل ۵۸ – ۴ نمونه‌های سیستم راهگاهی پیشنهادی از طرف جامعهٔ فن ریخته‌گری ، نشان داده شده‌اند . دیده می‌شود که حتی برای چنین قطعات ساده‌ای (کوپلینگ) سیستمهای راهگاهی گوناگونی به‌کار می‌روند که همگی نیز پیچیده می‌باشند .

۴ – ۴ قطعات از نوع سیلندر

نمونه‌های بارز این قطعات ، سیلندر و بوش سیلندر می‌باشند . یکی‌از سطوح داخلی و خارجی یا هر دو سطح ماشینکاری می‌شوند و چون قطعه باید بعد از ماشینکاری تست فشارهیدرولیکی را جواب‌بدهد ، وجود عیوب ریخته‌گری جایز نمی‌باشد . لذا این قطعات از جمله مشکل‌ترین قطعات ریخته‌گری می‌باشند .

۱ – ۴ – ۴ عیوب‌ریخته‌گری که بعد از ماشینکاری در قطعات سیلندری ظاهر می‌گردد :

(۱) حفره‌های انقباضی که درسطح‌بالا یا قسمتهای داخلی سطح بالا واقع می‌شوند .

www.iran-mavad.com
ایران مواد

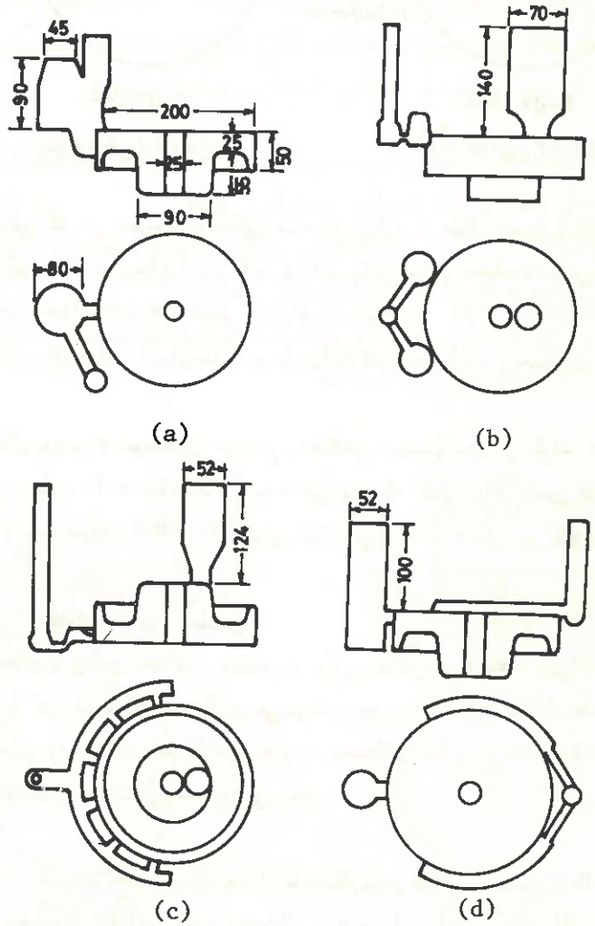
(۲) تخلخل که به‌طور موضعی در بدنه سیلندر بوجود می‌آید.

(۳) حفره‌های گازی سوزنی پخش شده روی سطوح داخلی یا خارجی.

(۴) آخـال ،ماسه ،سرباره ،ترشح‌رنگ وغیره که روی سطوح بالا ، داخلی یا خارجی جمع می‌شوند.

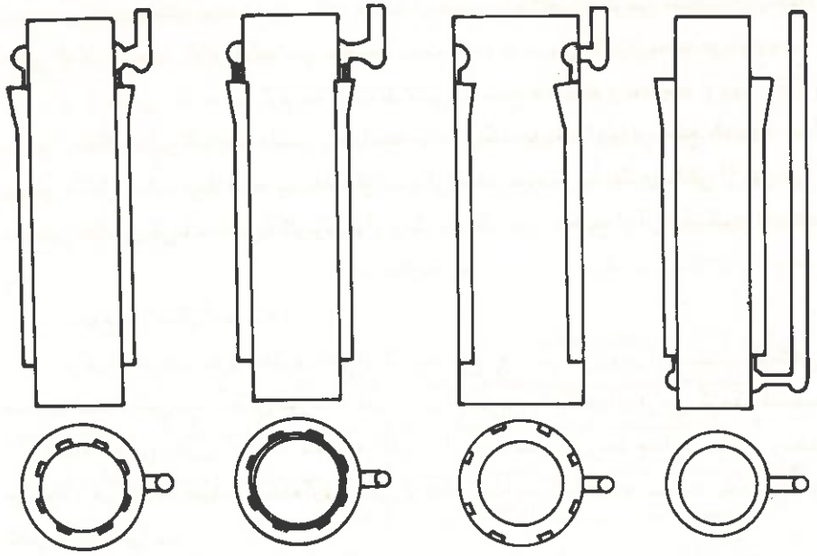
تشکیل عیوب مذکور ناشی از مناسب نبودن درجه حرارت مذاب، ماسه قالبگیری، رنگ قالب، هواکش ماهیچه و مهمتر از همه سیستم راهگاهی می‌باشد

۲ ـ ۴ ـ ۴ انواع سیستم راهگاهی مناسب برای قطعات سیلندری (اشکال ۵۹ ـ ۴ تا ۶۵ ـ ۴):

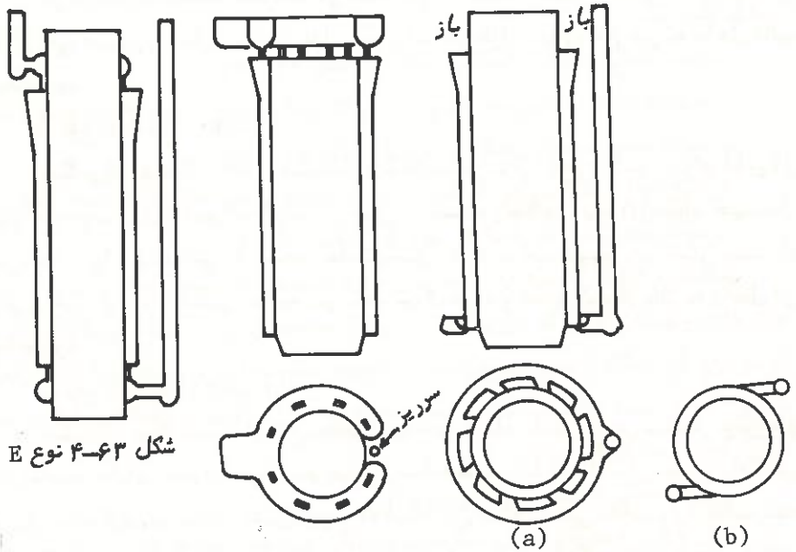


شکل ۵۸ـ۴ سیستم‌های راهگاهی پیشنهادی از طرف جامعه فن ریخته‌گری(C.T.C)

سیستمهای راهگاهی گوناگونی برحسب ضخامت ونسبت طول به قطر سیلندر و روش تمیزکاری آن وجود دارد. سیستمهای نشان داده شده در اشکال مذکور برای قالبگیری خشک می‌باشند. در حالت قالبگیری با ماسه خودگیر یا استفاده‌از ماسه CO_2 توجه کافی



شکل ۵۹ـ۴ نوع A شکل ۶۰ـ۴ نوع B شکل ۶۱ـ۴ نوعC شکل ۶۲ـ۴ نوعD



شکل ۶۳ـ۴ نوع E شکل ۶۴ـ۴ نوع F شکل ۶۵ـ۴ نوعG

www.iran-mavad.com
ایران مواد

نسبت به روش قالبگیری ، انتخاب مواد ، و روش رنگ زدن قالب باید مبذول داشت .

– نوع A (شکل ۵۹ – ۴) :

این نوع سیستم راهگاهی اغلب برای بوش سیلندر مورد استفاده قرار گرفته و معمولا" نتیجه ، رضایت بخش بوده است . فلز مذاب از طریق راهگاههای فرعی منشعب از راهگاه اصلی که در قسمت بالای قطعه دور ماهیچه نصب شده به درون قالب ریخته می‌شود .

از آنجایی که مذاب گرم به مدت طولانی با سطح ماهیچه (ماهیچه از نوع CO_2) مجاور راهگاه تماس خواهد داشت ، چنانچه مواد رنگ خوب نباشد از سطح ماهیچه جدا شده و داخل مذاب می‌گردد . پدیده ذکر شده از جمله عیوب ریخته‌گری ناشی از این نوع سیستم راهگاهی می‌باشد که با کاربرد مواد رنگ و رنگ زدن صحیح از آن پیشگیری خواهد شد .

– نوع B (شکل ۶۰ – ۴) :

برای کاهش عیوب ریخته‌گری ناشی از کاربرد نوع A ، در این روش از سیستم راهگاهی مدادی استفاده می‌شود . بدین صورت که فلز مذاب از طریق راهگاههای فرعی کوچک منشعب از راهگاه اصلی بدون آنکه با ماهیچه تماس داشته باشد ، به وسط جداره سیلندر ریخته می‌شود . در نتیجه عیوب ریخته‌گری ناشی از تماس مذاب با ماهیچه نسبت به نوع A کمتر بوجود می‌آیند .

– نوع C (شکل ۶۱ – ۴) :

در شرایطی که کیفیت سطح خارجی قطعه اهمیت داشته و سطح داخلی مجاز به داشتن مقدار کمی عیب ریخته‌گری باشد ، مذاب می‌تواند در طول دیواره خارجی به داخل قالب ریخته شود .

– نوع D (شکل ۶۲ – ۴) :

هنگامی که استحکام قالب و چسبندگی رنگ قالب به اندازه کافی نباشد ، برای اطمینان بهتر است ذوب‌ریزی از پایین انجام گیرد . چون در سیستم راهگاهی نوع D انجماد جهت‌دار نمی‌باشد ، برای دستیابی به نتیجه رضایت بخش ، باید سرعت ذوب‌ریزی خیلی بیشتر از روش ریختن از بالا باشد . تغذیه نیز باید بزرگ بوده و مذاب گرم از بالا به داخل آن اضافه شود .

– نوع E (شکل ۶۳ – ۴) :

سیلندرهایی که نسبت ارتفاع به قطر آنها خیلی زیاد باشد و بوش سیلندر موتورهای دو زمانه دارای مجاری دود و سوخت دروسط قطعه ، با استفاده از سیستم راهگاهی نوع E ریخته‌گری می‌شوند . بدین صورت که ابتدا از راهگاه پایینی مذاب وارد قالب شده و پس از رسیدن به $\frac{2}{3}$ ارتفاع سیلندر ، ادامه ذوب‌ریزی از راهگاه بالایی انجام خواهد

گرفت .

– نوع F (شکل ۶۴ – ۴) :

تمام سیستمهای راهگاهی توضیح داده شده در بالا ، به‌طور افقی قالبگیری و عمودی ریخته می‌شوند ، اما چنانچه تعداد تولید کم باشد ، اغلب از سیستم قالبگیری و ذوب‌ریزی عمودی استفاده می‌گردد .

– نوع G (شکل ۶۵ – ۴) :

قالبگیری عمودی و راهگاه از پایین مشخصه این نوع سیستم راهگاهی می‌باشد . مذاب از طریق راهگاههای فرعی نوع چرخی که در سطح جدایش تعبیه شده (a) و یا از طریق یک یا دو راهگاه فرعی مماس بر محیط (b) وارد قالب می‌شود . در این روش چنانچه سطح بالای قالب باز باشد ، نتیجه بهتر خواهد بود .

۳ – ۴ – ۴ نمونه‌های عملی

– نمونه‌های عملی سیستم راهگاهی نوع A (اشکال ۶۶ – ۴ و ۶۷ – ۴) :

همانگونه که مشاهده می‌گردد ، گرچه اندازه هر دو بوش سیلندر یکی است ، اما چنانچه تعداد تولید کم باشد ، برای اطمینان بیشتر ارتفاع تغذیه باید زیادتر انتخاب شود .

– نمونه عملی سیستم راهگاهی نوع B (شکل ۶۸ – ۴) :

درشکل شماره ۶۸ – ۴ سیلندر موتور دیزلی که با استفاده از سیستم راهگاهی نوع قالبگیری شده ، دیده می‌شود . اجزای راهگاه فرعی از ماهیچه‌ای متفاوت با ماهیچه اصلی تشکیل شده است .

– نمونه عملی سیستم راهگاهی نوع C (شکل ۶۹ – ۴) :

ریخته‌گری غلطک ماشین چاپ نمونه‌ای از کاربرد این نوع سیستم راهگاهی می‌باشد .

– نمونه عملی سیستم راهگاهی نوع D (شکل ۷۰ – ۴) :

در این مثال راهگاه فرعی گوه‌ای در ذوب‌ریزی از پایین به‌کار گرفته شده است .

– نمونه عملی سیستم راهگاهی نوع E (شکل ۷۱ – ۴) :

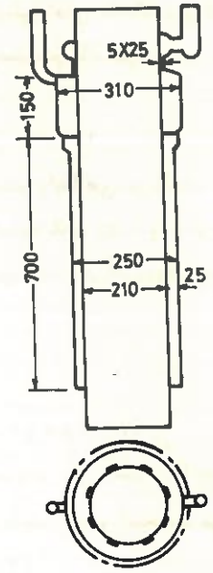
همانگونه که قبلا "توضیح داده شد ، از موارد استعمال این نوع راهگاه ، بوش سیلندر موتورهای دوهنگامی است که دارای مجاری دود و سوخت در وسط ارتفاع می‌باشند . ابتدا ذوب‌ریزی از راهگاه پایینی شروع و پس از رسیدن سطح مذاب تا میانه ارتفاع ، از راهگاه بالایی ادامه پیدا می‌کند . تجربه نشان داده که در این سیستم راهگاهی ، ماسه توسط مذاب کمتر شسته می‌گردد .

– نمونه عملی سیستم راهگاهی نوع F :

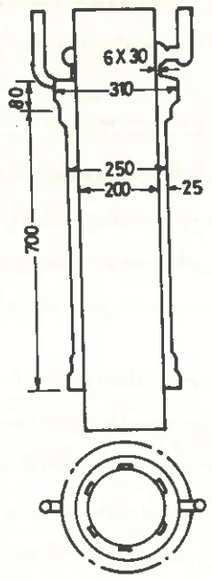
شکل ۷۲ – ۴ غلطک ماشین شکرسازی را نشان می‌دهد . مذاب حاوی Si کمی بوده

www.iran-mavad.com
ایران مواد

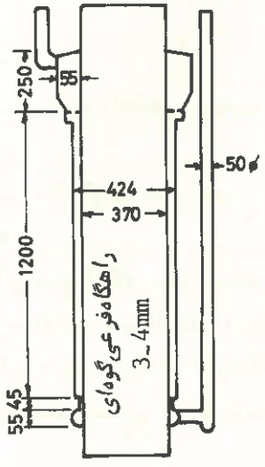
و به‌همین‌دلیل تغذیه با ارتفاع بیشتر پیشنهاد می‌گردد . نحوه ریخته‌گری خشک‌کن کاغذ در شکل ۷۳ ــ ۴ نشان داده شده است .



شکل ۶۷ـ۴ـ نمونه‌عملی (۲)نوع A

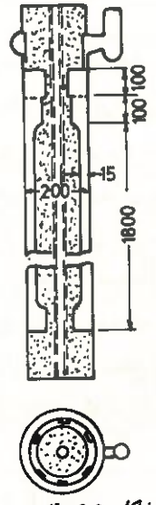


شکل ۶۶ـ۴ـ نمونه‌عملی (۱) نوع A



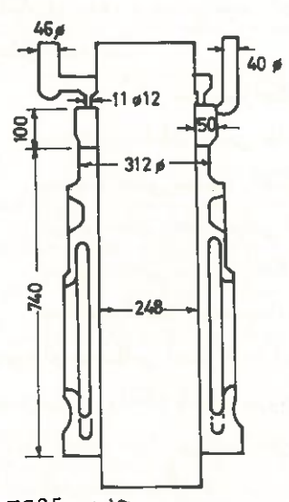
شکل ۷۰ـ۴

نمونه عملی نوع D



شکل ۶۹ـ۴

نمونه عملی نوع C



شکل ۶۸ـ۴

نمونه عملی نوع B

ــ نمونه‌های عملی سیستم راهگاهی نوع G:

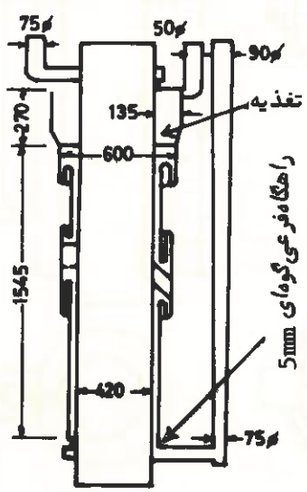
کاربرد سیستم راهگاهی نوع G برای سیلندربا فلانچ ضخیم در شکل ۷۴ ــ۴ مشاهده می‌شود . به منظور جلوگیری از تشکیل حفره انقباضی در فلانچ از مبرد استفاده شده است .

در ذوب‌ریزی غلطک توخالی (شکل ۷۵ ــ ۴) ، از هر دو راهگاه بالایی و پایینی استفاده می‌شود . ابتدا ذوب‌ریزی‌ازطریق راهگاه پایینی شروع شده و پس از رسیدن سطح مذاب به ارتفاع ۱۰۰ میلیمتری بالای قسمت بشکه‌ای ، از طریق راهگاههای فرعی مدادی که‌درمحیط سطح بالای‌قسمت‌بشکه‌ای‌تعبیه‌شده‌اند ، ادامه می‌یابد . پس از انجماد راهگاه ، فلزمذاب‌گرم درقسمت بالای تغذیه ریخته خواهد شد . در این حالت حد مجاز ماشینکاری سطح بالای قسمت بشکه‌ای حدود ۳۰ میلیمتر در نظر گرفته می‌شود .

ــ نمونه عملی کاربرد راهگاه تماسی

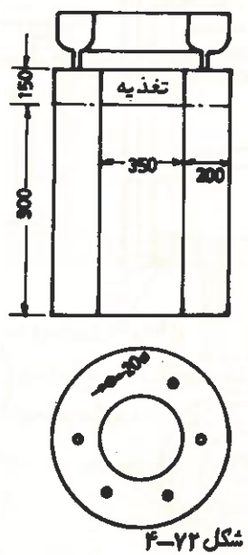
کاربرد راهگاه تماسی برای سیلندری بلند و ضخیم در شکل ۷۶ ــ ۴ نشان داده شده است . تغذیه در سه قسمت نصب شده و از زیر توسط‌لبه باریکی (راهگاه اصلی) به قالب‌متصل‌می‌گردد . حوضچه ذوب‌ریزی روی تغذیه میانی مستقر می‌شود . برای جلوگیری از انقباض قسمت بالا ، حد مجاز ماشینکاری‌زیاد در نظر گرفته می‌شود (در شکل نشان داده شده است) .

ــ شکل ۷۷ ــ ۴ کاربرد راهگاه فرعی گوه‌ای را نشان می‌دهد .



شکل ۷۱ـ۴

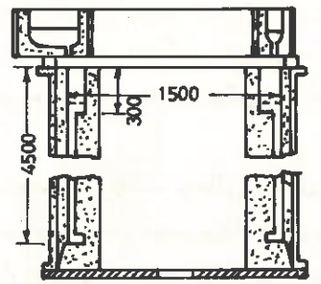
نمونه عملی نوع E

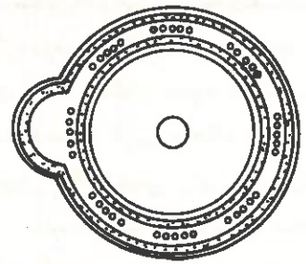


شکل ۷۲ـ۴

نمونه‌عملی (۲) نوع F

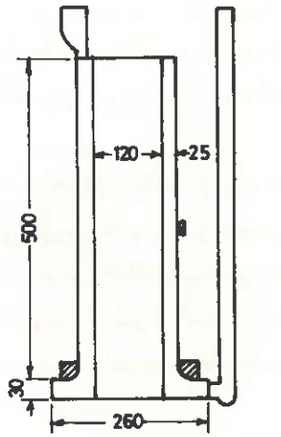
www.iran-mavad.com
ایران مواد





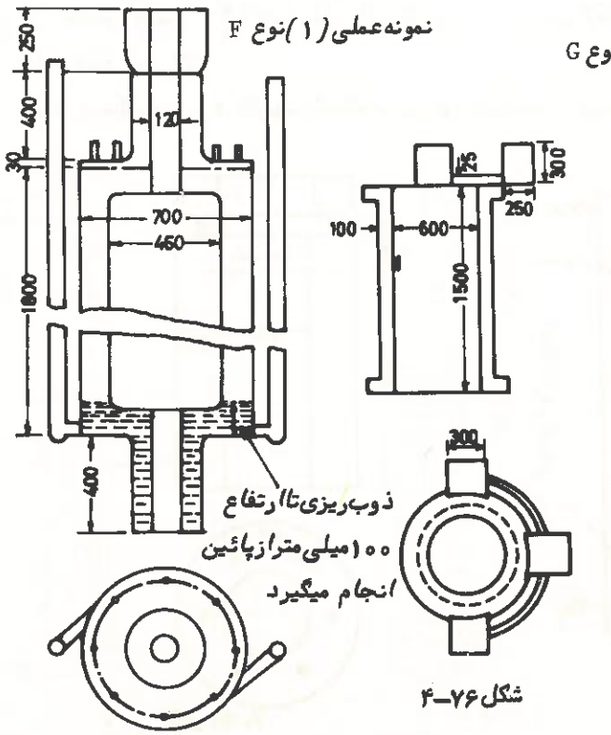
شکل ۴–۷۳

نمونه‌عملی (۱) نوع F

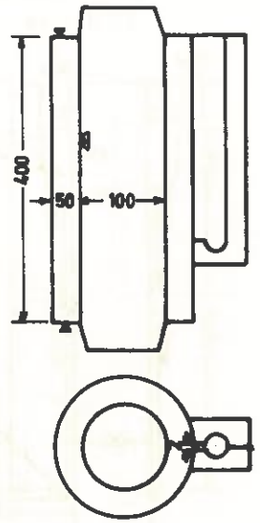


شکل ۴–۷۴

نمونه‌عملی (۲) نوع G



شکل ۴–۷۶



شکل ۴–۷۷

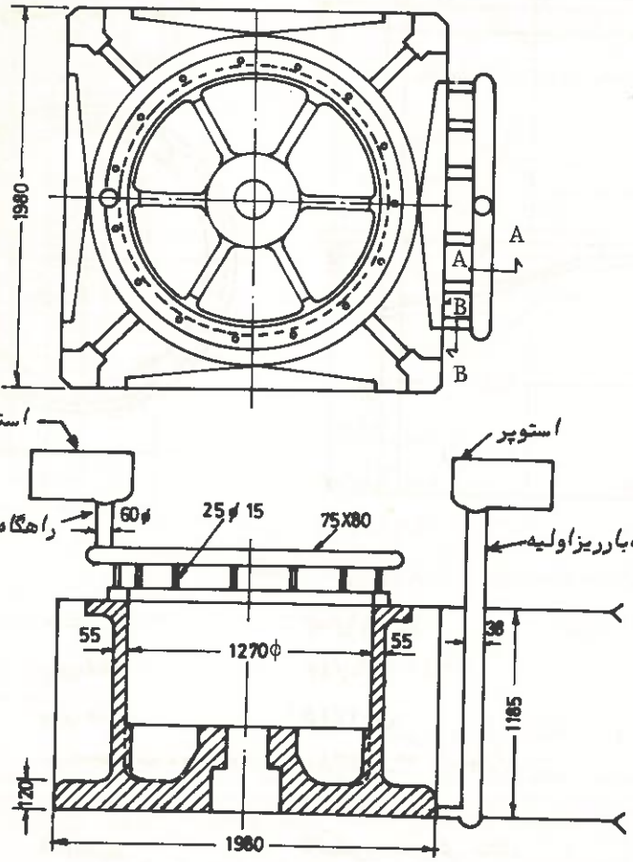
شکل ۴–۷۵ – نمونه‌عملی (۲) نوع G

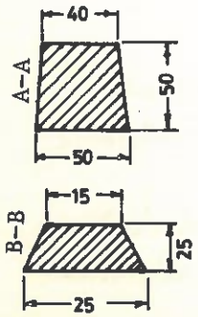
۴ – ۴ – ۴ چند نمونه عملی دیگر کاربرد سیستمهای راهگاهی مورد بحث برای راهنمایی در ذیل ذکر شده‌اند:

(۱) سیلندر (شکل ۷۸ – ۴)

(۲) بوش سیلندر (شکل ۷۹ – ۴)

(۳) سیلندر موتور کم فشاری برای کشتی (شکل ۸۰ – ۴)

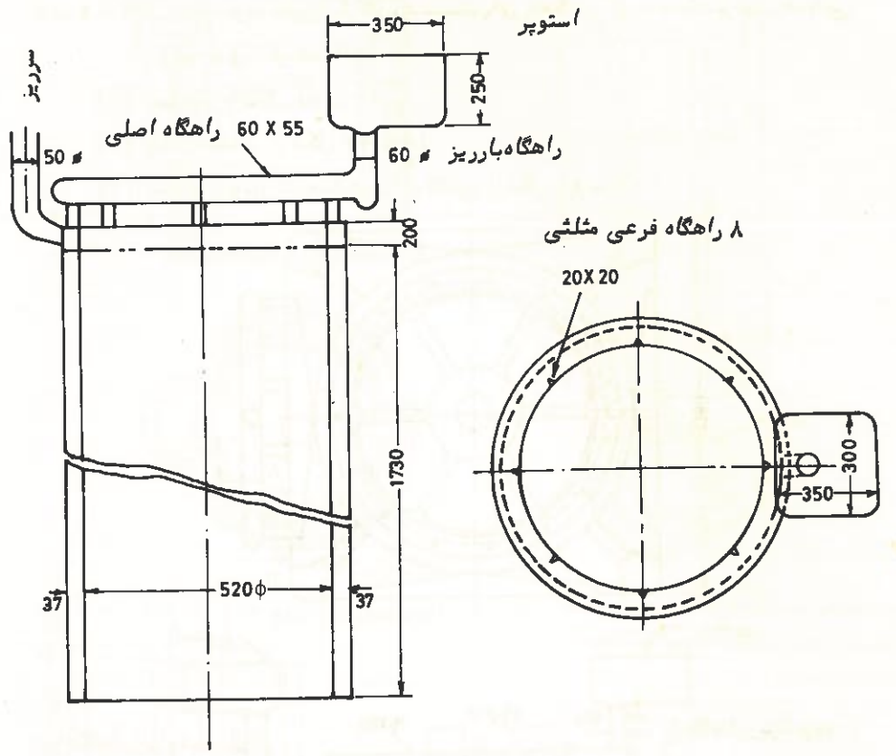




جنس	:	چدن FC25
وزن قطعه	:	۷/۸ تن
وزن مذاب	:	۹/۵ تن
درجه‌حرارت ذوب‌ریزی	:	۱۳۵۰ درجه سانتیگراد
زمان ذوب‌ریزی	:	۶۵ ثانیه
ماسه	:	ماسه ترکیبی
قالبگیری	:	قالبگیری دستی

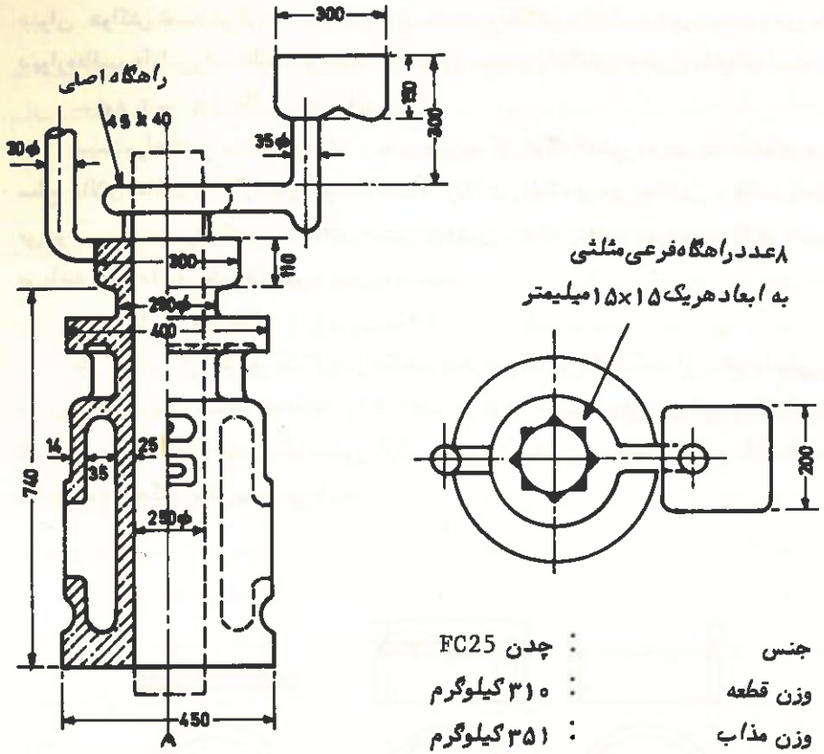
شکل ۴–۷۸

www.iran-mavad.com
ایران مواد



جنس : چدن FC30
وزن قطعه : ۰/۸۶ تن
وزن مذاب : ۱/۱۵ تن
درجه‌حرارت ذوب‌ریزی : ۱۳۸۰ درجه سانتیگراد
زمان ذوب‌ریزی : ۴۵ ثانیه
قالبگیری : قالبگیری به روش خشک
قالبگیری افقی
ذوب ریزی عمودی

شکل ۷۹ – ۴



جنس : چدن FC25
وزن قطعه : ۳۱۰ کیلوگرم
وزن مذاب : ۳۵۱ کیلوگرم
درجه‌حرارت ذوب‌ریزی : ۱۳۸۰ درجه سانتیگراد
زمان ذوب‌ریزی : ۳۲ ~ ۳۰ ثانیه

شکل ۸۰–۴

۵ – ۴ قطعات از نوع رینگ

قطعات ریخته‌گری رینگی به دو گروه تقسیم می‌شوند:

– گروه سیلندری که ارتفاع سیلندر نسبت به قطر آن کوچک می‌باشد.

– گروه حلقه‌ای که مقطع عرضی نسبت به ضخامت وسیع می‌باشد.

۱ – ۵ – ۴ انواع سیستم راهگاهی مناسب برای قطعات ریختگی از نوع رینگی:

بطورکلی شش نوع سیستم راهگاهی برای قطعات رینگی به‌کار می‌روند (شکل ۸۱–۴).

– نوع ۱ – A (شکل (a) ۸۱ – ۴):

مذاب از طریق دو یا چند راهگاه فرعی گرد و کوچک که در یک طرف رینگ نصب شده‌اند، از بالا به درون قالب جاری می‌گردد. در طرف دیگر راهگاه سوراخ سرریزی به

www.iran-mavad.com
ایران مواد

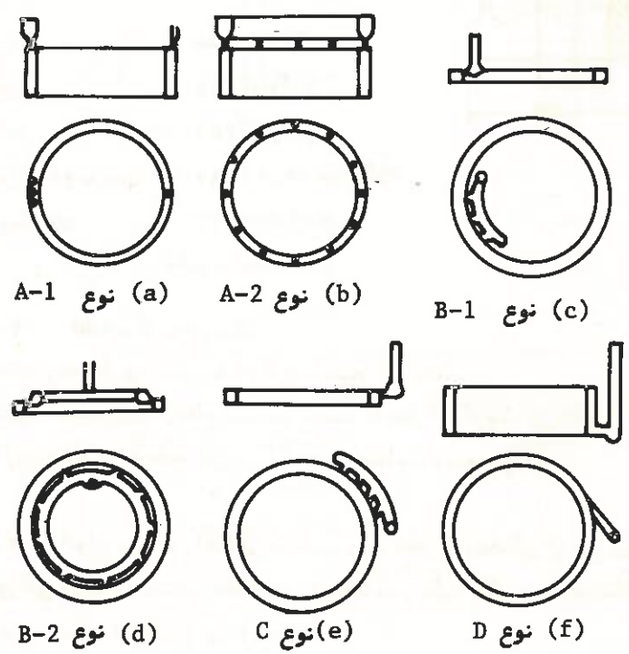
عنوان هواکش تعبیه می‌گردد . در این نوع سیستم راهگاهی ، مذاب بدون صدمه زدن به دیواره‌قالب‌به‌آرامی‌وارد قالب می‌شود ، از این‌رو سیستم راهگاهی عملی وساده‌ای است .

– نوع ۲ – A (شکل (b) ۸۱ – ۴):

سیستم‌راهگاهی مدادی‌می‌باشد ، بدین‌صورت که راهگاه اصلی به صورت حلقه‌ای در سطح بالای قالب قرار گرفته و توسط تعداد زیادی راهگاه فرعی مدادی به قالب وصل می‌شود . سیستم راهگاهی ایده‌آلی است ، اما وزن راهگاه زیاد و بهره ریخته‌گری ناچیز می‌باشد . به علاوه زمان قالبگیری نیز زیاد است .

– نوع ۱ – B (شکل (c) ۸۱ – ۴)

فلز مذاب از طریق یک گروه راهگاههای فرعی که در یک قسمت از سطح داخلی و مماس‌بر محیط‌رینگ مستقر شده‌اند ، وارد قالب می‌شود . مذاب به‌طور دورانی و یکنواخت قالب‌راپرمی‌کند . چنانچه رینگ خیلی نازک نباشد ، دستیابی به قطعات سالم با استفاده از این نوع راهگاه امکان‌پذیر می‌باشد .



شکل ۸۱–۴– سیستم‌راهگاهی‌قطعات‌ریختگی‌رینگی

– نوع ۲ – B (شکل (d) ۸۱ – ۴)

مذاب از طریق‌راهگاههای‌فرعی‌چرخی‌که در تمام محیط داخلی رینگ تعبیه شده‌اند به طور یکنواخت وارد قالب می‌شود . با به‌کارگیری این نوع راهگاه می‌توان قطعات سالم تهیه کرد ، اما بهره ریخته‌گری پایین می‌باشد .

– نوع C (شکل (e) ۸۱ – ۴)

راهگاه نوع C مانند نوع ۱ – B می‌باشد ، با این تفاوت که راهگاههای فرعی از خارج‌محیط رینگ‌به‌آن وصل‌می‌گردند . چنانچه راهگاههای فرعی در سراسر محیط خارجی به رینگ وصل شوند ، مذاب به‌طور یکنواخت قالب را پر می‌کند ، اما هزینه قالبگیری بالا رفته و نیاز به درجه بزرگتری می‌باشد .

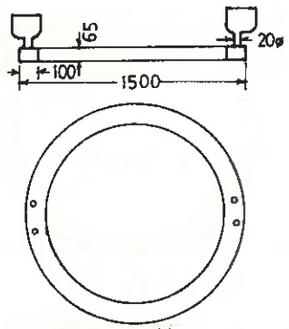
– نوع D (شکل (f) ۸۱ – ۴)

ذوب‌ریزی از پایین انجام می‌گیرد . چنانچه ارتفاع رینگ نسبتا" زیاد باشد ، به علت اختلاف درجه حرارت قسمتهای پایین وبالای رینگ ، امکان بروز حفره‌های انقباضی و تخلخل وجود دارد . برای جلوگیری از عیوب مذکور باید سرعت ذوب‌ریزی و درجه حرارت مذاب افزایش یافته همچنین قسمت بالای رینگ باز نگهداشته شود .

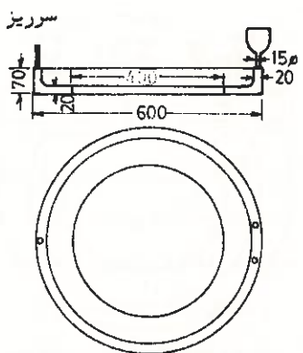
۲ – ۵ – ۴ نمونه‌های عملی کاربرد سیستمهای راهگاهی قطعات رینگی

– نمونه‌ای از کاربرد نوع ۱ – A در شکل ۸۲ – ۴ داده شده است . برای ریختن یک رینگ تخت‌باقطرو ضخامت زیاد ، مذاب از طریق دو راهگاه فرعی گرد که در دو طرف قرار گرفته‌اند ، وارد محفظه قالب می‌شود .

نمونه دیگر کاربرد سیستم راهگاهی از نوع ۱ – A در مورد رینگی با مقطع L شکل مطابق شکل ۸۳ – ۴ می‌باشد . در این نوع قطعات در نقاط تغییر مقطع اغلب حفره‌های انقباضی و تخلخل ایجاد می‌گردد . این عیب به‌خصوص زمانی که از چدن با کربن بالا



شکل ۸۲–۴
نمونه‌عملی (۱) نوع A-1



شکل ۸۳–۴
نمونه‌عملی (۲)نوع A-1

www.iran-mavad.com
ایران مواد

(مانند FC 15-20) استفاده شود ، افزایش می‌یابد . اینکه کدامین سطح در بالا یا پایین باشد ، مباحث زیادی به‌دنبال داشته که به نتیجه مشترکی نرسیده است . به‌هر حال خواه سطح تخت و سیستم راهگاهی از پایین باشد خواه از بالا ، جلوگیری از ایجاد حفره‌های انقباضی مشکل می‌باشد (در حالت چدن با کربن بالا) . با به‌کارگیری سیستم راهگاهی‌مدادی از بالا و تسهیل عبورگاز از ماسه‌در آن ناحیه ، دستیابی به قطعات سالم میسر می‌باشد .

شکل ۸۴ ــ ۴ رینگ تخت ضخیمی را که نمونهٔ دیگری از کاربرد سیستم راهگاهی از نوع ۱ ــ A می‌باشد ، نشان می‌دهد .

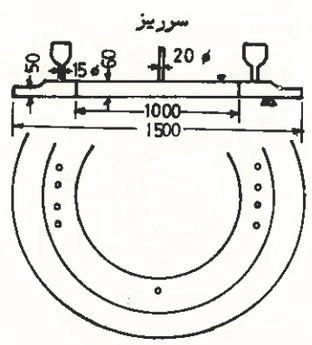
ــ نحوه کاربرد سیستم راهگاهی نوع ۲ ــ A برای ریختن رینگ نازکی با قطر زیاد و فلانچ در دو طرف آن به شرح شکل ۸۵ ــ ۴ می‌باشد . سیستم راهگاهی مدادی در سراسر محیط بالای رینگ تعبیه شده است .

ــ نمونه‌های کاربرد سیستم راهگاهی نوع ۱ ــ B :

برای ریختن رینگ با مقطع L شکل (شکل ۸۶ ــ ۴) ، باتوجه به اینکه قطعه ریخته شده بدون ماشینکاری بکار گرفته می‌شود ، از سیستم قالبگیری تر با ساده‌ترین سیستم راهگاهی می‌توان استفاده کرد .

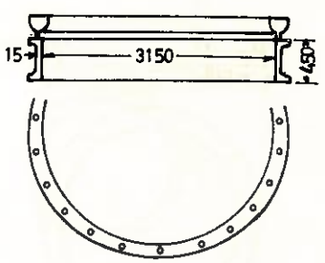
ــ نمونه‌های کاربرد سیستم راهگاهی نوع ۲ ــ B :

در مورد قطعه رینگی با مقطع L شکل ، به‌منظور جلوگیری از حفره‌های انقباضی که اغلب در مقاطع ضخیم بوجود می‌آیند ، مبردهایی به‌طور جداگانه در این نواحی به‌کار برده می‌شوند . مذاب با سرعت زیاد از تمام محیط داخلی وارد قالب می‌گردد (شکل ۸۷ ــ ۴) .شکل ۸۸ ــ ۴ رینگی با قطر زیادکه‌دربسته‌بندی‌به‌کار می‌رود را نشان می‌دهد . به علت اهمیت قطعه ، دو راهگاه مورد استفاده قرار می‌گیرند .



شکل ۸۴ــ۴

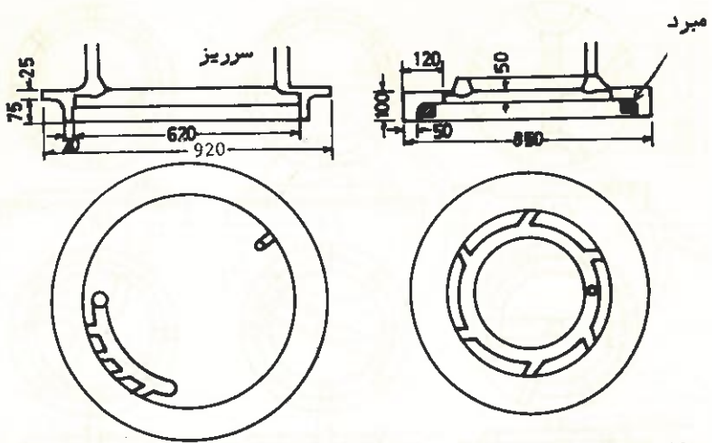
نمونه‌عملی(۳) نوع A-1



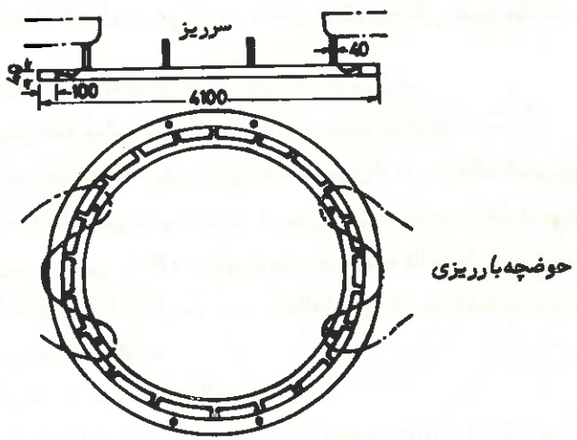
شکل ۸۵ــ۴

نمونه‌عملی‌نوع A-2

www.iran-mavad.com
ایران مواد



شکل۸۷ــ۴ ــ نمونه‌عملی(۱) نوع B-2 شکل ۸۶ــ۴ ــ نمونه‌عملی نوع B-1



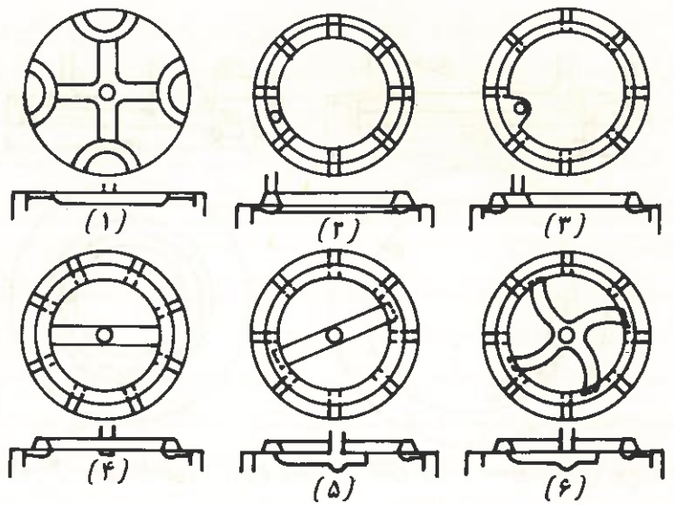
شکل۸۸ــ۴ ــ نمونه‌عملی(۲)نوع B-2

انواع‌راهگاههای‌فرعی که‌از محیط داخلی به قالب (قطعات رینگی) وصل می‌گردند در شکل ۸۹ ــ ۴ نشان داده شده‌اند :

۱) ــ راهگاه بارریز در انتها به چند شاخه تقسیم می‌گردد . از این رو مذابی که به درون راهگاه بارریز ریخته می‌شود با زاویهٔ قائم وارد قالب نمی‌شود .

۲) ــ ابتدا مذاب به درون‌راهگاه‌اصلی‌حلقوی‌که محیط قطعه را فراگرفته است ، وارد گشته و سپس از طریق تعداد زیادی راهگاه فرعی کوچک وارد قالب می‌گردد .

۳) ــ در این‌حالت سیستم راهگاهی مانند نوع قبلی است ، بااین تفاوت که به جای آنکه راهگاه بارریز مستقیما" روی راهگاه اصلی تعبیه گردد ، کمی به طرف مرکز انتقال یافته است ، لذا مذاب با انرژی کمتری وارد راهگاه اصلی شده و بطور یکنواخت



شکل ۸۹–۴ ــ نمونه‌های راهگاههای فرعی که در داخل رینگ ریختگی تعبیه میگردد .

از طریق تعداد زیادی راهگاه فرعی کوچک وارد قالب می‌گردد .

۴) ــ به‌منظور توزیع یکنواخت مذاب ، راهگاه را در مرکز نصب می‌کنند .

۵)و۶) ــ ابتدا مذاب به‌درون راهگاه بارریز ریخته شده وپس از طی راهگاه اصلی موجود دردرجه ، پایینی‌به‌راهگاه‌اصلی ثانویه که در درجه بالایی نصب شده جاری می‌گردد و در انتها از طریق چندین راهگاه فرعی کوچک به محفظه قالب وارد می‌شود . در این سیستم ، ناخالصیها وآخـال در مسیر راهگاه اصلی ثانویه گرفته شده و مذاب تمیز به‌درون قالب جاری می‌گردد .

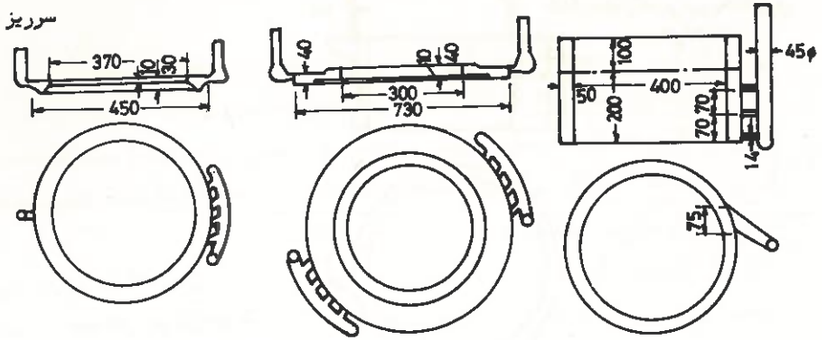
ــ نمونه‌های عملی کاربرد سیستم راهگاهی نوع C :

شکل ۹۰ ــ ۴ رینگ انتهایی موتور (End ring of motor) را نشان می‌دهد . اگر قطر رینگ زیاد باشد ، با استقرار دو راهگاه در دو سوی رینگ سرعت ذوب‌ریزی را افزایش‌می‌دهند . نمونه دیگر کاربرد راهگاه‌نوع C ریختن فلانچ شکل ۹۱ ــ ۴ می‌باشد .

ــ نمونه‌های کاربرد سیستم راهگاهی نوع D :

کاربرد موفقیت‌آمیز این نوع سیستم راهگاهی در ریخته‌گری رینگ پیستون با سه راهگاه‌پله‌ای می‌باشد (شکل ۹۲ ــ ۴) . در استفاده از این سیستم توجه زیادی به انجماد جهت‌دار قطعه باید داشت .

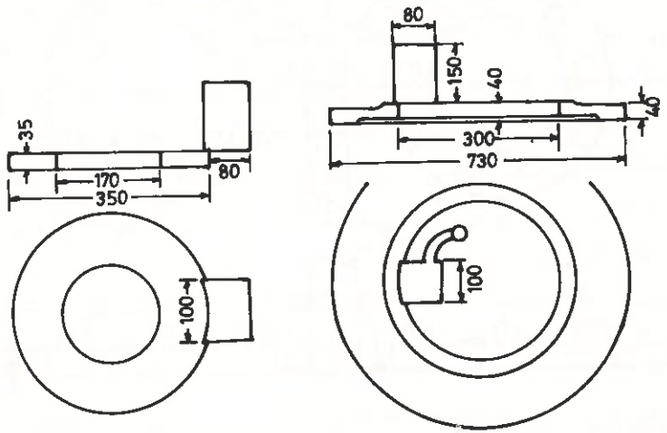
ــ نمونه‌ای از کاربرد راهگاه نوع تماسی برای قطعه ریخته‌گری که هر دو سطح آن ماشینکاری می‌شود به شرح شکل ۹۳ ــ ۴ می‌باشد . همیـن سیستم راهگاهی برای ریخته‌گری رینگ با ضخامت زیاد نیز به‌کار گرفته می‌شود (شکل ۹۴ ــ ۴) .



شکل ۹۰–۴
نمونه‌عملی (۱) نوع C

شکل ۹۱–۴
نمونه‌عملی (۲) نوع C

شکل ۹۲–۴
نمونه‌عملی نوع D



(۱) نمونه راهگاه‌بارریز نوع‌تماسی

شکل ۹۳–۴

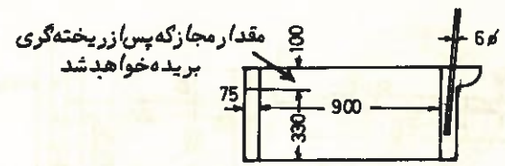
(۲)نمونه عملی‌راهگاه‌بارریزنوع‌تماسی

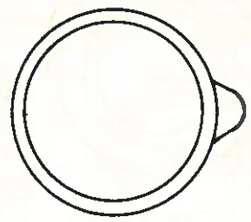
شکل۹۴–۴

ــ ریخته‌گری روباز یکی از روشهای ریخته‌گری قطعات رینگی می‌باشد ، بدین‌صورت که سطح بالای قالب را باز نگهداشته و مذاب از آنجا به‌طور مداوم به درون قالب ریخته می‌شود . به علاوه در تمام‌مدت‌به‌کمک میله‌ای بلندبه قطر ۶ میلیمتر ، سرباره و ناخالصیها بر روی مذاب شناورمی‌مانند . این روش‌ابتدایی به‌نظر می‌رسد اما با بکارگیری آن ، قطعات سالم بدون ناخالصی ریخته می‌شوند .

ــ آخرین نمونه‌ازکاربرد سیستم راهگاهی برای قطعات رینگی همراه با مشخصات آن به شرح شکل ۹۶ ــ ۴ می‌باشد .

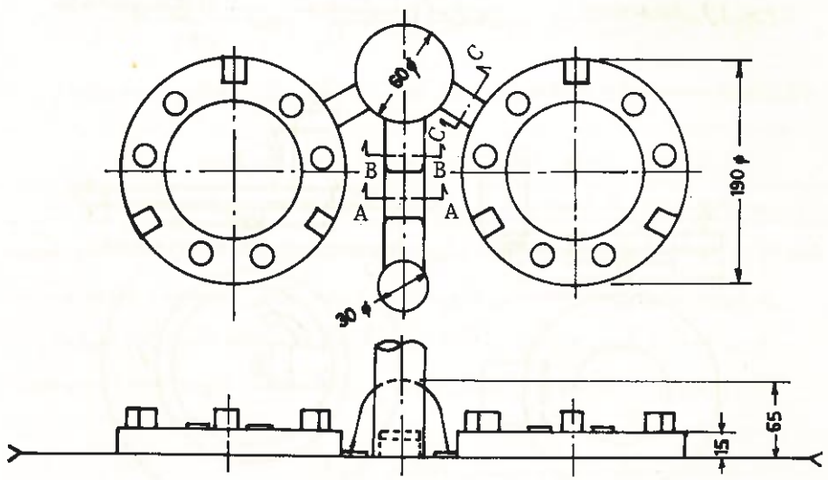
www.iran-mavad.com
ایران مواد

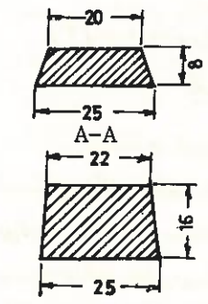




سیستم ذوب‌ریزی باز

شکل ۹۵–۴





جنس : چدن FC25

وزن قطعه : ۴/۴ کیلوگرم

وزن مذاب : ۶/۱ کیلوگرم

اندازه درجه : ۴۵۰×۴۵۰ میلیمتر

درجه‌حرارت ذوب‌ریزی : ۱۴۵۰–۱۴۰۰ درجه سانتیگراد

ماسه : ماسه ترکیبی

قالبگیری : قالبگیری ماشینی

شکل ۹۶–۴

www.iran-mavad.com
ایران مواد

۶–۴ قطعات از نوع صفحه

۱–۶–۴ عیوب ریخته‌گری که عموما" در این قطعات بوجود می‌آیند

ریخته‌گری صفحات تخت باسطح زیاد بدون وجود عیب ریخته‌گری در سطح بالا ، حتی اگر این قطعات به همان صورت ریخته شده (بدون ماشینکاری) مورد استفاده قرار گیرند ، نسبتا" مشکل می‌باشد . همچنین صفحاتی که سطوح آن ماشینکاری می‌شوند نیز اغلب دارای عیوب ریخته‌گری در هر دو سطح هستند .

از آنجایی که مذاب برای مدت زمان نسبتا" طولانی داخل قالب جریان می‌یابد نواحی قبل از راهگاههای فرعی (بخصوص در حالتی که قالبگیری به روش تر باشد) صدمه دیده وآخـال ناشی از این عمل بصورت عیوب ریخته‌گری در سطح بالای قطعه ظاهر می‌گردند . به علاوه‌خطر فروریختن سقف قالب یا شکم دادن و پوسته شدن آن نیز وجود دارد .

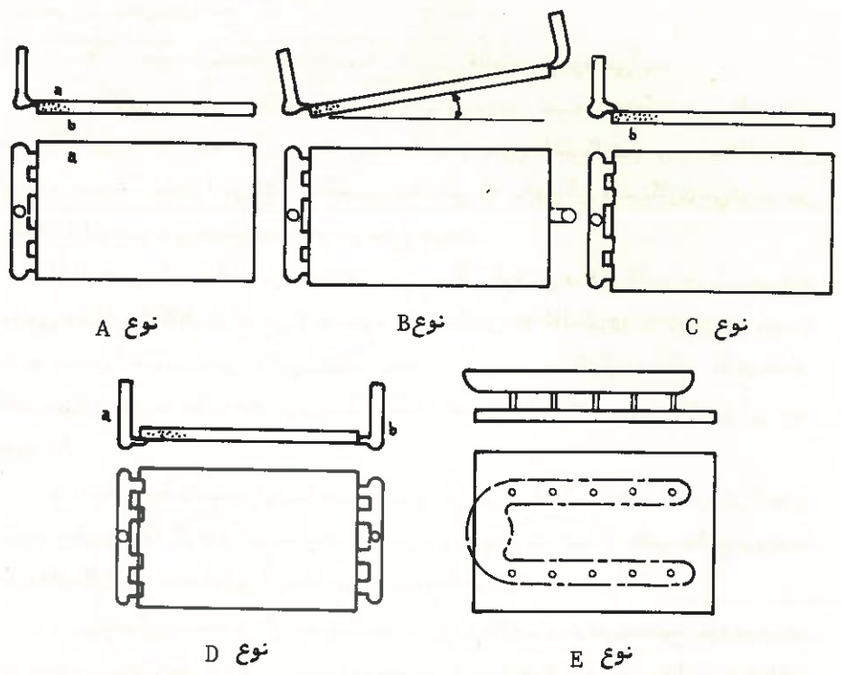
چنانچه‌شرایط ماسه‌مصرفی مناسب نباشد و طراحی ریخته‌گری قطعه به درستی انجام نگیرد بطوری که گازهای تولید شده در حین ذوب‌ریزی نتوانند از قالب خارج گردند ، حفره‌های گازی در قسمتهایی از سطح رویی قطعه ظاهر می‌شوند .

در ریخته‌گری صفحات نازک ، چنانچه توزیع راهگاههای فرعی صحیح نبوده‌و درجه حرارت‌ذوب‌ریزی‌پایین و زمان ذوب‌ریزی طولانی باشد ، جوش نخوردن مذاب رخ خواهد داد (مذاب قسمتهایی از قالب را پر نکرده یا در نواحی تلاقی به‌هم جوش نمی‌خورد) . اگر درجه قالبگیری سالم نباشد یا آنکه بستن آن درست انجام نگیرد ، گاهی در اثر ذوب‌ریزی‌غلط ، ضخامت صفحه‌غیریکنواخت‌شده یا آنکه به علت غیریکنواختی سرد شدن پیچیدگی در آن ایجاد می‌شود .

۲–۶–۴ انواع سیستمهای راهگاهی مناسب برای ریخته‌گری صفحات

این نوع سیستمهای راهگاهی به‌شرح شکل ۹۷ – ۴ می‌باشند .

–نوع A : این نوع معمول‌ترین سیستم راهگاهی برای ریخته‌گری صفحه می‌باشد . اماچنانچه‌در ریخته‌گری‌صفحات‌بزرگ‌زمان‌ذوب‌ریزی‌طولانی بوده یا آنکه ماسه از استحکام کمی برخوردار باشد ، در سطح بالای قالب (بعد از راهگاههای فرعی a) و قسمتی از سطح‌پایین قالب یعنی جایی که مذاب به داخل قالب ریخته می‌شود (قسمت b) ، سطح ماسه صدمه خواهد دید و گاهی عیوب ریخته‌گری در این قسمتها در قطعه ظاهر خواهند شد .درهر صورت باقالبگیری به روش خشک یا CO_2 و افزایش سرعت ذوب‌ریزی ، نتیجه نسبتا" خوبی عاید می‌گردد .



شکل ۹۷–۴ *انواع سیستم‌های راهگاهی مناسب برای ریخته‌گری صفحه*

– نوع B : قالب نسبت به افق زاویه دارد به‌طوریکه راهگاه بارریز در طرف پایین قرارمی‌گیرد . ازآنجایی‌که مذاب در ابتدا جلوی راهگاههای فرعی متراکم می‌شود ، عیوب مربوط به‌نوع A بوجود نخواهند آمد . در مورد صفحات ضخیم ، چنانچه ذوب‌ریزی آرام انجام گیرد ، گازهای موجود در قالب فرصت خروج از قالب را داشته و در نتیجه قطعات با عیوب خیلی کم تولید خواهند شد .

– نوع C : در این نوع سیستم راهگاهی ، راهگاههای فرعی به لبه صفحه آویزان می‌باشندوبرای جلوگیری از صدمه‌دیدن سطح درجه‌رویی توسط جریان مذاب ، راهگاههای فرعی در سطح درجه رویی تعبیه می‌گردند . آخـال در این سیستم نسبت به نـوع A کمتر دیده می‌شود ، اما هنوز ماسه قسمت b (شکل ۹۷ – ۴ نوع c) احتمال صدمه دیدن دارد .

نوع D : همانگونه که در شکل مشاهده می‌گردد ، مذاب از طریق یکی از راهگاههای فرعی a یا b و از زیر وارد قالب می‌گردد . در این حالت ، چنانچه راهگاههای فرعی بزرگتر از راهگاه بارریز باشند ، ماسه قالب کمتر صدمه خواهد دید .

– نوع E : این سیستم راهگاهی اغلب برای ریخته‌گری صفحات ضخیم و عریض به‌کار گرفته‌می‌شود . فشارمذاب در تمام سطوح یکنواخت بوده و از این رو عیوبی از قبیل غیریکنواختی ضخامت یا جوش نخوردن مذاب کمتر بروز می‌کنند . قالبگیری بروش CO_2 یا خشک برای این نوع سیستم راهگاهی مناسب می‌باشند .

به‌طور کلی برای جلوگیری از صدمه دیدن قالب ، در انتخاب روش قالبگیری توجه زیادی‌باید به عمل‌آورد ، بدین‌معنی که برای صفحات بزرگ قالب به روش خشک یا CO_2 ویا خودگیر ، و جهت صفحات کوچک قالب به روش تر تهیه گردد .

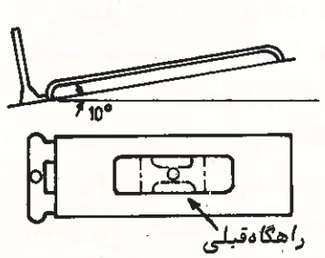
۳ – ۶ – ۴ نمونه‌های عملی کاربردسیستمهای راهگاهی مناسب برای ریخته‌گری صفحه

– نمونه عملی کاربرد نوع B (شکل ۹۸ – ۴): این صفحه در ابتدا بطور افقی ریخته‌گری می‌شد ، اماقطعه حاصله با سـرد جوشـی مذاب و شسته شدن ماسه‌همراه بود . در مرحله بعدی ریخته‌گری صفحه تحت ۱۰ درجه شیب نسبت به افق انجام گرفت که با موفقیت توام بود .

– نمونه عملی کاربرد نوع C (شکل ۹۹ – ۴)

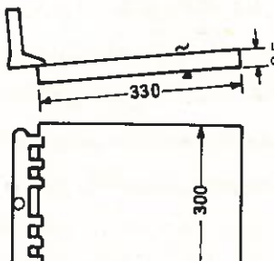
– نمونه عملی کاربرد نوع D (اشکال ۱۰۰ – ۴ و ۱۰۱ – ۴) : با استقرار تعداد زیادی راهگاههای فرعی و افزایش سرعت ذوب‌ریزی ، قالب کمتر صدمه خواهد دید . در حالی که سطح صفحه وسیع باشد ، از دو راهگاه بارریز استفاده می‌شود .

– نمونه‌عملی‌کاربردنوع E (اشکال ۱۰۲ و ۱۰۳ – ۴): شکل ۱۰۲ – ۴ نمونه سیستم راهگاهی‌صفحات‌بزرگ که در کتاب Dwyer (راهگاه و تغذیه برای قطعات) به‌آن اشاره شده را نشان می‌دهد . Dwyer درباره این قطعات چنین توضیح می‌دهد : " صفحات بزرگ‌معمولا " از طریق نصب تعداد زیادی راهگاه فرعی در یک طرف ذوب‌ریزی می‌شوند ، اما این روش در مورد صفحات نازک موفقیت‌آمیز نمی‌باشد . به علت سطح تماس زیاد



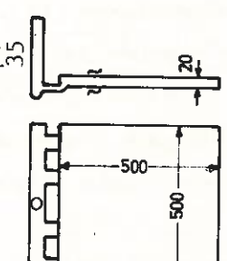
شکل–۹۸–۴

نمونه عملی نوع B



شکل ۹۹–۴

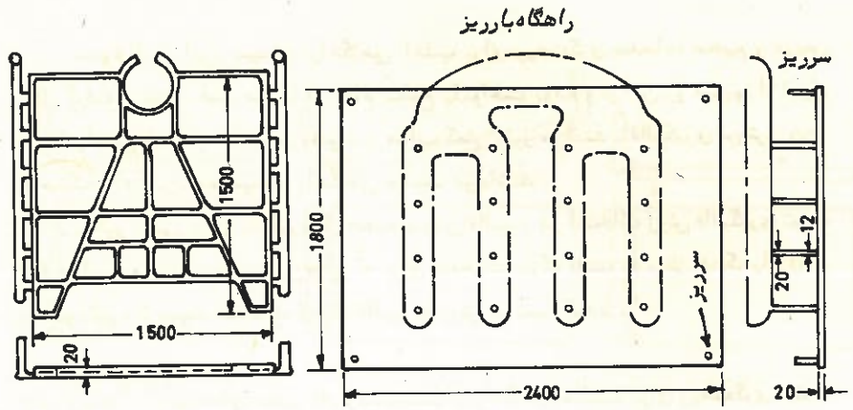
نمونه عملی نوع C



شکل ۱۰۰–۴

نمونه‌عملی (۱)نوع D

www.iran-mavad.com
ایران مواد



شکل ۱۰۲–۴
نمونه عملی (۱) نوع E

شکل ۱۰۱–۴
نمونه عملی (۲) نوع D

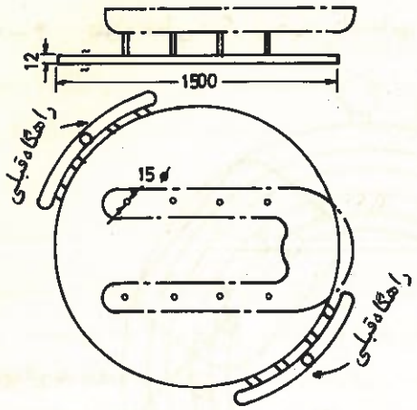
مذاب با ماسه ، انجماد به سرعت رخ می‌دهد و ازاین‌رو سرعت ذوب‌ریزی باید زیاد باشد . درغیراین‌صورت عیب جوش نخوردن مذاب بوجود می‌آید (زمانیکه صفحه نازک باشد) . به‌علاوه در اثر تنش‌های بوجود آمده در سطوح بالا و پایین قالب ، ضخامت قطعه غیریکنواخت شده و گاهی به‌همین‌علت ، پیچیدگی در قطعه بوجود می‌آید . همچنین در اثر ذوب‌ریزی سریع ، شسته شدن ماسه قسمتهای راهگاه وبعد از آن بوسیله مذاب افزایش یافته و نهایتا " سبب بروز ذرات ناخالصی (dross) در قطعه می‌گردد . برای توزیع یکنواخت مذاب درقالب ، در تمام جهات قطعه باید راهگاه فرعی تعبیه کرد . امااین باعث افزایش ابعاد درجه قالبگیری می‌شود که در عمل مشکلاتی بوجود می‌آورد . "

بهترین سیستم راهگاهی برای صفحات با سطح وسیع که احتیاج به ماشینکاری دارند ، در شکل ۱۰۲ – ۴ به‌نمایش گذاشته شده‌است . ازآنجایی که مذاب به‌طور یکنواخت به‌درون قالب جریان می‌یابد ، صفحاتی با ضخامت یکنواخت و بدون‌عیوب ریخته‌گری و تنش قابل تهیه می‌باشند .

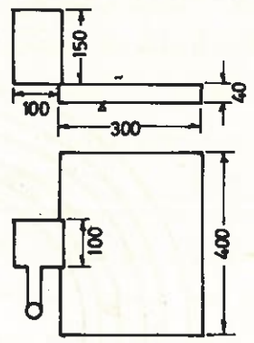
صفحه‌گرد نازک شکل ۱۰۳ – ۴ ابتدا از طریق راهگاه شماره (۱) ذوب‌ریزی می‌شد ، اما قطعه با عیوب ریخته‌گری از جمله غیریکنواخت بودن ضخامت و جوش نخوردن مذاب همراه بود . بعد از تعویض سیستم راهگاهی به‌نوع E نتیجه رضایتبخش بدست آمد .

نمونه کاربرد سیستم راهگاهی تماسی برای ریخته‌گری صفحات به‌شرح اشکال ۱۰۴ – ۴ و ۱۰۵ – ۴ می‌باشند . این نوع راهگاه برای صفحات نسبتا " ضخیم با ابعاد نه چندان‌بزرگ ، نتیجه خوبی داشته است .

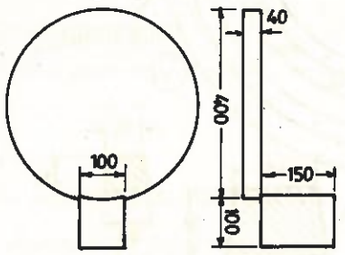
ریخته‌گری عمودی ازجمله انواع خاص ریخته‌گری صفحات می‌باشد (شکل ۱۰۶ – ۴) . برای صفحاتی‌که تمام سطوح آن ماشینکاری می‌شوند ، مطمئن‌ترین روش ، ریخته‌گری عمودی



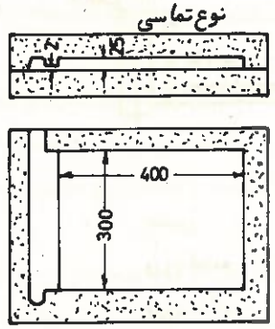
شکل ۱۰۳–۴– نمونه عملی نوع E



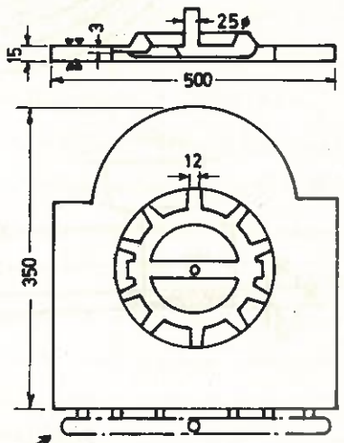
شکل ۱۰۴–۴ – نمونه‌عملی (۱)
راهگاه باریز نوع تماسی



شکل ۱۰۵–۴ – نمونه‌عملی (۲) راهگاه باریز
نوع تماسی



شکل ۱۰۶–۴ نمونه عملی ریخته‌گری عمودی صفحات



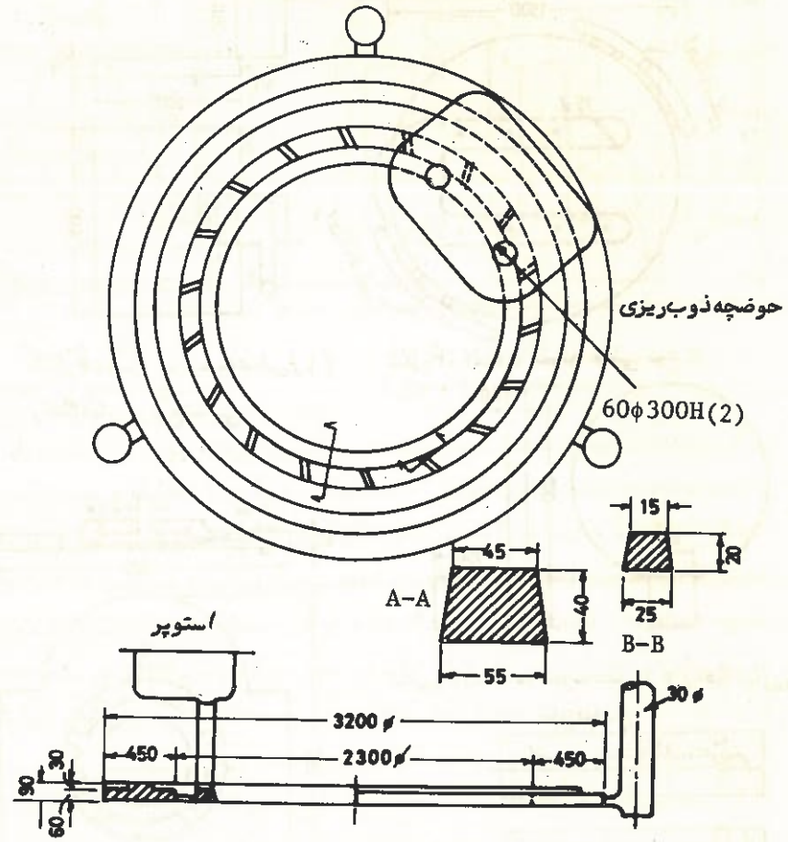
شکل ۱۰۷–۴
نمونه‌عملی راهگاه باریز برای
صفحه‌ای با دریچه‌ای در وسط آن

می‌باشد . قالبگیری به روش خشک یا خودگیر و یا سایر روشها انجام می‌شود .

صفحهٔ دارای قسمت پنجره‌ای شکل ۱۰۷ – ۴ در ابتدا از طریق راهگاه (۱) ریخته می‌شد ، اما عیوبی از قبیل وجود آخال و حفره‌های گازی در قطعه ، ایجاد می‌گردید . با استقرار راهگاه نوع چرخی در قسمت پنجره به‌جای راهگاه قبلی ، نتیجه رضایت‌بخش حاصل شد .

www.iran-mavad.com
ایران مواد

۴ ــ ۶ ــ ۴ نمونه عملی دیگر (جهت راهنمایی) در شکل ۱۰۸ ــ ۴ آمده است



جنس	:	چدن FC25
وزن قطعه	:	۲/۲ تن
وزن مذاب	:	۲/۸ تن
درجه‌حرارت ذوب‌ریزی	:	۱۳۵۰ درجه سانتیگراد
زمان ذوب‌ریزی	:	۴۰ ثانیه
نوع قالب	:	خشک
قالبگیری	:	دستی

شکل ۱۰۸ــ۴

۴ ــ ۷ قطعات از نوع مخزن (Vessel Casting)

مخازن از نقطه نظر ریخته‌گری به دو نوع محفظه‌جعبه‌ای (Box Type Case) و بادیه‌ای (Pot Type) تقسیم می‌گردند . درهر دو حالت ذوب‌ریزی از بالا یا پایین و یا از هر دو سو انجام می‌گیرد .

۱ ــ ۷ ــ ۴ راهگاه بارریز برای محفظه جعبه‌ای کوچک

معمولا" در این حالت ، قالب به روش تر قالبگیری شده و ماهیچه به روش CO_2 تهیه می‌گردد . اما گاهی هر دو قسمت به روش تر ساخته می‌شوند . در روش تر عیوب ناشی از ماسه در قطعه به‌وجود می‌آیند و به همین علت درصد اسقاطی بالا رفته و هزینه‌تمام‌شده افزایش‌می‌یابد . به علاوه هنگامی که استحکام زیاد از قطعه انتظار برود ، به تدریج قطعات ساخته شده از صفحات فولادی جایگزین آنها می‌شوند . در هر صورت هنوزساخت‌مخازن‌بااشکال‌پیچیده و مقاوم در مقابل حرارت وخوردگی به طریق ریخته‌گری چدن (داکتیل یا چدن آلیاژی) انجام می‌گیرد .

نمونه‌های عملی سیستم راهگاهی برای محفظه‌های جعبه‌ای :

ــ شکل ۱۰۹ ــ ۴ : به‌علت‌نازکی‌جداره نسبت به ابعاد قطعه واشکال در توزیع مذاب درذوب‌ریزی‌ازپایین ،ذوب‌ریزی‌ازطریق‌راهگاههای فرعی صفحه‌ای از بالا انجام می‌گیرد . همانگونه که در شکل مشاهده می‌شود ، ماسه سطح بالای قالب در جلوی راهگاههای فرعی به وسیله مذاب شسته شده و به صورت ناخالصیها یا آخال در سطح بالای قطعه ظاهر می‌گردد .

ــ شکل (a) ۱۱۰ ــ ۴ : در این حالت مذاب از طریق راهگاههای فرعی لبه‌ای به درون قالب جریان می‌یابد ، اما در قسمتهای بعد از راهگاه عیب ریشه درقطعه بوجود می‌آید . ظهور این عیب در قطعه گواه آن است که این سیستم راهگاهی به خوبی سیستم شکل ۱۰۹ ــ ۴ نمی‌باشد .

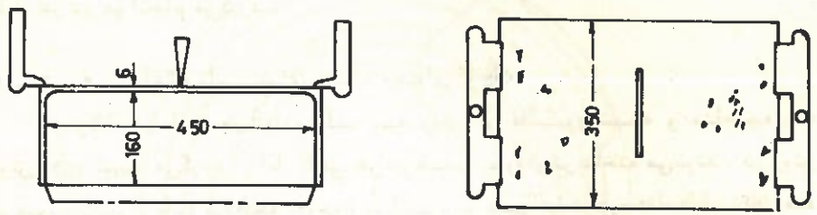
ــ شکل (b) ۱۱۰ ــ ۴ : با پایین آوردن راهگاههای فرعی به مقدارکم ، جریان مذاب به جای برخورد به ماسه سطح بالایی قالب (روش قالبگیری تر) ، به ماهیچه از نوع CO_2 اصابت می‌کند واز آنجایی که استحکام این نوع ماسه زیاد می‌باشد ، قطعه بدون عیب حاصل می‌گردد .

ــ شکل ۱۱۱ ــ ۴ : نظر به اینکه قسمت پایین محفظه نسبتا" گرد می‌باشد ، حتی با نصب راهگاه فرعی در سطح جدایش مانند حالت (b) ۱۱۰ ــ ۴ قطعه‌ای سالم می‌توان تهیه کرد .

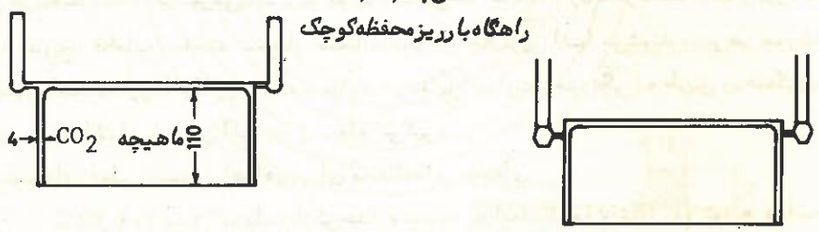
ــ شکل ۱۱۲ ــ ۴ : نمونه‌ای است از سیستم راهگاهی از پایین که مناسب محفظه‌های

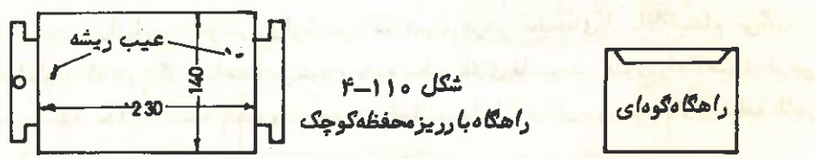
www.iran-mavad.com
ایران مواد

کوچک می‌باشد . اگر محفظه بزرگ بوده امادر هنگام استفاده از سیستم راهگاهی از پایین در چرخش جریان مذاب خللی ایجاد نگردد ، براحتی می‌توان این نوع قطعات را نیز بدون عیب ریخته‌گری کرد .

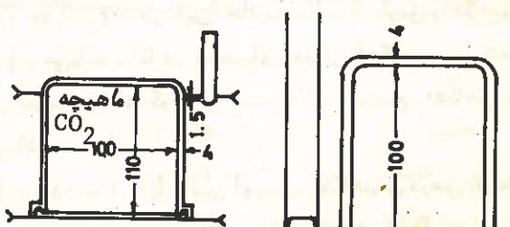


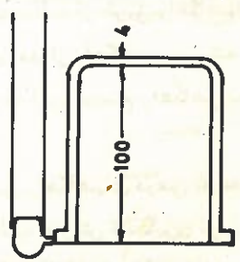
شکل ۱۰۹–۴
راهگاه باریز محفظه‌کوچک



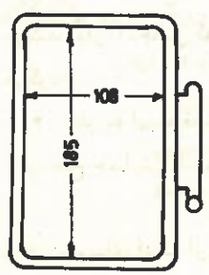


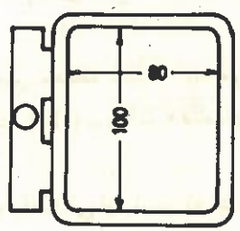
شکل ۱۱۰–۴
راهگاه باریز محفظه‌کوچک





شکل ۱۱۱–۴
راهگاه باریز
محفظه‌کوچک





شکل ۱۱۲–۴
راهگاه باریز
محفظه‌کوچک

۴ – ۷ – ۲ راهگاه مخازن بادیه‌ای

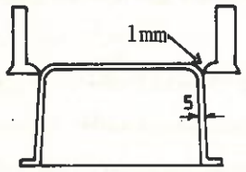
(a) راهگاه مخازن بادیه‌ای باجداره نازک :

معمولا " برای ریخته‌گری مخازن کوچک با جداره نازک (نوع بادیه‌ای) که به روش تر قالبگیری شده‌اند ، از راهگاههای اشکال ۱۱۳ – ۴ و ۱۱۴ – ۴ (ذوب‌ریزی از بالا) و یا شکل ۱۱۵ – ۴ (ذوب‌ریزی از پایین) استفاده می‌شود .

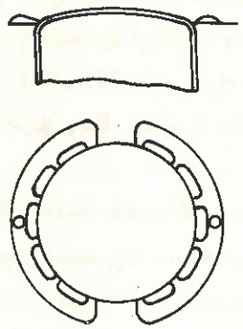
در حالت ذوب‌ریزی از بالا ، چنانچه ماسه قالبگیری خوب کنترل نشده و یا آنکه ماهیچه به‌طور یکنواخت کوبیده نشده باشد ، امکان بروز عیوبی نظیرآخال وجود دارد ، از این‌رو معمولا " ذوب‌ریزی سریع با درجه حرارت زیاد و از پایین قطعه ، مطمئن‌تر می‌باشد .

(b) راهگاه مخازن بادیه‌ای‌با جداره متوسط و ضخیم :

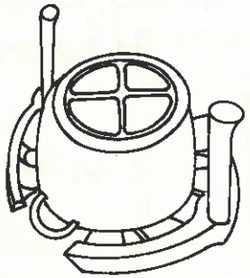
ـ نوع A (شکل ۱۱۶ – ۴) : این نوع راهگاه برای قطعات کوچک و متوسط (کمتر



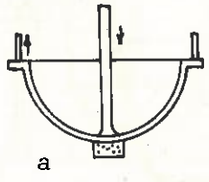
شکل ۱۱۳–۴
راهگاه باریز بادیه با ضخامت کم



شکل ۱۱۴–۴
راهگاه باریز بادیه با ضخامت کم



شکل ۱۱۵–۴
راهگاه باریز بادیه با ضخامت کم



شکل ۱۱۶–۴
راهگاه باریز نوع A

www.iran-mavad.com
ایران مواد

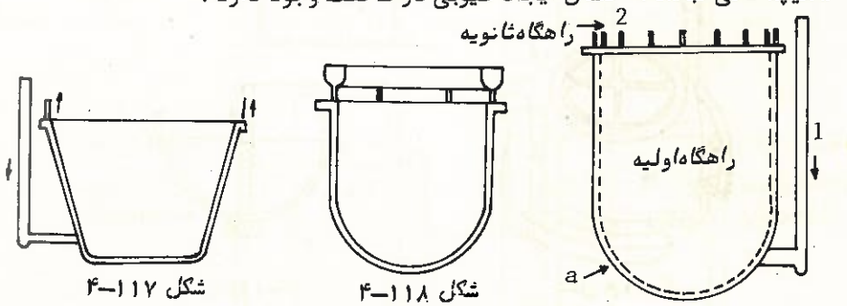
از ۵۰ کیلوگرم) کاربرد دارد . مذاب از طریق راهگاه تعبیه شده در وسط ماهیچه از پایین به درون قالب جاری می‌گردد . بنابراین هنگام استفاده از قالب به روش تر (green sand mould) ، چنانچه قسمت a که در معرض تصادم مذاب قرار دارد از ماهیچه محکم ساخته شود ، از صدمه دیدن قالب جلوگیری خواهد شد .

ـ نوع B (شکل ۱۱۷ ـ ۴) : راهگاه فرعی کمی بالاتر از ته قالب تعبیه شده است ، مذاب از پایین وارد قالب می‌گردد . از آنجایی‌که مذاب برای مدت طولانی از یک محل جریان دارد ، راهگاه و قسمتی از ماهیچه که در معرض اصابت مذاب قرار دارند باید از استحکام به‌خصوصی برخوردار باشند . به علاوه در مورد قطعات بزرگ ، از دو راهگاه در طرفین استفاده می‌گردد .

ـ نوع C (شکل ۱۱۸ـ ۴) : این‌سیستم برای‌قطعات بزرگ و متوسط مناسب می‌باشد . مذاب از طریق تعدادزیادی‌راهگاه‌فرعی‌کوچک وارد قالب می‌شود (شبیه سیستم راهگاهی مدادی) .

ـ نوع D (شکل ۱۱۹ـ ۴) : در قطعات با عمق زیاد ، برای جلوگیری از صدمه دیدن قسمت a قالب در اثر ریزش مذاب از بالا (ذوب‌ریزی از بالا به وسیله راهگاه شماره ۲) ، ابتدا ذوب‌ریزی از طریق راهگاه شماره (۱) انجام گرفته وپس از آنکه مذاب به سطح بالای قسمت a رسید ، بقیه ذوب‌ریزی از طریق راهگاه شماره (۲) ادامه داده می‌شود .

ـ نوع E (شکل ۱۲۰ ـ ۴) : در این حالت قسمت ضخیم کف بادیه در بالا نگهداشته می‌شود . ذوب‌ریزی از پایین از طریق فلابج و همچنین از سطح جدایش نزدیک قسمت بالایی ، انجام می‌پذیرد . برای اطمینان بیشتر ، بهتر است سیستم راهگاهها در ناحیه فلانچ و سطح جدایش از نوع چرخی باشند (راهگاه اصلی دور فلانچ قرار گرفته و توسط تعدادزیادی راهگاه‌فرعی کوچک به فلانچ وصل می‌گردد) . به علاوه چنانچه هواکش ماهیچه کافی نباشد ، احتمال ایجاد عیوبی در ته قطعه وجود دارد .



شکل ۱۱۹ـ۴ راهگاه بارریزنوع D

شکل ۱۱۸ـ۴

راهگاه بارریزنوع C

شکل ۱۱۷ـ۴

راهگاه بارریزنوع B

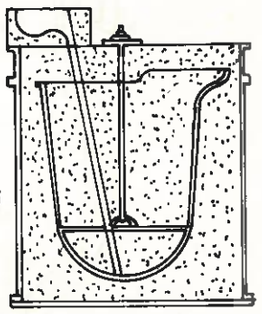
(C) نمونه‌های‌عملی‌سیستم‌راهگاهی‌برای‌مخازن بادیه‌ای با جداره متوسط و ضخیم

ـ نمونه‌راهگاه باررریزنوع A (شکل ۱۲۱ ـ ۴) : راهگاه بلندی که قسمت پایین قالب را به حوضچه ذوب‌ریزی ارتباط می‌دهد و نحوه اتصال ماهیچه چند قسمتی به درجه رویی از خصوصیات این نمونه می‌باشند . ابتدا قسمت پایین ماهیچه که با مذاب گرم در تماس است به روش خشک تهیه می‌گردد و سپس این قسمت پایه قرار گرفته و ماسه تر به روی آن کوبیده می‌شود . با تعبیه قلابی در قسمت پایین ماهیچه و اتصال آن به میله‌ای در داخل قسمت‌بالایی ،دو تکه ماهیچه به‌هم وصل می‌گردند . علت نصب این نوع راهگاه جلوگیری از صدمه دیدن احتمالی قالب می‌باشد .

ـ نمونه عملی راهگاه نوع B (شکل ۱۲۲ ـ ۴) : در این حالت سطح قالب از ماسه خشک (به روش خشک) ساخته شده است . به علاوه قسمتهایی از قالب و ماهیچه که در معرض اصابت جریان شدید مذاب می‌باشند باماسه روغنی قالبگیری می‌شوند (برای جلوگیری‌از شسته‌شدن آنها توسط جریان مذاب) . از آنجایی که همراه با بالا آمدن سطح مذاب ، درجه حرارت آن کاهش می‌یابد ، برای سالم ماندن قسمت فلانچ ، اجازه داده می‌شود که مذاب به میزان قابل ملاحظه‌ای از سوراخ سرریز بیرون ریخته شود . استفاده از قالب به روش تر ، احتمال بوجود آمدن عیوب را افزایش می‌دهد . از این‌رو هنگامی که تعداد قطعات کم باشد ، بهتر است که قالب به روش خشک یا CO_2 تهیه گردد .

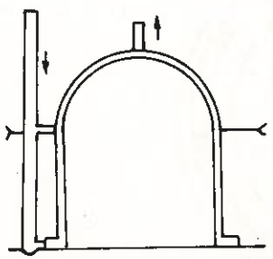
ـ نمونه راهگاه نوع C (شکل ۱۲۳ ـ ۴) : نمونه کاربرد راهگاه نوع C برای یک قطعه بزرگ در شکل ۱۲۳ ـ ۴آمده است . برای اطمینان از سالم ماندن قسمت فلانچ ، سرریز به آن وصل می‌شود .

ـ نمونه‌عملی‌راهگاه‌نوع E (شکل ۱۲۴ـ ۴) : چنانچه قالب به روش‌تر تهیه گردیده باشد ، مذاب از طریق راهگاه b (کنار وپایین قالب) به درون قالب ریخته می‌شود .



شکل ۱۲۱ـ۴

نمونه‌عملی‌راهگاه‌باررریزنوع A



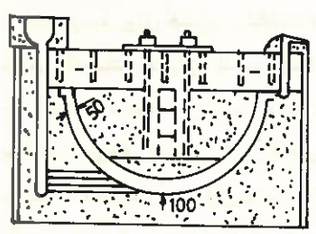
شکل ۱۲۰ـ۴

راهگاه باررریزنوع E

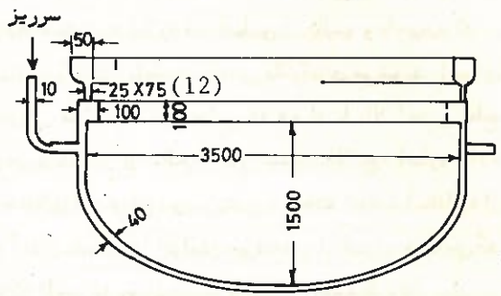
www.iran-mavad.com
ایران مواد

در صورتیکه ماهیچه‌بالایی‌به‌روش‌خشک ساخته‌شود ، ذوب‌ریـــزی از بـــالا (a) نیز امکان‌پذیر می‌باشد . در هر صورت تولید قطعات سالم (بدون‌عیب) با استفاده از راهگاه h نسبتا " آسان است ، اما کیفیت ماسه وعملیات قالبگیری باید به دقت کنترل شوند .

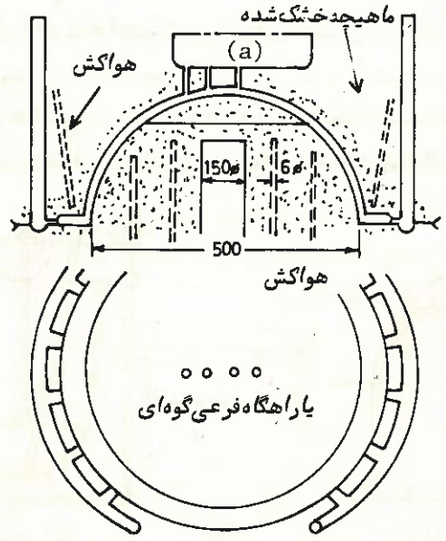
اشکال ۱۲۵ – ۴ و ۱۲۶ – ۴ سیستم‌های راهگاهی مناسب برای ریخته‌گری وان حمام را نشان می‌دهند . عموما " دو نوع سیستم راهگاهی برای این قطعات به‌کار می‌روند . در نوع اول (شکل ۱۲۵ – ۴ و ۱۲۶ – ۴ قسمت C) دو راهگاه بارریز از طریق یک راهگاه اصلی طویل و تعداد زیادی راهگاه فرعی نازک به قالب اتصال می‌یابند . مذاب توسط



شکل ۱۲۲–۴
نمونه عملی راهگاه باریزنوع B



شکل ۱۲۳–۴ – نمونه عملی راهگاه باریزنوع C

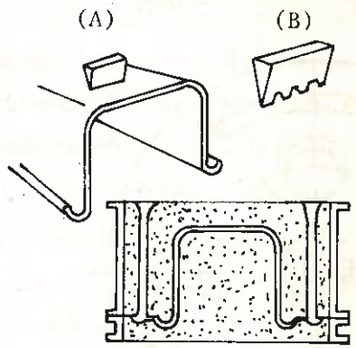


شکل ۱۲۴ – ۴ – نمونه عملی راهگاه باریزنوع E

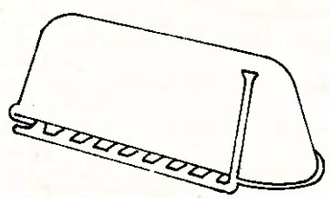
دوپاتیل‌به درون دو راهگاه طرفین وان ریخته شده و از پایین پس از طی مسیر راهگاههای اصلی‌وفرعی به درون قالب جریان می‌یابد . مزیت این روش عدم شسته شدن ماسه توسط مـذاب (برخلاف طریقه ریختن مـذاب از بـالا به پایین) مـی‌باشد . امـااز آنجایی که مذاب به تدریج از پایین به بالا قالب را پر می‌کند ، فشار زیاد مذاب باعث انبساط قالب به مقدار کم در قسمت پایین می‌گردد و از این رو ضخامت ناحیه پایین و اطراف وان تمایل به افزایش دارد .

نوع دیگر سیستم راهگاهی مناسب وان حمام ، کاربرد راهگاههای گوه‌ای (قسمتهای A و B شکل ۱۲۵ – ۴) می‌باشدکه‌در۳ تا ۴ محل به فواصل حدود ۳۰۰ میلیمتر از یکدیگر روی‌وان‌تعبیه‌می‌شوند .موفقیت‌این‌سیستم راهگاهی بستگی به خواص ماسه‌مخلوط ، قابلیت عبور گاز ، یکنواختی کوبیدن ماسه‌و عوامل دیگر دارد .

جهت راهنمایی ، یک نمونه سیستم راهگاهی برای ریختن درام وینچ جرثقیل در شکل ۱۲۷ – ۴ همراه با مشخصات قطعه به نمایش گذاشته شده است .

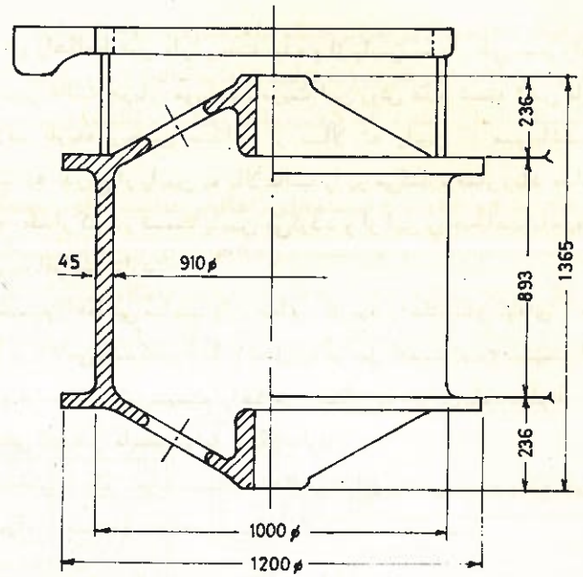


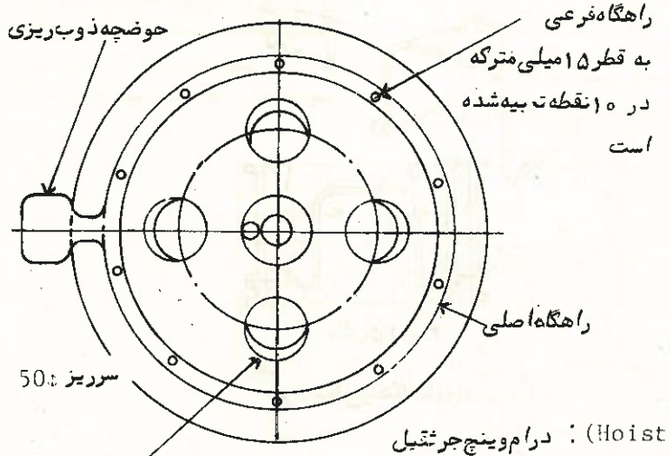
شکل ۱۲۵–۴
نمونه عملی راهگاه باریزنوع E



شکل ۱۲۶–۴
نمای اصلی یک‌وان حمام

www.iran-mavad.com
ایران مواد





نام (Hoist Drum) : درام وینچ جرثقیل

وزن قطعه	:	۱/۳ تن
جنس	:	چدن FC25
وزن مذاب	:	۱/۶۵ تن
درجه‌حرارت ذوب‌ریزی	:	۱۳۵۰ درجه سانتیگراد
زمان ذوب‌ریزی	:	۴۶ ثانیه
نوع قالب	:	خشک
نوع قالبگیری	:	دستی

شکل ۱۲۷–۴

۸ – ۴ قطعات از نوع درپوش

۱ – ۸ – ۴ انواع سیستمهای راهگاهی مناسب برای ریختن درپوشها

درپوش‌مانند مخزنی با عمق خیلی کم به حساب می‌آید . به همین دلیل سیستمهای راهگاهی در ریخته‌گری آنها عموما " مشابه سیستمهای راهگاهی مورد استفاده در ریخته‌گری مخازن می‌باشند . ریخته‌گری درپوشها به روشهای گوناگونی انجام می‌گیرد .

ذوب‌ریزی از پایین در شرایطی که قسمت مقعر قالب به طرف پایین باشد ، ذوب ریزی به‌طرف پایین توسط راهگاههای فرعی که در سطح بالای قالب تعبیه شده‌اند ، ذوب‌ریزی به طرف پایین توسط راهگاههای فرعی که در اطراف سطح بالای قالب نصب شده‌اند ، یا– اینکه ذوب‌ریزی از بالا به وسیله راهگاههای فرعی مستقر در اطراف قطعه در شرایطی که قسمت مقعر قالب به طرف بالا باشد .

– راهگاه نوع A (شکل ۱۲۸ – ۴) : قسمت مقعر به‌طرف پایین بوده وذوب‌ریزی از پایین‌ازطریق‌یک یاچند راهگاه فرعی در اطراف قالب (تعداد راهگاه به ابعاد و ضخامت قطعه بستگی دارد) انجام می‌گردد . سرریز در مرکز قالب و در بالا ایجاد می‌شود . این سیستم یکی‌ازمطمئن‌ترین‌سیستمهای‌راهگاهی برای ریخته‌گری درپوشهای کوچک در شرایطی که تمام قالب به روش ماسه تر گرفته شود ، می‌باشد .

– راهگاه نوع B (شکل ۱۲۹ – ۴) : دراین حالت‌قسمت مقعر قطعه مانند نوع A به‌طرف پایین بوده‌و مذاب از طریق یک راهگاه فرعی گوه‌ای و یا چند راهگاه فرعی گرد از بالا به درون‌قالب ریخته می‌شود . اصولا " این سیستم راهگاهی برای قالبهایی که به روش خشک‌یاگاز کربنیک قالبگیری شده‌اند ، به‌کار می‌رود . اما ، چنانچه خواص ماسه خوب بوده وبه‌طور یکنواخت کوبیده شده باشد ، حتی در شرایطی که فقط قسمت پایین به روش خشک یا گاز کربنیک باشد ، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد . به علت ترشح مذاب ، معمولا " قسمت بالای‌قطعه‌در مقایسه با قطعاتی که به روش راهگاه نوع قبلی ریخته می‌شود ، کثیف‌تر می‌باشد .

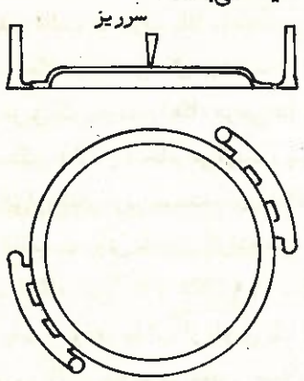
– راهگاه نوع C (شکل ۱۳۰ – ۴) : قسمت مقعر به‌طرف پایین بوده و ذوب‌ریزی از طریق چند راهگاه فرعی که در بالا و اطراف قالب نصب گردیده‌اند ، انجام می‌گیرد . در این‌حالت‌چنانچه قالب به روش تر گرفته شده و تعداد راهگاههای فرعی کم باشد ، ناحیه جلوی راهگاهها توسط مذاب شسته شده وعیوب مربوطه را در قطعه ایجاد می‌کند .

– راهگاه نوع D (شکل ۱۳۱ – ۴) : هنگام قالبگیری ، قسمت مقعر به طرف بالا نگهداشته می‌شود . راهگاه اصلی دور تادور سطح بالا را احاطه کرده و توسط تعداد زیادی راهگاه فرعی کوچک به قالب متصل می‌گردد . مذاب از بالا و از طریق راهگاههای اصلی و

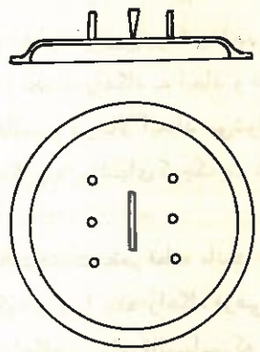
www.iran-mavad.com
ایران مواد

فرعی به درون قالب جریان می‌یابد . چنانچه قالب به روش تر گرفته شده و خواص ماسه خوب نباشد ، احتمال ایجاد عیب ریشه در نواحی بالا و جلوی راهگاه ورود مذاب ، وجود دارد .

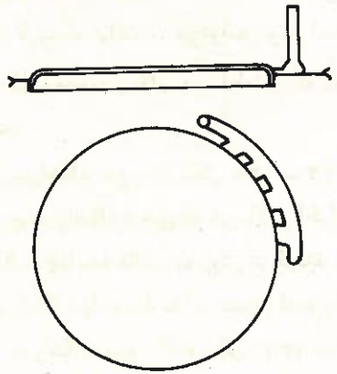
ـ راهگاه نوع E (شکل ۱۳۲ ـ ۴) : سیستم راهگاهی نوع E برای درپوشهایی که دریچه بزرگی در قسمت پایین آنها وجود دارد ، بکار برده می‌شود . معمولا " برای این نوع قطعات راهگاههای نوع A و D مناسب می‌باشند ، اما چنانچه محدودیتی در رابطه با ابعاد و ضخامت قطعه و همچنین ابعاد درجه قالبگیری وجود داشته باشد ، این نوع راهگاه به علت سادگی در قالبگیری ، مورد استفاده قرار می‌گیرد . با وجود این مزیت ، به علت ترشح مذاب در حین ذوب‌ریزی (مانند راهگاه نوع B) ، اگر قالب به روش تر گرفته شده باشد ، سطح قطعه ریخته شده نسبتا " کثیف می‌باشد .



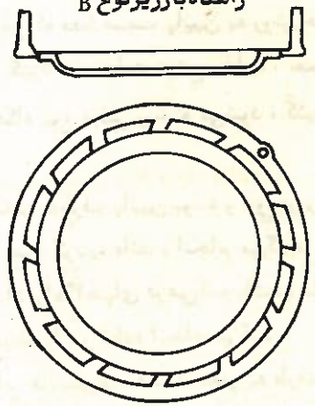
شکل ۱۲۸ـ۴
راهگاه با رریز نوع A



شکل ۱۲۹ ـ ۴
راهگاه با رریز نوع B



شکل ۱۳۰ـ۴
راهگاه با رریز نوع C

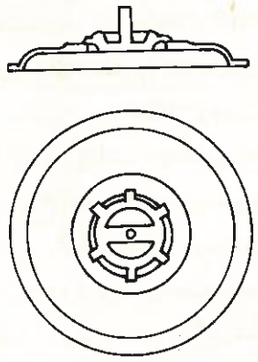


شکل ۱۳۱ـ۴
راهگاه با رریز نوع D

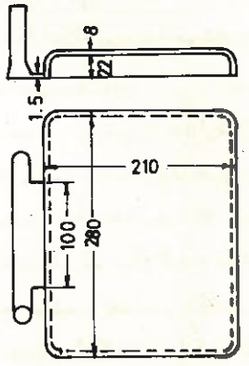
۲ ـ ۸ ـ ۴ نمونه‌های کاربرد سیستمهای راهگاهی مناسب در ریخته‌گری درپوشها

ـ نوع A (اشکال ۱۳۳ ـ ۴ ، ۱۳۴ ـ ۴) : کاربرد راهگاه نوع A برای درپوشهای کوچک و نازک به شرح شکل ۱۳۳ ـ ۴ می‌باشد و در شکل ۱۳۴ ـ ۴ چگونگی استفاده از این نوع راهگاه برای درپوشهای نسبتا " ضخیم ، آمده است .

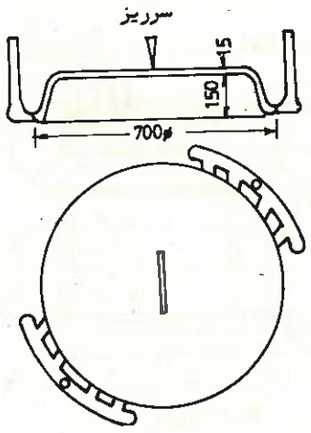
ـ نوع B (اشکال ۱۳۵ ـ ۴ ، ۱۳۶ ـ ۴ و ۱۳۷ ـ ۴) : راهگاه نوع گوه‌ای است که برای درپوشی نازک با ابعاد نسبتا " بزرگ مورد استفاده قرار گرفته است . برای این نوع قطعات ، ذوب‌ریزی از بالا با نصب راهگاه اصلی‌در سطح جدایش دور تا دور قالب و تعبیه سرریز در مرکزوبالا (سیستم راهگاهی‌نوع C) ایده‌آل می‌باشد . اما از جنبه‌های اقتصادی



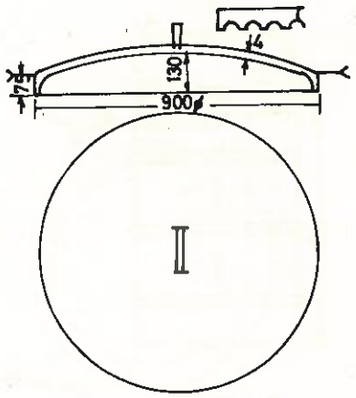
شکل ۱۳۲ـ۴
راهگاه با رریز نوع E



شکل ۱۳۳ـ۴
نمونه عملی (۱) راهگاه با رریز نوع A



شکل ۱۳۴ـ۴
نمونه عملی (۲) راهگاه با رریز نوع A



شکل ۱۳۵ـ۴
نمونه عملی (۱) راهگاه با رریز نوع B

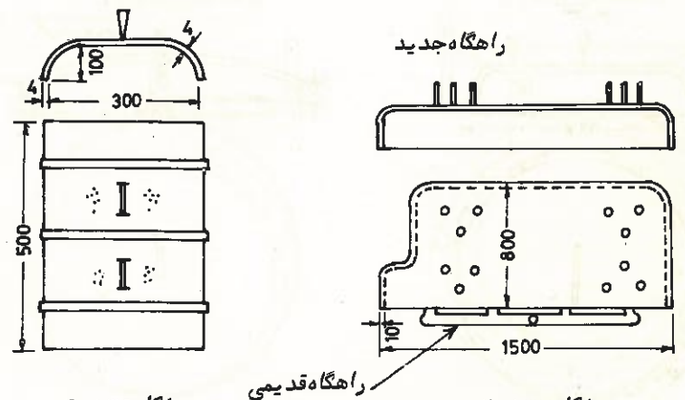
www.iran-mavad.com
ایران مواد

و به لحاظ دستیابی به حداکثر بهره ریخته‌گری و بحداقل رساندن ابعاد درجه قالبگیری، کاربرد این نوع راهگاه (نوع شکل ۱۳۵ – ۴) برای بعضی از قطعات ترجیح دارد .

شکل ۱۳۶ – ۴ نحوه استفاده از راهگاه گوه‌ای (نوع B) برای قطعه‌ای با سطح نسبتا "وسیع رانشان‌می‌دهد . چنانچه‌قالب از ماسه تر تهیه شده باشد ، جلوگیری از ایجاد عیوب ریشه یا آخـال (به‌طوری که در شکل مشاهده می‌گردد) مشکل می‌باشد . برای جلوگیری از این عیوب ، قسمت پایین قالب باید به روش CO_2 تهیه‌گردد . به هرحال در صورت استفاده از ماسه تر ، نصب راهگاههای فرعی در دو طرف قالب پیشنهاد می‌گردد .

سومین نمونه از کاربرد راهگاه نوع (B) ، مطابق شکل ۱۳۷ – ۴ ، برای درپوشی است که ازیک‌طرف باز می‌باشد . در ابتدا راهگاه شماره (۱) مورد استفاده قرار می‌گرفت ، امابه علت زیاد بودن مقدار انقباض، لبه قطعه در طرف راهگاه پیچیده می‌شد و از این‌رو دو گروه راهگاه شماره (۲) جایگزین آن شد که موفقیت‌آمیز بود .

– نوع C (اشکال ۱۳۸ – ۴ و ۱۳۹ – ۴): نمونه درپوشی با جداره نازک و عمق نسبتا "زیاد می‌باشد . چنانچه راهگاه در سطح جدایش پایین نصب گردد جریان یکنواخت مذاب به طرف بالا تضمین نمی‌شود ، لذا راهگاه باید در سطح جدایش بالا تعبیه گردد . این نوع راهگاه برای درپوشهای مستطیل شکل باعمق کم نیز بکار گرفته می‌شود (شکل ۱۳۹ – ۴) . در این حالت چنانچه ذوب‌ریزی سریع نباشد ، تعداد راهگاه‌ها را افزایش می‌دهند .درهر صورت در اثر شسته شدن ماسه نقاط بعد از راهگاه (همانگونه که در شکل مشخص شده) ، امکان ایجاد عیوب سطحی در قطعه وجود دارد .

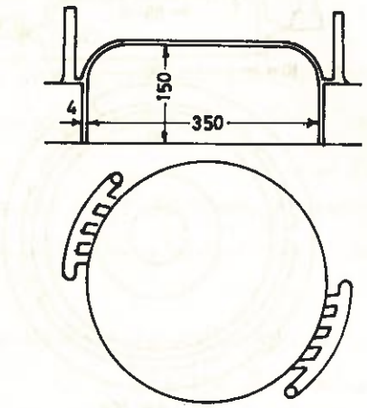


شکل ۱۳۷–۴
نمونه عملی (۳) راهگاه با ریزنوع B

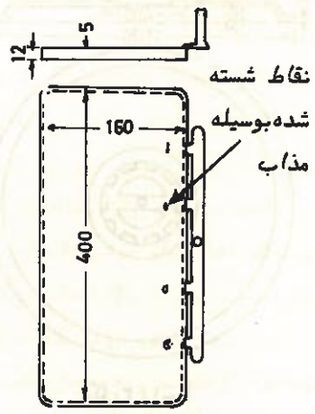
شکل ۱۳۶–۴
نمونه عملی (۲) راهگاه با ریزنوع B

– نوع D (اشکال ۱۴۰ – ۴ و ۱۴۱ – ۴): درپوشی با جداره نازک و مستطیل شکل که‌درابتدابا استفاده ازراهگاه نوع A ریخته می‌شد (حالت ۱) ، اما سطح بالای قطعه تمیز به‌دست‌نمی‌آمد تاآنکه راهگاه‌به نوع D تغییریافته و نتیجه موفقیت‌آمیز بود (حالت ۲) .

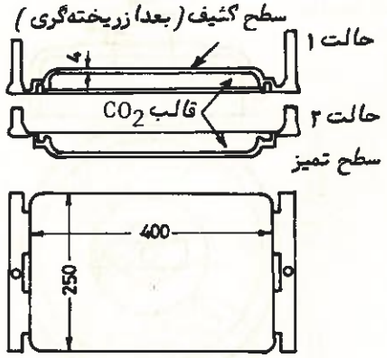
نمونه‌دوم‌کاربرد راهگاه‌نوع D مطابق‌شکل ۱۴۱ – ۴ می‌باشد .در این حالت ضخامت درپوش‌نسبتا "زیاد است و به همین دلیل ، اطمینانی‌از توزیع مناسب‌مذاب وجود ندارد . از این‌رو راهگاه در قسمتی از محیط درپوش نصب می‌گردد . هنگامی که قالبگیری به روش تر باشد ، چنانچه کیفیت ماسه و نحوه قالبگیری صحیح نباشد ، احتمال ایجاد عیب ریشه



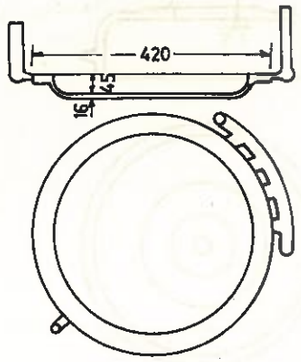
شکل ۱۳۸–۴
نمونه عملی (۱) راهگاه با ریزنوع C



شکل ۱۳۹–۴
نمونه عملی (۲) راهگاه با ریزنوع C



شکل ۱۴۰–۴
نمونه عملی (۱) راهگاه با ریزنوع D



شکل ۱۴۱–۴
نمونه عملی راهگاه با ریزنوع D

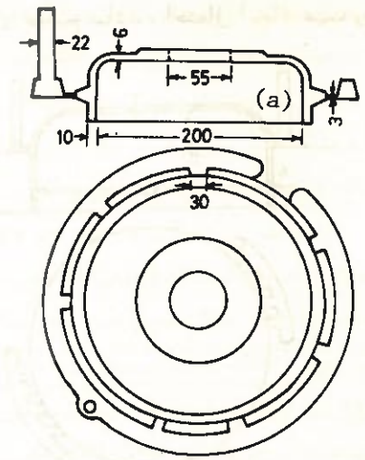
www.iran-mavad.com
ایران مواد

در جلوی جریان مذاب وجود دارد .

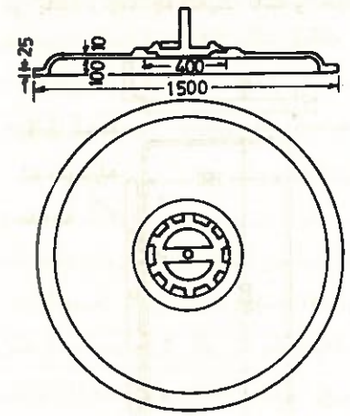
ـ نوع E (شکل ۱۴۲ ـ ۴) : در شکل ، کاربرد این نوع راهگاه برای درپوشی بزرگ کەسوراخی‌در وسط دارد ، دیده‌می‌شود . به‌علت‌پاشیدن مذاب به اطراف قالب ، راهگاههای نوع A یا D به این نوع راهگاه ترجیح داده می‌شوند .

ـ نمونه‌های دیگر کاربرد راهگاههای مناسب ریخته‌گری درپوشها

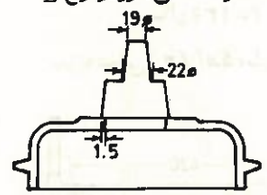
اشکال ۱۴۳ ـ ۴ تا ۱۴۶ ـ ۴ کاربرد این نوع راهگاهها را برای ریخته‌گری کاسه‌ترمز

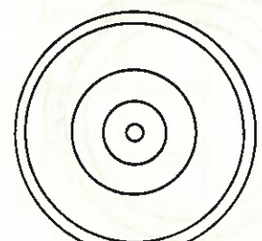


شکل ۱۴۳ـ۴
نمونه‌راهگاه‌مناسب‌ریخته‌گری‌کاسه‌ترمز (۱)

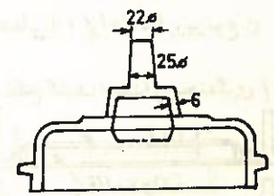


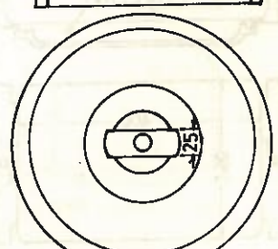
شکل ۱۴۲ـ۴
نمونه‌عملی‌با‌ریزنوع E





شکل ۱۴۴ـ۴
نمونه‌راهگاه‌مناسب‌ریخته
گری کاسه‌ترمز (۲)





شکل ۱۴۵ـ۴
نمونه‌راهگاه‌مناسب‌ریخته
گری کاسه‌ترمز (۳)

اتومبیل نشان می‌دهند .

شکل ۱۴۳ ـ ۴ معمول‌ترین‌سیستم‌راهگاهی‌در ریخته‌گری کاسه ترمز را نشان می‌دهد . راهگاه فرعی‌نوع‌چرخی‌بوده‌ودرسطح‌جدایش تعبیه می‌گردد . اما در مراحل آخر ماشینکاری در یک یا دو نقطه بعد از راهگاه حفره‌های گازی دیده می‌شود (a) و میزان اسقاطی از ۵۰% نیز تجاوز می‌کند . ترکیب شیمیایی مذاب عبارتست از ۳/۲ ـ ۳/۱ درصد C ، ۲/۲ ـ ۲/۰ درصد Si ، حداکثر ۰/۶ درصد Mn و ۰/۳ ـ ۰/۲ درصد P و گفته می‌شودکه‌در صورت افزایش کربن معادل ، تغییری در قطعه بوجود نمی‌آید ، روش قالبگیری Jolt-Squeeze (ضربه ـ فشاری) ، درجه حرارت ذوب‌ریزی ۱۴۵۰ °C و زمان ذوب‌ریزی ۷ ـ ۶ ثانیه می‌باشد .

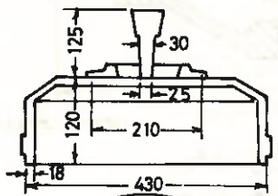
علت ایجاد حفره‌های گازی در جلوی راهگاهها (a) ، گرم شدن این مناطق برای مدت طولانی توسط مذاب و تبدیل آنها به " نقاط‌گرم " می‌باشد . برای جلوگیری از بوجود آمدن این عیب ، دو روش ذیل پیشنهاد می‌گردد :

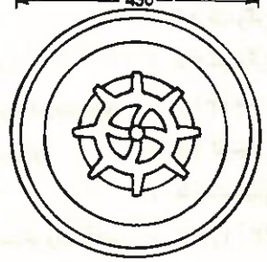
الف ـ طریقه اول استفاده از راهگاه نوع تماسی می‌باشد (شکل ۱۴۴ ـ ۴) ، بدین صورت‌که راهگاههای فرعی باندازه ۱/۵ میلیمتر در دورتا دور سوراخ وسط به قالب متصل گشته و ذوب‌ریزی از بالا انجام می‌گیرد .

ب ـ در روش دوم مذاب از بالا و از طریق راهگاههای فرعی تخت که در هر دو طرف قرار گرفته‌اند ، به داخل قالب جریان می‌یابد (شکل ۱۴۵ ـ ۴) .

یکی دیگر از سیستمهای راهگاهی در شکل ۱۴۶ ـ ۴ آمده که در چندین کارخانه به‌کار گرفته می‌شود .

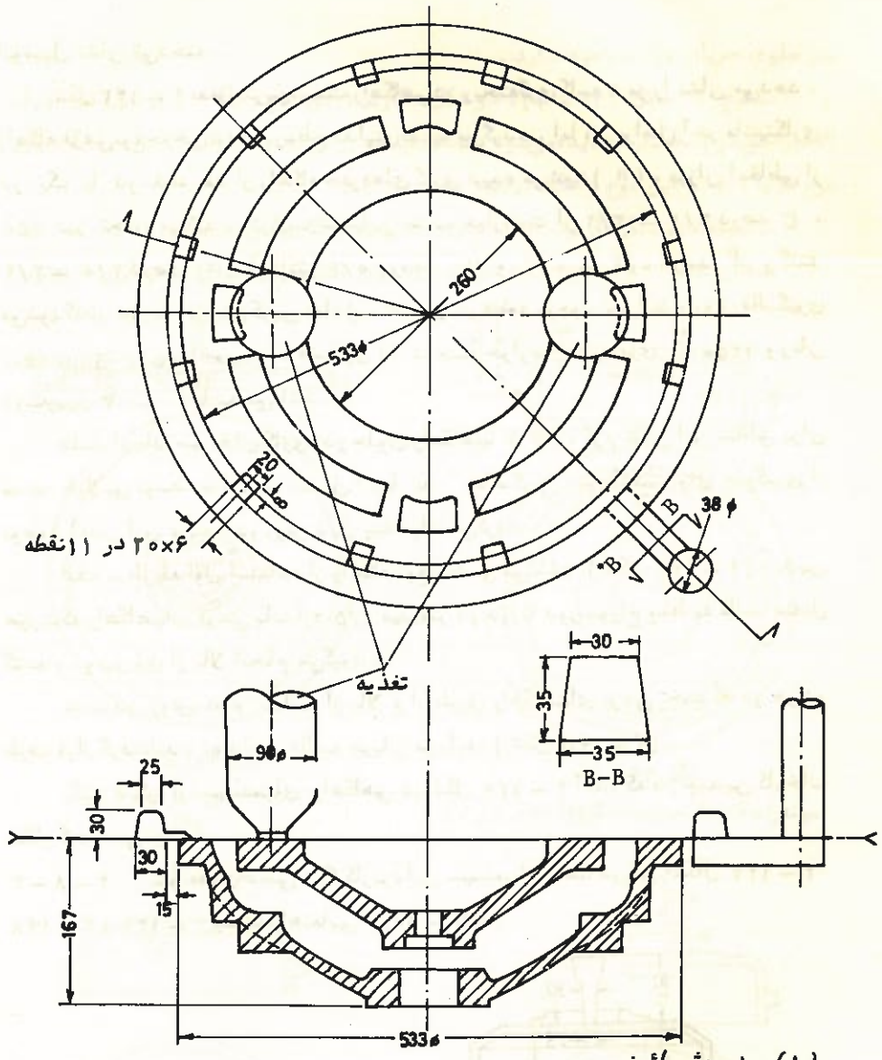
۳ ـ ۸ ـ ۴ نمونه‌های عملی دیگرکاربرداین سیستمهای راهگاهی در اشکال ۱۴۷ ـ ۴ ، ۱۴۸ ـ ۴ و ۱۴۹ ـ ۴ جهت راهنمایی آورده شده‌اند .





شکل ۱۴۶ـ۴
نمونه‌راهگاه‌مناسب‌ریخته‌
گری‌کاسه‌ترمز (۴)

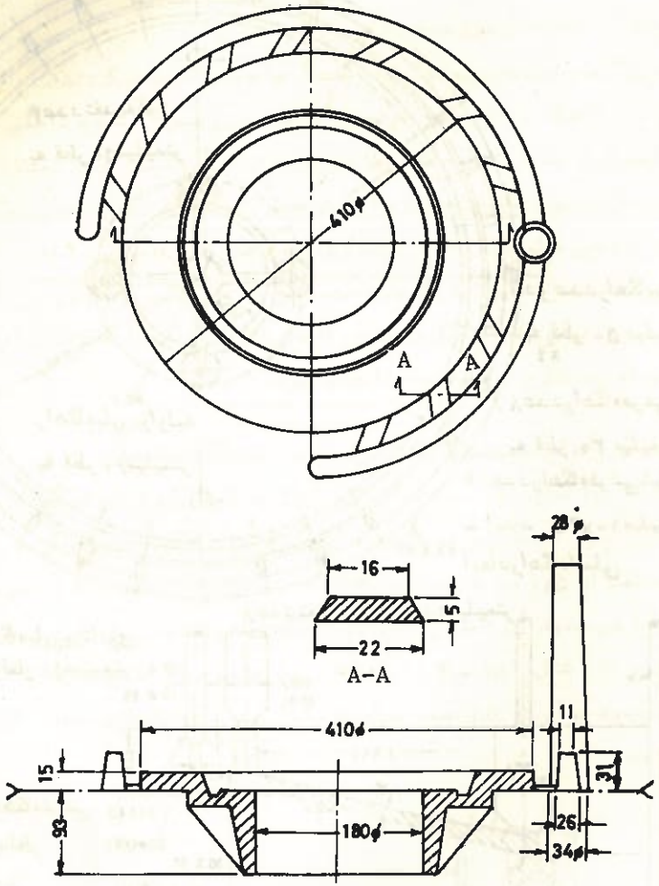
www.iran-mavad.com
ایران مواد



(۱) ــ درپوش پائینی

جنس	:	چدن FC25
وزن‌قطعه	:	۵۰ کیلوگرم
وزن‌مذاب	:	۷۰ کیلوگرم
درجه‌حرارت ذوب‌ریزی	:	۱۳۹۰ ــ ۱۳۷۰ درجه‌سانتیگراد
زمان ذوب‌ریزی	:	۱۵ ثانیه
نوع ماسه	:	ماسه‌ترکیبی وماهیچه CO_2
نسبت سیستم راهگاهی	:	۱:۱/۳۳:۱/۱۷ (۱:۱/۵:۱/۲)

شکل ۱۴۷ــ۴

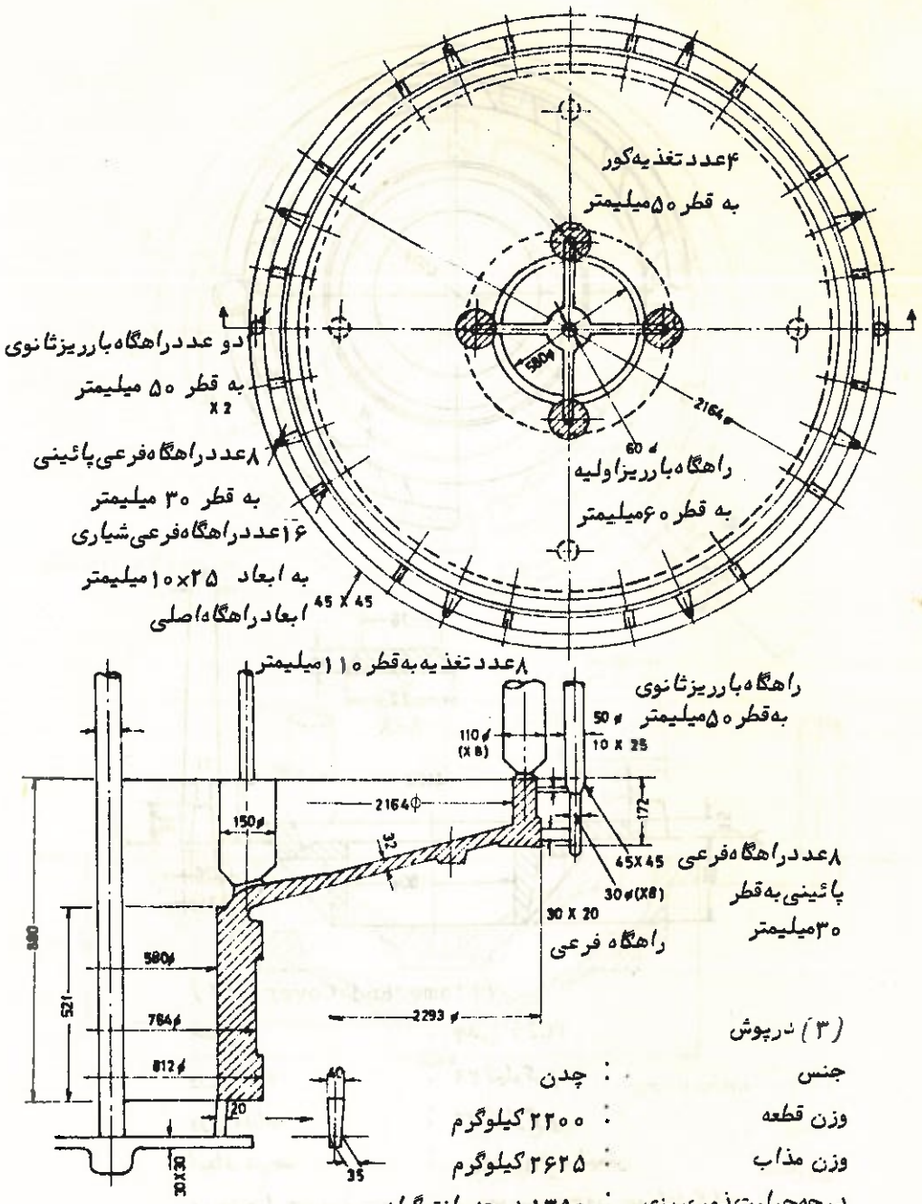


(۲) (Flame End Cover)

جنس	:	چدن FC25
وزن قطعه	:	۲۹ کیلوگرم
وزن مذاب	:	۳۶ کیلوگرم
ابعاد درجه	:	۴۵۰×۵۶۰ میلیمتر
درجه‌حرارت ذوب‌ریزی	:	۱۳۸۰ ــ ۱۳۶۰ درجه‌سانتیگراد
نوع قالب	:	روش‌تر
روش‌قالبگیری	:	قالبگیری ماشینی

شکل ۱۴۸ــ۴

www.iran-mavad.com
ایران مواد



شکل ۱۴۹–۴

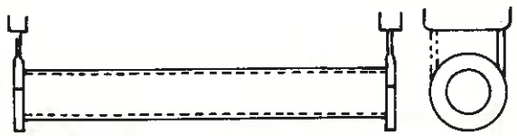
۹ – ۴ قطعات از نوع لوله

تقریبا "تمام لوله‌های ریخته‌گری درچندکارخانه‌خاص تهیه می‌گردند . در این قسمت بحث در مورد اتصالات و لوله‌های مخصوص خواهد بود . معمولا " سطوح داخلی و خارجی لوله‌ها ماشینکاری نشده و سطوح فلانچها در دو طرف لوله ماشینکاری می‌شوند . بنابراین اگرمحصول‌دارای‌عیوب‌ظاهری نباشد و آزمایش فشار را بگذراند ، مورد قبول خواهد بود . از جنبه بازدهی عملیات ، اغلب ریخته‌گری بطور افقی انجام می‌گیرد ، اما در این روش ریخته‌گری ضخامتها تمایل به غیریکنواخت شدن دارند . بدین‌لحاظ در این طریقه نیاز به مهارت زیادی می‌باشد . چنانچه بتوان از قالبهای فلزی استفاده کرد ، برای اطمینان بهتر است که ریخته‌گری به‌طور عمودی انجام گیرد .

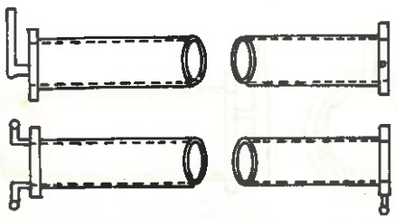
۱ – ۹ – ۴ انواع سیستمهای راهگاهی مناسب ریخته‌گری لوله‌ها

– نوع A (شکل ۱۵۰ – ۴) : مذاب از بالا مستقیما " به درون فلانچها ریخته شده و ازآن طریق بدون صدمه زدن به قالب به آرامی به درون قالب جاری می‌گردد . چنانچه طول لوله کمتر از ۱/۵ متر باشد ، یک راهگاه در یک فلانچ کافیست ، اما در صورت طویل بودن‌لوله (در حدود ۲/۵ متر) نصب دو راهگاه در دو انتهای لوله ضروری می‌باشد .

– نوع B (شکل ۱۵۱ – ۴) : راهگاه در یک یا دو سطح فلانچ موازی با خط المرکز (a) و یا عمود برآن (b) نصب می‌گردد . این نوع برای لوله‌های نسبتا " کوتاه به‌کار برده می‌شود .



شکل ۱۵۰–۴
راهگاه باریز نوع A



شکل ۱۵۱–۴
راهگاه باریز نوع B

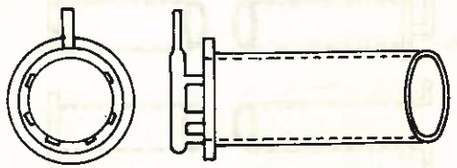
www.iran-mavad.com
ایران مواد

– نوع C (شکل ۱۵۲ – ۴): در این حالت مذاب از طریق تعداد زیادی راهگاه فرعی تعبیه شده در سطح جدایش در طول لوله ، به سرعت وارد قالب می‌گردد . برخورد شدید مذاب به ماهیچه در هنگام ورود به قالب و نهایتا " پیچش آن باعث ایجاد عیب " فوق گرم " (over heating) در راهگاههای مجاور می‌گردد . بنابراین چنانچه لوله‌های نازک ، سریع ریخته شوند و یا آنکه به‌طور کلی قالب و ماهیچه به روش خشک یا گاز کربنیک تهیه گردد ، مسئله‌ای بوجود نخواهد آمد . اما در مورد لوله‌های طویل و یا قالب‌تهیه‌شده‌به روش‌تر ، جلوی راهگاهها عیب ریشه ایجاد شده ویا در محل ورود مذاب حفره‌های گازی یا انقباضی بوجود می‌آیند که پس‌از قطع راهگاه قابل رؤیت هستند . در هر حال این نوع راهگاه به عنوان راهگاهی مطمئن به حساب نمی‌آید .

– نوع D (شکل ۱۵۳ – ۴): راهگاه اصلی دور تکیه‌گاه ماهیچه تعبیه شده و توسط چندین‌راهگاه فرعی در قسمت پایین یا بالا به فلانچ وصل می‌گردد . از آنجایی که مذاب با ماهیچه برخورد نداشته و به‌طور آرام وارد قالب می‌گردد (برخلاف راهگاه نوع C) ، عیوب‌کمتری‌در قطعه بوجود خواهد آمد . این نوع سیستم راهگاهی به‌طور گسترده‌ای برای اتصالات بزرگتر از حد متوسط به‌کار گرفته می‌شود . در مورد موقعیت راهگاههای فرعی عقاید متفاوتی وجود دارند . در هر صورت بهتر است راهگاههای فرعی در قسمت پایین قالب قرار گیرند ، هرچند که در مواردی چند راهگاه نیز در بالا اضافه می‌شوند .

– نوع E (شکل ۱۵۴ – ۴): همانگونه که در شکل مشاهده می‌گردد ، این نوع راهگاه برای ریخته‌گری عمودی کاربرد دارد ، بدین‌صورت که مذاب از طریق تعدادی

شکل ۱۵۲–۴
راهگاه باررِیز نوع C



شکل ۱۵۳–۴
راهگاه باررِیز نوع D

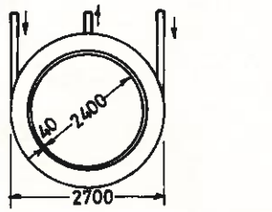
راهگاه فرعی کوچک به پایین ریخته می‌شود (مانند راهگاه مدادی مورد استفاده در ریخته‌گری‌بوش‌سیلندرها) . به علت قالبگیری مشکل ، این نوع راهگاه خیلی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد .

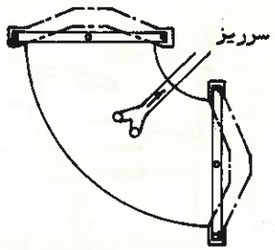
۲ – ۹ – ۴ – نمونه‌های عملی از کاربرد راهگاههای مناسب در ریخته‌گری لوله‌ها

– نوع A (شکل ۱۵۵ – ۴): استفاده از راهگاه نوع A برای یک لوله خمیده بزرگ در شکل ۱۵۵ – ۴ نشان داده شده است . مذاب از طریق راهگاههای متصل به دو قسمت فلانچ‌دردوانتهای لوله ریخته می‌شود . روی هر فلانچ یک سرریز نصب شده است . به‌علاوه دو سرریز نیز در بالا و وسطجهت‌جاری شدن‌مذاب نصب می‌شوند . پس از پر شدن قالب ، مذاب برای مدت کوتاهی از سرریز وسطی به بیرون جاری می‌شود . بدین‌صورت عیوبی مانند سردجوشی (cold laps) و حفره‌های گازی بوجود نخواهند آمد .

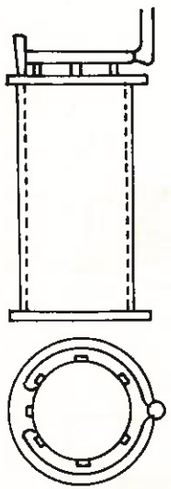
– نوع B (شکل ۱۵۶ – ۴): شکل ۱۵۶ – ۴ کاربرد راهگاه‌نوع B را برای لوله‌های تحت فشار با ابعاد کوچک نشان می‌دهد . با نصب ماهیچه صافی در زیر راهگاه ، از ورود آخال به درون قالب جلوگیری می‌شود .

– نوع C (شکل ۱۵۷ – ۴): در این نمونه لوله مستقیم با استفاده از راهگاه نوع (C) تحت زاویه ریخته می‌شود . در مقایسه باریخته‌گری افقی ، گازها به راحتی از قالب خارج شده‌و آخال کمتری در سطح بالای لوله بروز می‌کنند . سطوح داخل و خارج این لوله ماشینکاری شده است ، اما عیوبی در آن مشاهده نگردیده است .





شکل ۱۵۵–۴
نمونه‌عملی‌راهگاه‌باررِیزنوع A

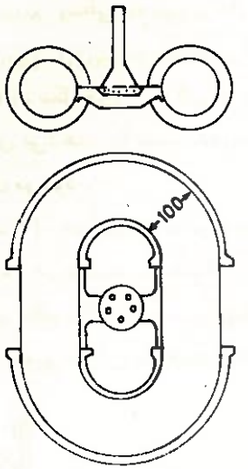


شکل ۱۵۴–۴
راهگاه باررِیز نوع E

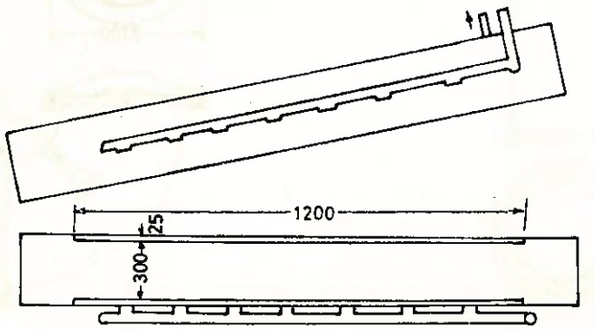
www.iran-mavad.com
ایران مواد

ـ نوع D (شکل ۱۵۸ ـ ۴): معمول‌ترین راهگاه برای اتصالات که به‌طور افقی ریخته‌گری می‌شوند ، در شکل ۱۵۸ ـ ۴ به نمایش گذاشته شده است .

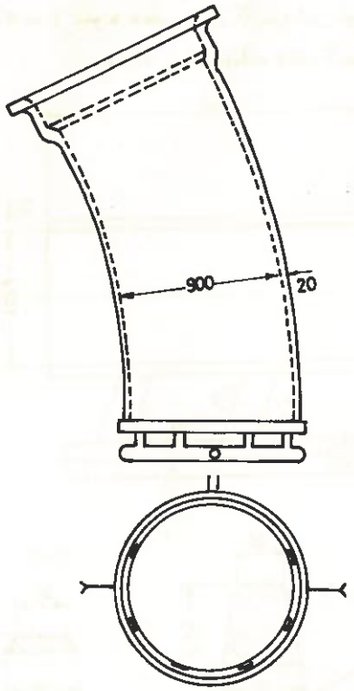
ـ نوع E (شکل ۱۵۹ ـ ۴): موارد کاربرد راهگاه نوع E همانند نمونه قبلی (۱۵۸ ـ ۴) می‌باشد ، با این تفاوت که ریخته‌گری عمودی انجام می‌گیرد . این نوع ریخته‌گری در مقایسه با ریخته‌گری افقی برای کارگاه کوچک و متوسط که مجهز نباشد ، مشکل است . در هر صورت می‌توان گفت که مطمئن‌ترین روش برای تهیه قطعات سالم می‌باشد .



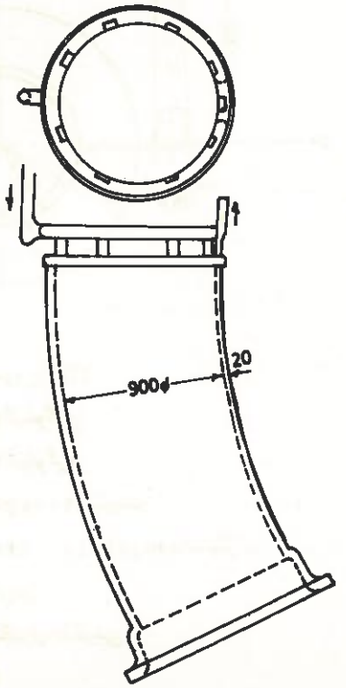
شکل ۱۵۶ـ۴
نمونه عملی راهگاه باریز نوع B



شکل ۱۵۷ـ۴ ـ نمونه عملی راهگاه باریز نوع C



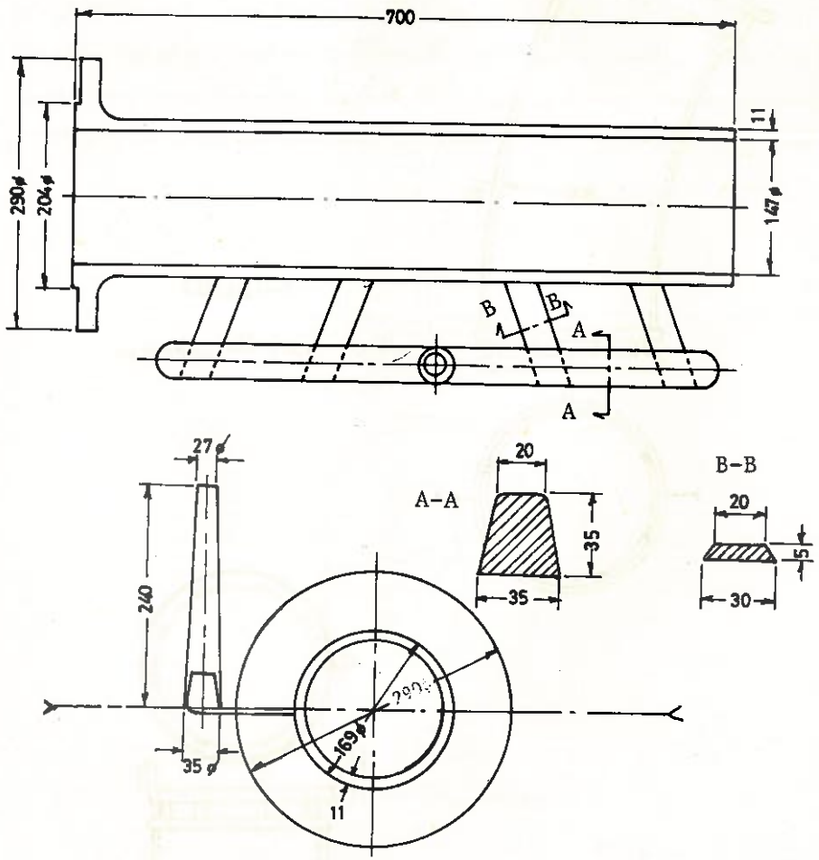
شکل ۱۵۸ـ۴
نمونه عملی راهگاه باریز نوع D



شکل ۱۵۹ـ۴
نمونه عملی راهگاه باریز نوع E

www.iran-mavad.com
ایران مواد

۳ ـ ۹ ـ ۴ نمونهٔ عملی دیگر کاربرد این نوع راهگاهها جهت راهنمایی در شکل ۱۶۰ـ۴ همراه با مشخصات قطعه آمده است .



جنس	:	چدن FC25
وزن قطعه	:	۳۴ کیلوگرم
وزن مذاب	:	۴۰ کیلوگرم
ابعاد درجه قالبگیری	:	۹۰۰×۵۶۰ میلیمتر
درجه حرارت ذوب ریزی	:	۱۴۰۰ ۱۳۸۰ درجه سانتیگراد
نوع قالب	:	روش تر
روش قالبگیری	:	قالبگیری ماشینی

شکل ۱۶۰ـ۴

www.iran-mavad.com
ایران مواد