



چدن با گرافیت کروی یا چدن نشکن (داکتیل) یکی از انواع چدن هاست که در آن گرافیت به شکل کروی می‌باشد و نامگذاری این چدن به علت شکل گرافیت و خواص مکانیکی آن می‌باشد این چدن بعد از چدن خاکستری بیشترین مقدار مصرف را به خود اختصاص داده و مهمترین دلایل آن مشخصات مکانیکی مطلوب آنها شامل قابلیت انعطاف، استحکام بالا، مقاومت در برابر ضربه و خوردگی است. علاوه بر آن دارای خواص ریخته‌گری و ماشین‌کاری خوبی مانند چدن خاکستری می‌باشد. فرآیند تولید چدن های نشکن از نظر متالورژی بسیار حساس است و نیاز به کنترل در انتخاب مواد اولیه (شارژ)، نحوه ذوب و تلقیح هنگام ریخته‌گری دارد.

تولید چدن با گرافیت کروی عموماً با اضافه نمودن مقادیر جزئی منیزیم به عنوان عنصر کروی کننده به مذابی که دارای ترکیبی مشابه چدن خاکستری می‌باشد انجام می‌گیرد لازم به ذکر است که منیزیم تنها عنصری نیست که می‌تواند نقش کروی کننده گرافیت‌ها را به عهده داشته باشد، بلکه با عناصری نظیر سدیم، کلسیم، لیتیم، سرب و تیریم نیز می‌توان این عمل را انجام داد. ولی مهمترین دلیل استفاده از منیزیم در مقایسه با دیگر عناصر یاد شده در فوق جنبه اقتصادی آن است.

مقدار منیزیمی که میتواند وجود گرافیت‌های کروی در قطعات ریختگی را تضمین نماید به مقدار اکسیژن و گوگرد موجود در مذاب بستگی دارد. زیرا منیزیم در مذاب چدن ابتدا نقش اکسیژن‌گیری و گوگردزدائی را بر عهده دارد و مقدار قابل توجهی از منیزیم صرف کاهش گوگرد و اکسیژن و تبدیل آنها به اکسید و سولفید منیزیم می‌گردد. بنابراین هنگام انتخاب شارژ چدن جهت ذوب مقدار گوگرد آن نباید از ۰/۰۲ درصد بیشتر باشد.

منیزیم باقیمانده عمل کروی کردن گرافیت‌ها را انجام میدهد و از ایجاد گرافیت‌های ورقه‌ای در جریان انجماد چدن جلوگیری می‌کند افزودن منیزیم (تلقیح) به مذاب چدن به روش‌های مختلف انجام می‌گیرد که متداول‌ترین آنها عبارتند از:

۱- روش روریزی یا روش ساندویچی

۲- روش فرو بردن

۳- روش افزودن منیزیم در راهگاه

### ۲۲-۱- نکات ایمنی و بهداشتی:

رعایت کلیه نکات ایمنی و بهداشتی هنگام قالبگیری، شارژ، ذوب، تلقیح، بارریزی و جابجائی الزامی است همچنین استفاده از لباس نسوز، کلاه مجهز به ماسک، دستکش نسوز و ... لازم است.



### توجه:

در هنگام اضافه کردن منیزیم به مذاب در اثر واکنش سریع با مذاب و تولید بخار امکان پاشیدن مذاب به اطراف وجود دارد. لذا در صورت رعایت نکردن نکات ایمنی ممکن است آسیب جدی به فرد برساند.

### ۲۲-۲- ابزار، تجهیزات و مواد لازم:

کوره‌ی بوته‌ای (زمینی) مجهز به درب کوره، ابزار حمل و نقل مذاب، ترموکوپل، پاتیل، ورقه فولادی به ضخامت ۱/۵ تا ۳ میلیمتر، لباس نسوز، شمش چدن (ترجیحاً سورل)، فروسیلیسیم منیزیم، فرومنیزیم، فروسیلیسیم، دگازر، سرباره‌گیر، مدل، درجه، صفحه زیر درجه، جعبه ابزار قالبگیری

### ۳-۲۲- مراحل انجام کار:

- ۵۰ کیلوگرم چدن خاکستری ترجیحاً سورل را وزن کنید.

- چدن‌ها را داخل بوته گرافیتی نمره‌ی ۶۰ شارژ کنید

شکل (۱-۲۲)

- کوره بوته‌ای (زمینی) را روشن کنید.

- پس از پیش گرم شدن، کوره را خاموش کنید.

- بوته شارژ شده را با انبر طوق حمل کرده داخل کوره

روی زیر بوته‌ای قرار دهید.

- کوره را روشن کنید.

- پس از تنظیم شعله، درب کوره را روی آن قرار

دهید.

- مدلی را قالبگیری کنید.

- تسمه‌ای را قالبگیری کنید (جهت تست بارریزی)

- پاتیل متناسب با مقدار شارژ به ابعادی که نسبت ارتفاع

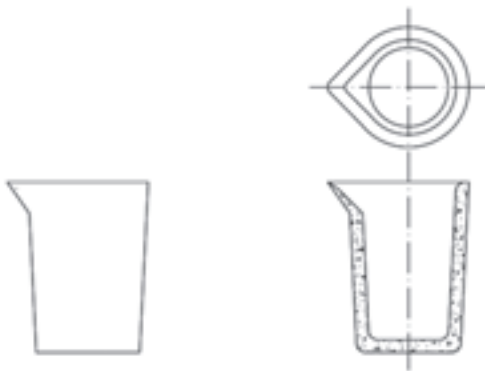
به قطر آن حدوداً ۲ به ۱ ( $\frac{H}{D} = 2$ ) باشد را انتخاب کنید.

- دیواره پاتیل را با خاک نسوز به پوشانید. شکل

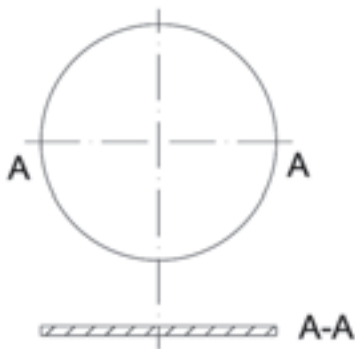
(۲-۲۲)



شکل ۱-۲۲



شکل ۲-۲۲

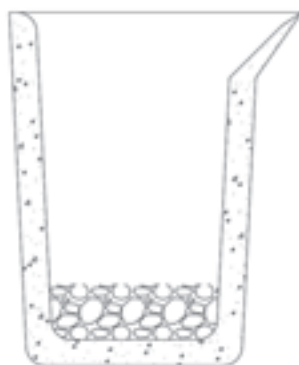


شکل ۳-۲۲

- ورقه فولادی به ضخامت ۱/۵ تا ۳ میلیمتر به اندازه

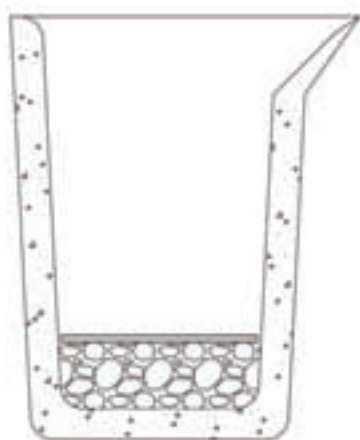
قطر داخلی پاتیل آماده کنید. شکل (۳-۲۲)

- فروسیلیسیم منیزیم را خرد کنید تا اندازه آن بین ۵ تا ۸ میلیمتر شود.



شکل ۲۲-۴

توجه: مقدار منیزیم لازم جهت کروی کردن گرافیت حدوداً ۰/۰۵ درصد وزن مذاب باید در نظر گرفته شود.  
- مقدار فروسیلیسیم منیزیم موردنیاز را وزن کرده در ته پاتیل قرار دهید. شکل (۲۲-۴)



شکل ۲۲-۵

- صفحه فلزی را روی آن قرار دهید و سپس اطراف آن را با ماسه چراغی بپوشانید تا از بلند شدن آن هنگام بارریزی جلوگیری کند. شکل (۲۲-۵)  
- پس از آماده شدن مذاب و رسیدن به درجه حرارت فوق ذوب حدود ۱۴۸۰ درجه سانتیگراد کوره را خاموش کنید.



شکل ۲۲-۶

- با استفاده از دگازر مذاب را اکسیژن زدائی و گاززدائی کنید.  
- پاتیل را توسط مشعل گاز پیش گرم کنید. (شکل ۲۲-۶)  
- بوتله را از داخل کوره خارج کنید و روی کمچه قرار دهید.  
- با استفاده از مواد سرباره گیر، سرباره گیری کنید.  
- مذاب داخل بوتله را پس از سرباره گیری داخل پاتیل

تخلیه کنید و فرصت دهید تا واکنش فرومنیزیم با مذاب انجام گیرد.

- چدن داکتیل بدست آمده را داخل قالب‌ها بارریزی کنید.

- زمان دهید تا قطعه‌ها درون قالب به آهستگی سرد شوند.

- پس از سرد شدن قطعه‌ها را از قالب خارج نمائید.

- قطعه حاصل را با قطعه بدست آمده از چدن خاکستری مقایسه کرده و در صورت امکان نمونه‌ای از دو قطعه را متالوگرافی کنید و نتیجه را بررسی نمائید.

- تسمه ریخته‌گری شده را به گیره بسته و با چکش به آن ضربه بزنید در صورت خم شدن تا حدود ۲۵ درجه چدن نشکن تولید شده است. (تست تجربی) (شکل ۷-۲۲)

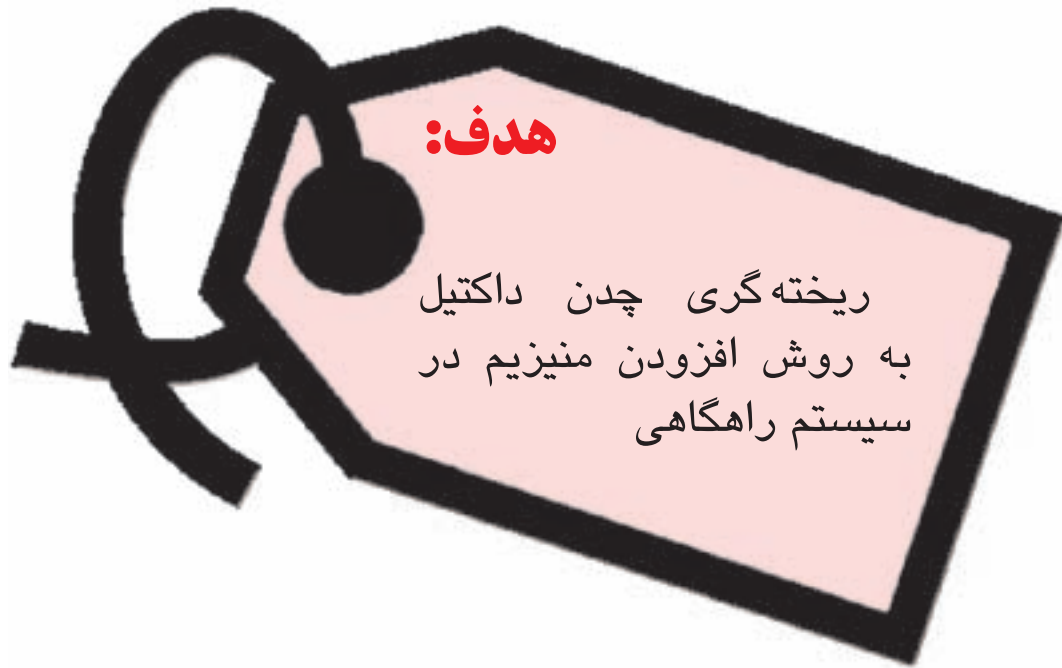


شکل ۷-۲۲

توجه: هر چقدر تحمل قطعه در مقابل ضربه قبل از شکستن بیشتر باشد نشان دهنده میزان کروی شدن گرافیت‌ها می‌باشد.

تمرین: مدلی را قالبگیری کنید. مذاب چدن نشکن با درصد منیزیم کمتر از ۰/۰۵ درصد و بیشتر از آن تهیه و قالب را بارریزی کنید و نتیجه را از لحاظ کروی شدن با قبل بررسی کنید.

## واحد کار شماره (۲۳):



### هدف‌های رفتاری:

- از فراگیر انتظار می‌رود پس از پایان این جلسه بتواند:
- ۱- چدن مذاب با درصد سیلیسیم و کربن موردنیاز تهیه نماید.
  - ۲- درصد گوگرد را به کمتر از ۰/۰۱ درصد تنظیم نماید.
  - ۳- محفظه فعل و انفعال در سیستم راهگاهی تعبیه نماید.
  - ۴- قطعه چدن داکتیل به روش افزودن منیزیم در سیستم راهگاهی تهیه کند.



## پیش آزمون شماره (۲۳)

- ۱- مزایا افزودن منیزیم در سیستم راهگامی نسبت به فرآیندهای دیگر چیست
- ۲- چرا چدن نشکن نسبت به چدن خاکستری نیاز به تغذیه بیشتری دارد.
- ۳- چرخ‌های قطار از کدام نوع چدن ساخته می‌شوند  
الف: چدن با گرافیت فشرده  
ب: چدن با گرافیت ورقه‌ای  
ج: چدن مالیبل  
د: چدن با گرافیت کروی
- ۴- کدام چدن جایگزین فولادهای کم آلیاژی شده است.  
الف: چدن با گرافیت کروی  
ب: چدن با گرافیت ورقه‌ای  
ج: چدن مالیبل  
د: چدن با گرافیت فشرده
- ۵- وزن مخصوص ..... بیشتر از وزن مخصوص ..... است لذا داری انقباض بوده و نیاز به تغذیه ..... دارد.  
الف: چدن خاکستری - چدن نشکن - بیشتر - کمتر  
ب: چدن مالیبل - چدن نشکن - کمتر - بیشتر  
ج: چدن نشکن - چدن مالیبل - کمتر - بیشتر  
د: چدن نشکن - چدن خاکستری - بیشتر - بیشتر
- ۶- میزان گوگرد در تهیه چدن نشکن به روش افزودن منیزیم در راهگام حدوداً چند درصد است.  
الف: ۰/۱  
ب: ۰/۰۱  
ج: ۱  
د: ۰/۰۵



یکی از روش‌های تهیه چدن داکتیل (نشکن) افزودن منیزیم در سیستم راهگامی می‌باشد در این روش آلیاژ محتوی منیزیم را بصورت ذراتی بین ۵ تا ۸ میلیمتر در محفظه‌ای در سیستم راهگامی بنام محفظه فعل و انفعال قرار داده و مذاب عاری از منیزیم با گوگرد کم (حدوداً ۰/۰۱ درصد) را درون قالب می‌ریزند. مذاب در جریان تماس با منیزیم در محفظه فعل و انفعال، منیزیم لازم را جذب کرده و سپس وارد محفظه قالب می‌گردد.

استفاده از این روش حدوداً از سال ۱۳۶۳ در ایران آغاز شده و در مقایسه با روش‌های دیگر اضافه کردن منیزیم به مذاب چدن دارای مزایای عمده زیر است:

- ۱- تقلیل مقدار فروسیلیسیم منیزیم مصرفی به نصف یا کمتر.
- ۲- کاهش آلودگی محیط کارگاه حاصل از متصاعد شدن بخار منیزیم
- ۳- بهبود کیفیت مکانیکی قطعات ریختگی
- ۴- حذف مشکل میرائی کیفیت متالورژیکی مذاب محتوی منیزیم در فاصله بین افزودن منیزیم و ریختن مذاب
- ۵- قابلیت کنترل حلالیت منیزیم
- ۶- کاهش مقدار انرژی مصرفی
- ۷- حذف ابزار جهت افزودن منیزیم به مذاب
- ۸- سلامت و یکنواختی خواص قطعات ریخته شده.
- ۹- ایجاد گرافیت‌های کروی ریزتر در قطعات ریختگی
- ۱۰- امکان استفاده از قراضه‌ها (عدم نیاز به استفاده از شمش‌های وارداتی)
- ۱۱- کاهش قیمت تمام شده.

محدودیتها:

- ۱- نیاز به انتخاب آلیاژ مناسب با گوگرد زیر ۰/۰۱ درصد
- ۲- امکان ورود ناخالصی‌ها به داخل قطعه ریختگی
- ۳- نیاز به طراحی سیستم راهگامی کافی و مناسب



۴- نیاز به تغییر در سیستم کنترل کیفیت قطعات ریختگی از لحاظ کنترل میزان کروی شدن گرافیت‌ها در این جلسه تهیه چدن داکتیل به روش افزودن منیزیم در سیستم راهگامی مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این روش ایجاد سیستم راهگامی و محفظه فعل و انفعال حائز اهمیت می‌باشد. زیرا در صورتیکه محفظه فعل و انفعال درست تعبیه نگردد زمان کافی جهت واکنش مذاب با منیزیم موجود در محفظه فعل و انفعال مهیا نبوده لذا امکان کروی نشدن کامل مذاب چدن وجود دارد و چون کنترل کیفیت مذاب قبل از ورود به محفظه قالب امکان‌پذیر نیست بنابراین کروی شدن گرافیت‌ها را نمیتوان تضمین کرد.

#### ۱-۲۲- نکات ایمنی و بهداشتی:

رعایت نکات ایمنی بهداشتی هنگام قالبگیری، ذوب، بارریزی و حمل و جابجائی لازم است همچنین به علت امکان پاشیدن مذاب از داخل لوله راهگام در صورت قطع بار، پوشیدن لباس ایمنی کامل، کفش ایمنی، ماسک و کلاه ایمنی الزامی است.



#### ۲-۲۲- ابزار، تجهیزات و مواد لازم:

مدل، مدل تسمه، جعبه ابزار قالبگیری، صفحه زیردرجه، چدن، فرومنیزیم، وزنه جهت وزنه‌گذاری، فروسیلیسیم، سلاکس، گرافیت خالص یا الکتروود شکسته، لباس نسوز، ماسک و کلاه ایمنی.

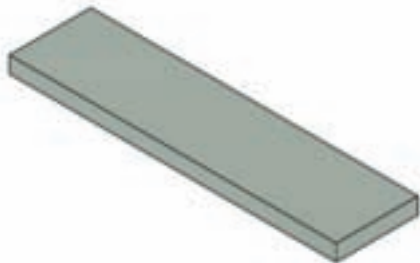
## مراحل انجام کار:

۱- مدلی مکعبی مطابق شکل ۲۳-۱ انتخاب کنید.



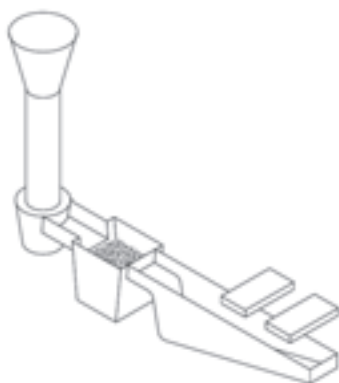
شکل ۲۳-۱

- تسمه جهت انجام تست کروی شدن به صورت تجربی مطابق شکل ۲۳-۲ انتخاب کنید.



شکل ۲۳-۲

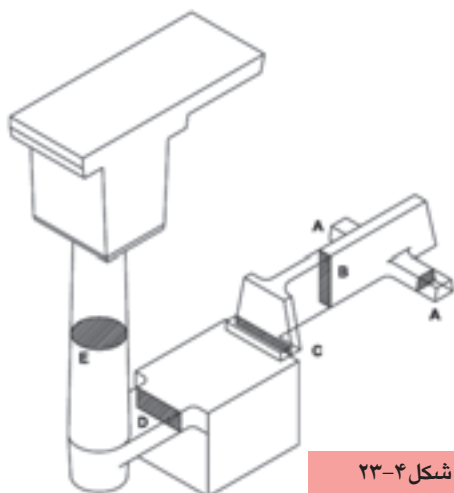
- مدل و تسمه را با سیستم راهگاهی (شکل ۲۳-۳) در یک جفت درجه مناسب با رعایت اصول کلیه مراحل قالبگیری، قالبگیری کنید.



شکل ۲۳-۳

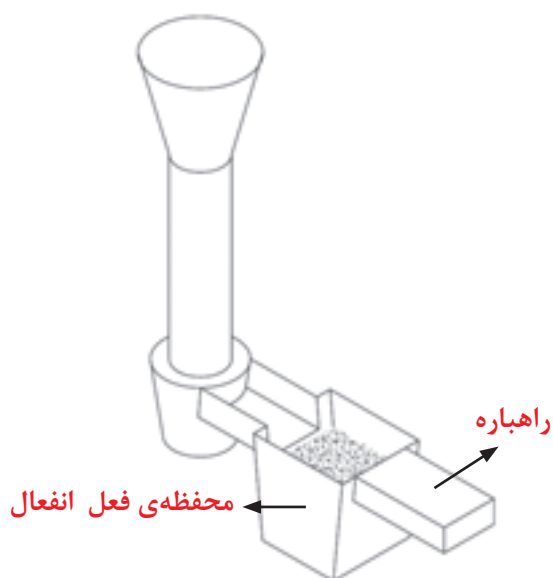
- در محفظه فعل و انفعال در سیستم راهگاهی به میزان ۰/۰۵ درصد وزن قطعه، منیزیم به صورت فرومنیزیم با دانه‌هایی به اندازه ۵ تا ۸ میلی‌متر قرار دهید.  
- مذاب چدن با ترکیب شیمیائی مشخص با حداقل گوگرد را در قالب آماده ریخته‌گری کنید.

۲- مدل و تسمه را بار دیگر با سیستم راه‌گاهی مطابق شکل (۲۳-۴) بطور کامل قالب‌گیری نموده پس از قرار دادن فرومنیزیم در محفظه فعل و انفعال، قالب آماده را ریخته‌گری نمایید.



شکل ۲۳-۴

- |                    |                               |
|--------------------|-------------------------------|
| $A = X$            | مجموع سطوح مقاطع راهبارها     |
| $B = X + \%10X$    | سطح مقطع راهبار               |
| $C = X + \%12X$    | سطح تنگه روی محفظه            |
| $D = X + \%30X$    | سطح مقطع راهبار دوم           |
| $E \geq X + \%30X$ | کمترین سطح مقطع راهگاه بارریز |



شکل ۲۳-۵

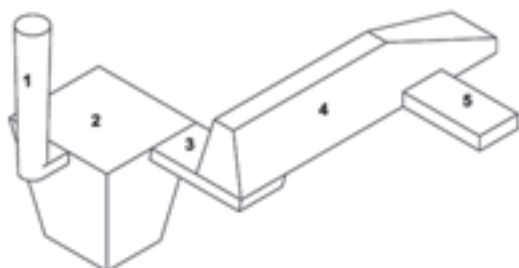
۳- مدل و تسمه را مجدداً با سیستم راهگاهی مطابق (شکل ۲۳-۵) بطور کامل قالب گیری نموده پس از قرار دادن فرومنیزیم در محفظه فعل و انفعال، قالب آماده را ریخته گری کنید.

- سه قطعه ریخته شده را پس از سرد شدن از قالب خارج کنید.

- قطعات را از لحاظ کروی شدن با یکدیگر مقایسه کنید.

- سه عدد تسمه ریخته شده را به طور جداگانه به گیره بسته و با وارد نمودن ضربه میزان خم شوندگی آنها را قبل از شکست مورد بررسی قرار دهید.

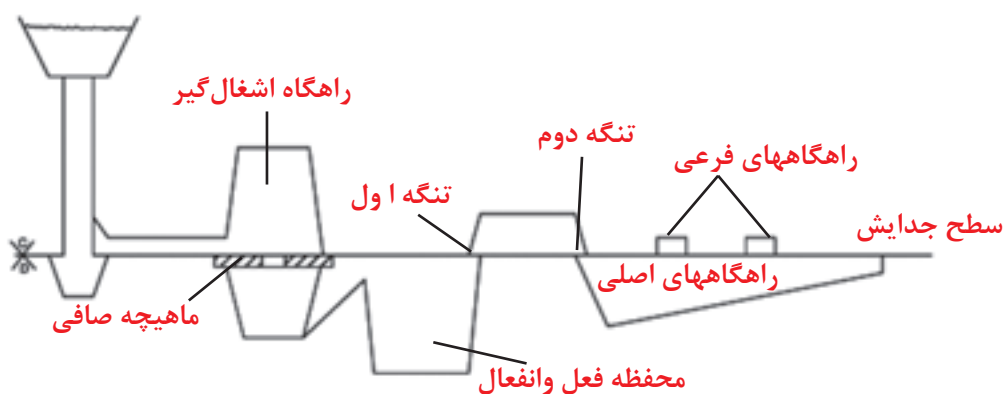
توجه: مقدار زاویه خم قبل از شکست میزان کروی شدن گرافیت‌ها را تعیین می‌نماید.



شکل ۲۳-۶

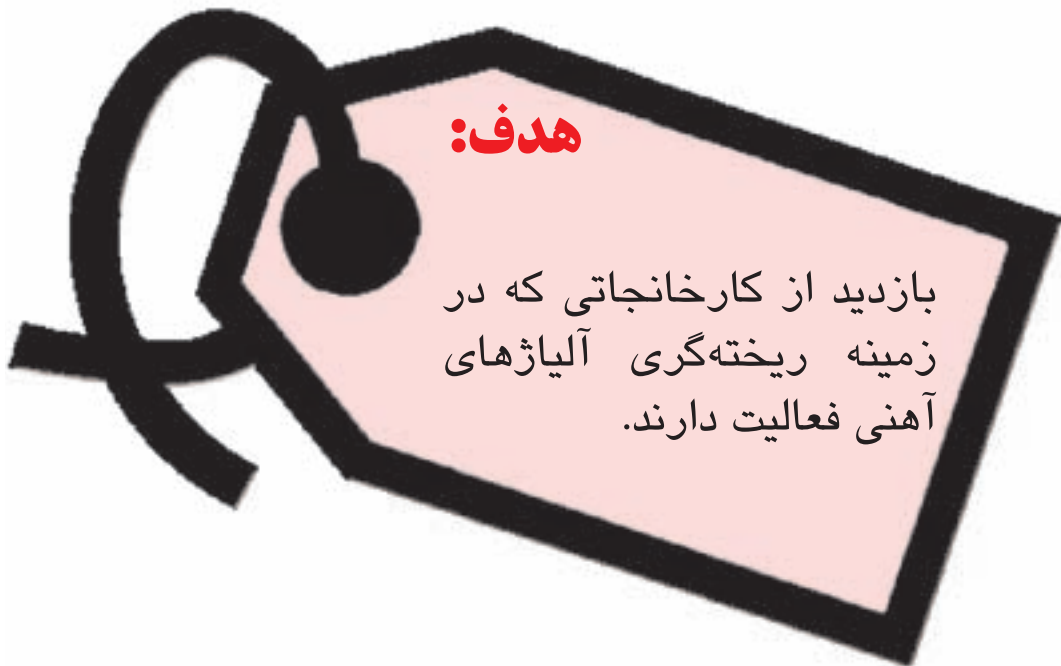
تمرین ۱: مدلی استوانه‌ای شکل را با سیستم راهگاهی مطابق (شکل ۲۳-۶) قالب‌گیری و ریخته‌گری نمایید.

تمرین ۲: مدلی استوانه‌ای شکل را با سیستم راهگاهی مطابق (شکل ۲۳-۷) قالب‌گیری و ریخته‌گری نمایید.



شکل ۲۳-۷

## واحد کار شماره (۲۴):



### هدف رفتاری :

از فراگیر انتظار می‌رود پس از پایان این جلسه بتواند:

- ۱- برداشت خود را از کارخانه ریخته‌گری آلیاژهای آهنی بیان کند.
- ۲- تجهیزات کارخانه صنعتی ریخته‌گری آهنی و غیرآهنی را با هم مقایسه کند.
- ۳- پس از بازدید از قسمت‌های مختلف کارخانه گزارش کاملی از مراحل تولید قطعات ریخته‌گری آهنی را ارائه نماید.
- ۴- هنرجویان از بخش‌های مختلف خطوط تولید کارخانه ریخته‌گری به شرح ذیل بازدید و گزارش تهیه نماید.
- ۵- طراحی و تکنولوژی
- ۶- مدلسازی
- ۷- قالبگیری (دستی ، ماشینی)

- ۸- ماهیچه‌سازی (دستی ، ماشینی)
- ۹- مونتاز
- ۱۰- کوره‌های ذوب ونگه‌دارنده
- ۱۱- نحوه آلیاژسازی
- ۱۲- نحوه نمونه‌برداری و تست درصد آلیاژ
- ۱۳- بارریزی
- ۱۴- تمیزکاری
- ۱۵- تست سلامت قطعه و کنترل کیفیت
- ۱۶- آزمایشگاه‌ها ( آزمایشگاه ماسه، متالوگرافی، خواص مکانیکی، عملیات حرارتی ، کوانتومی)
- ۱۷- نگه‌داری مواد اولیه و محصول نهایی

## واحد کار شماره (۲۵):



### هدفهای رفتاری:

- ۱- شرایط لازم جهت طراحی سیستم راهگهی در آلومینیم ریزی را بداند.
- ۲- سیستم راهگهی و تغذیه گذاری مناسب را بشناسد.
- ۳- انواع سیستم راهگهی و تغذیه گذاری را تعبیه نماید.
- ۴- قطعات ریخته شده با روشهای مختلف را با هم مقایسه کند.



## پیش آزمون شماره (۲۵)

۱- در آلومینیم ریزی از چه نوع سیستم راهگاهی استفاده می شود.

۲- آیا در آلومینیم و آلیاژهای آن نیاز به تغذیه می باشد؟ چرا؟

۳- در ریخته گری آلومینیم کدام نوع راهگاه استفاده می گردد.

الف: راهگاه از بالا

ب: راهگاه از پائین

ج: راهگاه در سطح جدایش

د: هر سه مورد

۴- سیستم راهگاهی غیرفشاری کدام است.

الف: ۲:۲:۱

ب: ۱:۲:۲

ج: ۴:۸:۳

د: ۱۰:۹:۸

۵- در آلیاژهای آلومینیم یک تغذیه مناسب باید دارای کدام شرایط باشد.

الف: ضخامت قطعه > قطر تغذیه

ب: ضخامت قطعه < قطر تغذیه

ج: ضخامت قطعه = قطر تغذیه

د: ضخامت قطعه  $\geq$  قطر تغذیه



توجه به سیستم راهگهی و تغذیه گذاری به عنوان یک عامل بسیار مؤثر در تولید قطعه سالم شناخته شده است. آلیاژهای آلومینیم از نظر مشخصات شیمی فیزیکی دارای شرایطی هستند که در طراحی سیستم راهگهی باید به آنها توجه شود.

الف: تمایل شدید به اکسیداسیون و تولید سرباره.

ب: تمایل شدید به تلاطم و جذب گاز

ج: دامنه انجماد طولانی و نوع انجماد خمیری

د: اشکالات بسیار در حذف انقباضات پراکنده به دلایل فوق

ه: انقباض حجمی زیاد در دامنه انجماد.

و: هدایت حرارتی حجمی زیاد

با توجه شرایط فوق لازم است:

۱- عمل بارریزی به آرامی انجام شود و حتی الامکان از

حوضچه بالای راهگه استفاده شود.

۲- از فیلتر، صافی، ماهیچه رویه گیر و ... در سیستم

راهگهی استفاده شود تا سرباره به داخل قالب انتقال نیابد.

۳- از تغییرات سریع و ایجاد زاویه تند در سیستم

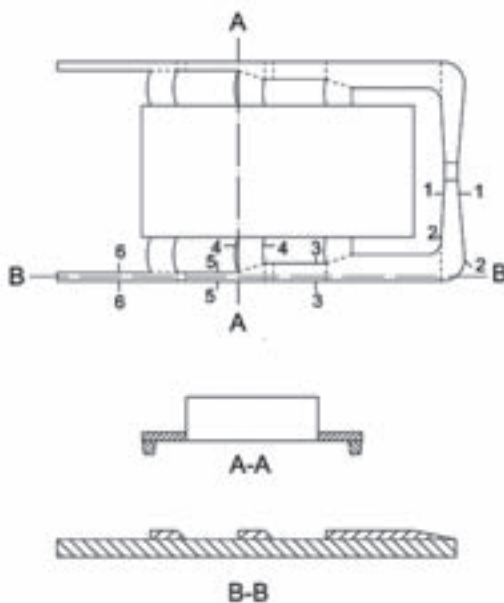
راهگهی اجتناب شود.

۴- از سیستم کانال فرعی (راهباره) چندگانه استفاده

شود تا از اتصال سرد و انقباضات موضعی ناشی از ورود

مذاب به دلیل هدایت حرارتی و گرمای نهان گذاز اجتناب

شود. (شکل ۱-۲۵)



شکل ۱-۲۵



در عمل معمولاً برای آلیاژهای آلومینیم، سیستم راهگامی غیرفشاری با نسبت ۱-۲-۲ و یا ۱-۴-۴ استفاده می‌شود. (نسبت سطح مقطع کوچک راهگام به سطح مقطع کانال‌های اصلی به مجموع سطوح مقاطع کانال‌های فرعی  $A_S : A_R : A_g$ )

تا امکان تلاطم و مکش هوا کاهش یابد. حوضچه پای راهگام به قطر ۱/۲ تا ۱/۵ برابر کانال اصلی (راهبار) نیز در موارد بسیار استفاده می‌شود.

آلومینیم و آلیاژهای آن انقباض حجمی زیادی دارند و از این رو در مقایسه با سایر آلیاژها به تعداد تغذیه‌های بیشتر و بزرگتری نیاز دارند از طرف دیگر دامنه انجماد زیاد در آلیاژهای آلومینیم باعث می‌شود که حتی پس از تغذیه گذاری صحیح نیز انقباضات پراکنده در قطعه ریختگی وجود داشته باشد و این امر مستلزم آن است که علاوه بر تغذیه به جهت انجماد از طریق سیستم راهگامی و مبردگذاری نیز توجه شود.

منابع تغذیه اصولاً استوانه انتخاب می‌شود و سعی می‌گردد که نسبت ارتفاع به قطر استوانه  $(\frac{H}{D})$  از ۳ برابر تجاوز نکند استفاده از مواد گرمازا یا گرم کردن منبع تغذیه و یا کاربرد مواد عایق در منبع تغذیه به دلیل افت حرارتی شدید آلومینیم در اکثر موارد الزامی است. در آلیاژهای آلومینیم اصولاً قطر تغذیه باید بزرگتر و یا مساوی ضخامت قطعه ریختگی منظور شود و اصولاً قطر منبع تغذیه ۱/۳ تا ۱/۵ برابر ضخامت قسمتی است که محل کشیدگی در آن واقع می‌شود در مورد ریخته‌گری آلومینیم در هر حالت سیستم راهگامی (از پائین، فوقانی، سطح جدایش) و تغذیه گرم استفاده می‌گردد و انتخاب درجه حرارت مناسب و استفاده از مبرد برای حذف انقباضات پراکنده و ایجاد جهت انجماد در ریخته‌گری آلومینیم از اهمیت بسیار برخوردار است.

### ۱-۲۵- نکات ایمنی و بهداشتی:

رعایت کلیه نکات ایمنی و بهداشتی هنگام قالبگیری، ذوب، بارریزی و جابجائی لازم است. همچنین استفاده از لباس ایمنی، ماسک و ... الزامی است.



### ۲-۲۵- ابزار، تجهیزات و مواد لازم:

مدل، درجه، صفحه زیر درجه، کوره‌ی بوت‌ه‌ای (هوائی)، شمش آلومینیم، دگازر، سرباره گیر، جعبه ابزار قالبگیری، مبرد،

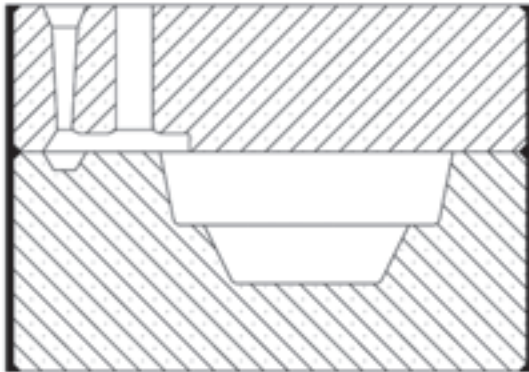
تغذیه، لباس ایمنی

### ۲۵-۳- مراحل انجام کار:

- مدلی مطابق (شکل ۲۵-۲) را انتخاب کنید.

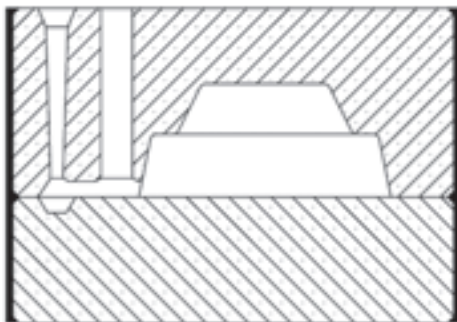


شکل ۲-۲۵



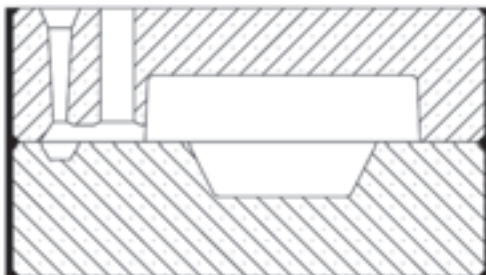
شکل ۳-۲۵

- مرحله اول: مدل انتخاب شده را طوری قالبگیری نمائید که تمام ضخامت قطعه در درجه زیرین قرار گرفته و سیستم راهگاهی همراه با تغذیه گرم در لبه فوقانی مدل تعبیه گردد. (شکل ۲۵-۳).



شکل ۴-۲۵

- مرحله دوم: مدل انتخاب شده را طوری قالبگیری نمائید که تمام ضخامت قطعه در درجه روئی قرار گیرد و سیستم راهگاهی همراه با تغذیه گرم از پائین تعبیه گردد. (شکل ۲۵-۴)



شکل ۵-۲۵

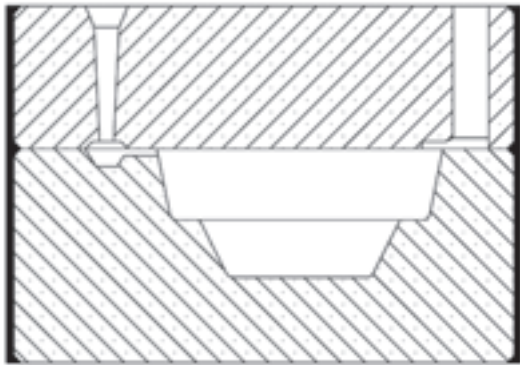
- مرحله سوم: مدل انتخاب شده را طوری قالبگیری کنید که قسمتی از ضخامت قطعه در درجه زیرین و قسمتی در درجه روئی قرار گیرد و سیستم راهگاهی و تغذیه گرم در سطح جدایش تعبیه گردد (شکل ۲۵-۵)

- سه قالب آماده شده را به وسیله مذاب آلومینیم  
بارریزی کنید.

- پس از انجماد و سرد شدن، سه قطعه را از داخل  
درجه ها خارج کرده و پس از تمیزکاری آنها را از لحاظ  
ظاهری و کیفیت سطح و سلامت قطعه با یکدیگر مقایسه  
کنید.

تمرین ۱: مدل فوق را بدون استفاده از تغذیه به سه  
روش قالبگیری کنید و نتیجه را بررسی نمایید.

تمرین ۲: مدل فوق را با استفاده از تغذیه سرد (راهگاه  
- قطعه - تغذیه) قالبگیری و بارریز نموده و نتیجه را بررسی  
کنید. (شکل ۲۵-۶)



شکل ۲۵-۶



شکل ۲۵-۷

تمرین ۳: مدل فوق را بدون استفاده از تغذیه در درجه  
زیرین با استفاده از مبرد قالبگیری و بارریزی نمایید و  
نتیجه را بررسی کنید. شکل (۲۵-۷)

## واحد کار شماره (۲۶):



### هدف‌های رفتاری:

- از فراگیر انتظار می‌رود پس از پایان این جلسه بتواند:
- ۱- نقش سیستم راهگامی در آلیاژهای مس را توضیح دهد.
  - ۲- نقش تغذیه گذاری در آلیاژهای مس را شرح دهد.
  - ۳- انواع مختلف سیستم راهگامی و تغذیه گذاری روی قطعه را تعبیه نماید.
  - ۴- قطعات ریخته گری شده را با هم مقایسه نماید.