

### ۸-۳- مراحل انجام کار:



شکل ۳-۸

- بوتنه را از آلومینیم شارژ کنید.

- کوره را روشن کنید و مذاب را آماده نمایید.

توجه: بهتر است کوره مجهز به ترموکوپل باشد تا بتوان

درجه حرارت فوق ذوب را مشخص نمود.

- قالب ریژه‌ای مطابق شکل (۸-۳) را آماده کنید.

- دو نیمه قالب ریژه را قبل از جفت کردن پوشش مناسب

دهید (مطابق جدول موجود در کتاب اصول متالورژیکی)

این عمل برای جلوگیری از شوک‌های حرارتی و تماس

مستقیم مذاب و قالب و همچنین افزایش عمر قالب انجام

می‌گیرد.



شکل ۴-۸

- دو نیمه قالب را جفت نموده و به وسیله گیره یا پیچ

دستی محکم نمائید (شکل ۸-۴)

- قالب آماده را بوسیله ملاقه بارریزی کنید.

(شکل ۸-۵)

توجه: دقت کنید مقدار مذاب متناسب با حجم محفظه

قالب (قطعه و سیستم راهگاهی) باشد.



شکل ۵-۸

- پس از انجماد مذاب دو نیمه قالب را از یکدیگر باز

کنید. (شکل ۸-۶)

- قطعه را به وسیله انبر از قالب خارج کنید.

- قطعه را تمیزکاری کنید و از لحاظ ظاهری بررسی

کنید.

تمرین: مدل فوق را به روش موقت قالبگیری و بارریزی

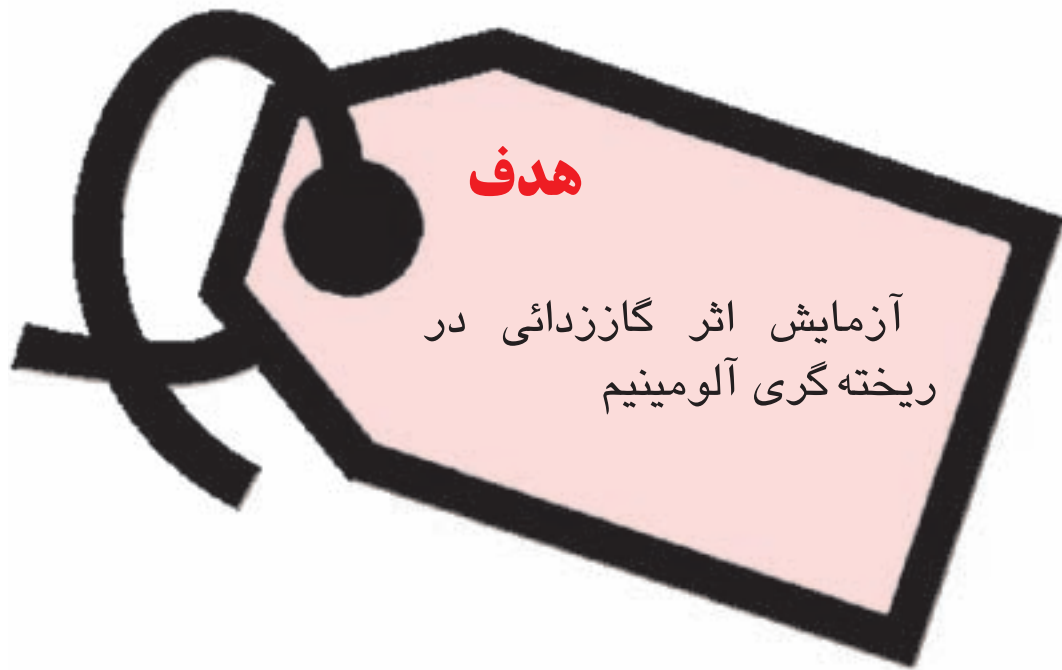
نمائید و قطعه حاصل را با قطعه بدست آمده از قالب ریژه

مقایسه کنید و نتیجه را به صورت گزارش کار ارائه دهید.



شکل ۶-۸

## واحد کار شماره (۹):



### هدف‌های رفتاری:

- ۱- گازهای محلول در آلومینیم نام ببرد.
- ۲- نحوه گاز زدائی در مذاب آلومینیم را انجام دهد.
- ۳- قطعات ریخته شده آلومینیمی قبل و بعد از گاز زدائی را با هم مقایسه کند.



## پیش آزمون شماره (۹)

- ۱- مهمترین منابع تولیدکننده‌ی گاز در مذاب را نام ببرید.
- ۲- عوامل مؤثر بر انحلال گاز در مذاب را توضیح دهید
- ۳- روش‌های گاز زدائی را نام ببرید.
- ۴- کدام گاز بیشترین حلالیت را در مذاب آلومینیم دارد.

الف: کلر

ب: ازت

ج: هیدروژن

د: اکسیژن



شکل ۱-۹

هیدروژن تنها گازی است که در آلومینیم مذاب حل می‌شود. حلالیت هیدروژن در آلومینیم باعث می‌شود که هیدروژن محلول در مذاب، در زمان انجماد از حلالیت خارج شده و بصورت گاز ملکولی  $[H_2]$  در سراسر قطعه پراکنده شود که آنها را مک‌های گازی نامند. (شکل ۹-۱)

- حلالیت هیدروژن در مذاب آلومینیم به عواملی همچون درجه حرارت، فشار و ترکیب شیمیایی بستگی دارد.

در عمل به منظور حذف اثرات مضر و مک‌های ناشی از حضور هیدروژن در قطعات ریختگی آلومینیمی عملیات گاز زدائی انجام می‌گیرد. این عملیات برای ذوب آلومینیم عبارتند از: ذوب در خلأ، گاز زدائی با گازهای بی‌اثر و گاز زدائی با کلرو ترکیبات آن که تمام اینها مستلزم صرف هزینه‌های اضافی و همچنین عدم کنترل مقدار مصرف و ضررهای ناشی از بخارات سمی گازها می‌باشد.

لذا استفاده از قرص‌های دگازر نظیر هگزا کلروراتان و نمکهای فلورید علاوه بر اینکه هیچگونه ضرری برای سلامتی ندارند کلیه گازهای مضر بخصوص هیدروژن را از مذاب جدا کرده و از بروز هرگونه حفره‌های گازی جلوگیری نموده و یا مقدار مک‌های گازی را به حداقل ممکن می‌رساند.

### ۹-۱- نکات ایمنی و بهداشتی:

علاوه بر رعایت نکات ایمنی و بهداشتی هنگام قالبگیری، ذوب و بارریزی، پوشیدن لباسهای ایمنی، کلاه و ماسک هنگام گاز زدائی الزامی است زیرا در زمانیکه قرص دگازر به داخل مذاب فرو برده می‌شود امکان پاشیدن مذاب و متصاعد شدن گازهای مضر وجود دارد.



**توجه: در هنگام گاز زدائی باید تهویه‌ها حتماً روشن باشند.**

درجه، صفحه زیر درجه، مدل استوانه‌ای، جعبه ابزار قالب‌گیری، کلاهِک خوراک دهنده، ملاقه بارریز، سربراه گیر، آلومینیم، قرص دگازر، کاورال



شکل ۲-۹

### ۹-۳- مراحل انجام کار:

مدل استوانه‌ای مطابق (شکل ۲-۹) به قطر و ارتفاع ۵۰ میلی‌متر را انتخاب کرده و دو مرتبه قالب‌گیری نمائید یکی از قالب‌ها جهت بارریزی قبل از گاززدائی مذاب و قالب دیگر جهت بارریزی پس از گاززدائی مذاب استفاده می‌شود.  
- آلومینیم را داخل کوره بوت‌ه‌ای ذوب کرده بگذارید دما به فوق ذوب برسد.



شکل ۳-۹

- کلاهِک خوراک دهنده و ملاقه بارریز را تا حد قرمز شدن گرم کنید تا اولاً رطوبت آنها حذف شود و ثانیاً در هنگام فرو بردن داخل مذاب باعث افت درجه حرارت نشود.  
- هنگامیکه درجه حرارت مذاب به فوق ذوب مناسب رسید کوره را خاموش کنید و به وسیله ملاقه پیش گرم شده قبل از گاز زدائی یکی از قالبهای استوانه‌ای را بارریزی کنید (شکل ۳-۹)

- پس از بارریزی قالب اول، قرص دگازر را داخل کلاهِک خوراک دهنده قرار داده و آنرا به داخل مذاب فرو برید و آنقدر در ته بوت‌ه نگه دارید تا واکنش خاتمه یابد و تمام حبابها خارج شوند (شکل ۴-۹)



شکل ۴-۹

معمولاً زمان نگهداری کلاهِک داخل بوت‌ه تا انجام کامل واکنش متناسب با حجم مذاب برای ۵۰ کیلوگرم حدود ۳۰ ثانیه می‌باشد تا تمام حبابها خارج شود.  
مقدار مصرف قرص دگازر تا ۳۰ کیلوگرم مذاب ۱



شکل ۹-۵

قرص، ۵۰ کیلوگرم مذاب ۲ قرص، ۷۰ کیلوگرم مذاب ۳ قرص، ۱۰۰ کیلوگرم مذاب ۳ قرص و ۲۰۰ کیلوگرم مذاب ۶ قرص می‌باشد. اگر وزن مذاب بیش از ۵۰ کیلوگرم باشد عمل گاززدائی باید در دو مرحله با استفاده از نصف مقدار موردنیاز دگازر در هر مرحله انجام شود.

- پس از خاتمه گاززدائی (خاتمه مشاهده حباب) کلاهک خوراک دهنده را از داخل مذاب خارج کرده و ۳-۵ دقیقه مذاب را به حال خود بگذارید (شکل ۹-۵)



شکل ۹-۶

- برای جدا کردن و خارج نمودن اکسیدهای فلزی و ناخالصی‌ها (آخال‌ها) از مذاب از ترکیبات کلر نظیر کاورال استفاده کنید. کاورال را به مقدار موردنیاز در سطح مذاب به پاشید و با کفگیر سرباره گیری نمائید (شکل ۹-۶)  
- قالب استوانه‌ای دیگر را پس از گاززدایی بارریزی نمائید.



شکل ۹-۷

- دو قطعه استوانه ریخته‌گری شده را پس از انجماد از قالب خارج کنید. (شکل ۹-۷)

- دو قطعه استوانه را پس از سرد شدن و قطع سیستم راهگاهی به صورت عمودی برش داده و سنباده کاری کنید و دو قطعه را از نظر میزان حفره‌های گازی قبل و بعد از گاززدائی با هم مقایسه و نتیجه گیری نمائید (شکل ۹-۸)



شکل ۹-۸

تمرین: دو قالب استوانه‌ای مشابه و هم حجم را با مذاب بدون گاززدائی و با مذاب گاززدائی شده بارریزی نمائید. و دو قطعه را بدون برش از طریق تعیین حجم و جرم از لحاظ جرم حجمی با هم مقایسه کنید و حجم حبابهای گازی را مشخص کنید.

## واحد کار شماره (۱۰):



### هدف‌های رفتاری:

- از فراگیر انتظار می‌رود پس از پایان این جلسه بتواند:
- ۱- مراحل ذوب شمش Al یا Al - Si را انجام دهد.
  - ۲- مقدار درصد Si در آلیاژ را محاسبه و تنظیم نماید.
  - ۳- آلیاژ Al - Si با درصدهای مختلف Si را تهیه نماید.



## پیش آزمون شماره (۱۰)

۱- نقطه ذوب آلومینیم کدام است؟

الف:  $660^{\circ}\text{C}$

ب:  $620^{\circ}\text{C}$

ج:  $720^{\circ}\text{C}$

د:  $560^{\circ}\text{C}$

۲- نقطه ذوب سیلیسیم کدام است؟

الف:  $800^{\circ}\text{C}$

ب:  $660^{\circ}\text{C}$

ج:  $1150^{\circ}\text{C}$

د:  $1415^{\circ}\text{C}$

۳- سیلیسیم چگونه به مذاب آلومینیم افزوده می شود.

۴- نقش سیلیسیم در آلیاژ Al - Si چیست؟





این آلیاژها، امروزه وسعت ریخته‌گری بسیار یافته‌اند و این امر از خواص ریخته‌گری مطلوب آنهاست، در حالیکه از نظر تاریخی، اهمیت آنها بعد از آلیاژهای آلومینیم - مس قرار دارد.



شکل ۱-۱۰

آلومینیم - سیلیسیم در مقیاس صنعتی معمولاً از ۵٪ یا ۱۲٪ سیلیسیم تشکیل می‌یابد که آلیاژ دوم تقریباً دارای ترکیب اوتکتیکی بوده و از دامنه انجماد بسیار کوتاه برخوردار است. آلیاژهای این دسته از مشخصات ریخته‌گری بسیار مطلوب برخوردار هستند سیالیت بسیار زیاد این آلیاژها بهترین و مناسب‌ترین شرایط برای ریخته‌گری را ایجاد می‌کند و همین امر کاربرد این آلیاژها را در ریختن قطعات نازک تسهیل می‌نماید شکل (۱-۱۰)

بطور کلی سیلیسیم با افزایش سیالیت آلیاژ و کاهش درصد جذب گاز و تسهیل انجماد پوسته‌ای، خواص ریخته‌گری آلیاژ را بهبود می‌بخشد و از این نظر آلیاژ بسیار مناسبی است.

آلیاژ آلومینیم - سیلیسیم به شکستگی گرم و انقباضات پراکنده حساس نیست. ظریف‌سازی این آلیاژ بوسیله سدیم و اخیراً بوسیله استرانسیم از نظر بهبود ساختار درونی و خواص مکانیکی بخصوص در ریخته‌گری قالب‌های ماسه‌ای و برخی از قطعات ضخیم در قالب‌های فلزی انجام می‌گیرد. زیرا سرعت سرد کردن نیز در ظریف کردن ساختار شبکه یوتکتیک نقش اساسی دارد. در هر حال قبل از ظریف کردن شبکه به وسیله سدیم یا استرانسیم باید عملیات گاززدائی انجام پذیرد.

وجود آهن در این آلیاژها میتواند استحکام کششی را افزایش دهد ولی مقدار آن نباید از یک درصد تجاوز نماید. این مقدار نیز بخصوص برای ریخته‌گری تحت فشار منظور شده است.

سیلیسیم معمولاً بصورت هاردنر آلومینیم - سیلیسیم با ترکیب ۱۳٪ یا ۲۲٪ سیلیسیم به مذاب افزوده می‌شود.

در عمل می‌توان سیلیسیم کریستالیزه و خرد شده (اندازه فندق) را نیز در دفعات مکرر به آلومینیم مذاب اضافه کرد. سیلومین‌ها یعنی آلیاژهای آلومینیم - سیلیسیم با ۱۳٪ سیلیسیم به سهولت در آلومینیم مذاب حل می‌شوند زیرا نقطه ذوب آنها حدود  $580^{\circ}\text{C}$  می‌باشد.

نکته: اعمال گاززدائی و آخال زدایی همواره قبل از ظریف کردن با سدیم انجام می‌گیرد.

### ۱-۱- نکات ایمنی و بهداشتی:

رعایت نکات ایمنی هنگام قالبگیری، بارریزی، تخلیه درجه‌ها و ... لازم است. همچنین استفاده از ماسک، کلاه ایمنی مجهز به عینک هنگام عملیات کیفی مذاب الزامی است.



### ۱-۲- ابزار، تجهیزات و مواد لازم:

جعبه ابزار قالبگیری، درجه، صفحه زیر درجه، ابزار ذوب و بارریزی، شمش آلومینیم - سیلیسیم با ۲۲٪ سیلیس، شمش آلومینیم، سیلیسیم کریستالیزه شده به اندازه فندق، کلرور سدیم یا استرانسیم، قرض دگازر، کاورال، پودر جدایش.

### ۱-۳- مراحل انجام کار:

۱۳ کیلوگرم شمش آلومینیم - سیلیسیم با ترکیب ۲۲٪ سیلیسیم را وزن کرده همراه با فلاکس پوششی (کاورال) در داخل بوتله قرار دهید تا ذوب شود. (شکل ۱۰-۲)  
- برای ساخت آلیاژ آلومینیم - سیلیسیم با ترکیب ۱۳٪ سیلیسیم با توجه به جرم آلیاژ اولیه طبق رابطه (۱۰-۱) جرم آلیاژ جدید را محاسبه کنید.

(رابطه ۱۰-۱)

درصد سیلیسیم آلیاژ اولیه  $\times$  جرم آلیاژ اولیه

$$\text{جرم آلیاژ جدید} = \frac{\text{درصد سیلیسیم آلیاژ اولیه} \times \text{جرم آلیاژ اولیه}}{\text{درصد سیلیسیم آلیاژ جدید}}$$

شکل ۱۰-۲

- برای تغییر درصد سیلیسیم طبق رابطه (۱۰-۲) مقدار آلومینیم موردنیاز را محاسبه کنید.

(رابطه ۱۰-۲):

جرم آلیاژ اولیه - جرم آلیاژ جدید = مقدار آلومینیم



شکل ۳-۱۰

- مقدار آلومینیم محاسبه شده را به مذاب اضافه کنید.  
تا درصد سیلیسیم از ۲۲٪ به ۱۳٪ تقلیل یابد.  
نکته: از محاسبه اتلاف سیلیسیم و آلومینیم صرف نظر کنید. (شکل ۳-۱۰)



شکل ۴-۱۰

- پس از آماده شدن مذاب با توجه به مقدار مذاب با قرص دگازر عمل گاززدائی را انجام دهید. (شکل ۴-۱۰)



شکل ۵-۱۰

- پس از گاززدائی جهت ظریف سازی و بهبود خواص مکانیکی کلرور سدیم اضافه کنید میزان سدیم مصرفی نباید از ۱۵٪ درصد تجاوز نماید، زیرا سدیم مازاد تبخیر شده و حبابهای گازی بسیاری را در آلیاژ پدید می آورد. (شکل ۵-۱۰)



شکل ۶-۱۰

- پس از افزودن کلرورسدیم، سرباره های مذاب را جدا کرده و مذاب را در قالب ماسه ای و قالب ریژه بارریزی کنید. (شکل ۶-۱۰)  
- قطعات را از قالبها خارج کرده و پس از تمیزکاری دو قطعه را با هم مقایسه کنید.

- جرم قطعه را بوسیله ترازو بدست آورید و از تقسیم جرم به حجم قطعه جرم حجمی قطعه را محاسبه کنید.  
 نکته: در صورتیکه آلیاژسازی درست صورت گرفته باشد جرم حجمی حدود ۲/۶۴۷ کیلوگرم بر دسیمتر مکعب بدست

می آید. (طبق رابطه ۱۰-۳)

$$\frac{M_{Al}}{\rho_{Al}} + \frac{M_{Si}}{\rho_{Si}} = \frac{M_{Al-Si}}{\rho_{Al-Si}}$$

$$\frac{۸۷}{۲/۷} + \frac{۱۳}{۲/۳۴} = \frac{۱۰۰}{X}$$

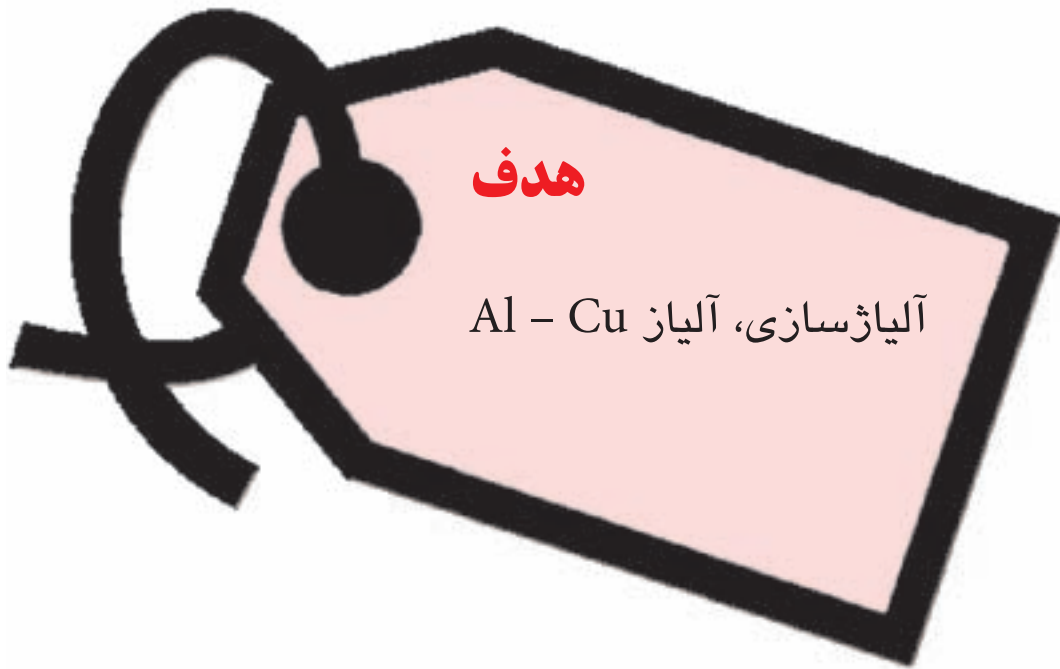
$$X = ۲/۶۴۷$$

رابطه ۱۰-۳

تمرین ۱- شمش Al را ذوب نموده و با افزودن سیلیسیم کریستالیزه خرد شده (به اندازه فندق) به مذاب، آلیاژ آلومینیم - سیلیسیم با ترکیب ۸٪ سیلیسیم تهیه کنید.

تمرین ۲: شمش آلومینیم - سیلیسیم با ۱۳٪ سیلیسیم را ذوب کرده و با افزودن آلومینیم، آلیاژ آلومینیم - سیلیسیم با ترکیب ۵٪ سیلیسیم تهیه کنید.

## واحد کار شماره (۱۱):



### هدف‌های رفتاری:

- از فراگیر انتظار می‌رود پس از پایان این جلسه بتواند:
- ۱- مراحل ذوب شمش مس را انجام دهد.
  - ۲- آمیزان ۵۰ - ۵۰ آلومینیم - مس تهیه نماید.
  - ۳- شمش آلومینیم را ذوب نماید.
  - ۴- مقدار درصد مس در آلیاژ را محاسبه و تنظیم نماید.
  - ۵- آلیاژ Al - Cu با درصدهای مختلف مس تهیه نماید.



## پیش آزمون شماره (۱۱)

۱- نقطه ذوب مس کدام است؟

الف:  $660^{\circ}\text{C}$

ب:  $960^{\circ}\text{C}$

ج:  $1083^{\circ}\text{C}$

د:  $1038^{\circ}\text{C}$

۲- مس چگونه به مذاب آلومینیم افزوده می شود.

۳- نقش مس در آلیاژ Al - Cu چیست.

۴- در هنگام تهیه Al - Cu عملیات کیفی مذاب چگونه صورت می گیرد.



آلیاژهای آلومینیم با ۸ تا ۱۲ درصد مس در قدیم موارد استفاده زیاد داشتند که پس از کشف آلیاژهای با ۴/۵ درصد مس و امکان عملیات حرارتی آنها و به دلیل مشکلات ریخته گری آلیاژهای آلومینیم - مس، استفاده از آلیاژهای ۸ تا ۱۲ درصد مس کاهش یافت.

وجود مس باعث افزایش مقاومت و سختی آلیاژ و کاهش انعطاف پذیری آن می‌گردد. مس شدت اکسیداسیون مذاب و همچنین درصد حلالیت هیدروژن را کاهش می‌دهد. آلیاژهای آلومینیم - مس عموماً دارای دامنه انجماد وسیع بوده و از اینرو انقباضات پراکنده در آنها زیاد است و کاربرد میرد را لازم می‌سازد علاوه بر آن جذب گاز در این آلیاژها نیز نسبتاً زیاد بوده و گاززدائی با کلروازت را ایجاب می‌کند عمل گاززدائی باعث حذف هسته‌های غیریکنواخت گردیده و استفاده از مواد جوانه‌زا الزامی می‌گردد که کاربرد تیتانیوم به میزان حداکثر ۰/۱۵ درصد و یا بر به میزان ۰/۰۳ درصد میتوان در ریزکردن دانه‌ها مؤثر باشد. ساختار ریختگی این آلیاژ معمولاً از شرایط تعادلی بدور است و با عملیات حرارتی میتوان خواص مکانیکی و ساختار ریختگی قطعات را بهبود بخشید. آلیاژهای آلومینیم - مس از نظر ماشینکاری بسیار خوب و سطوح تمام شده مطلوبی را ارائه می‌کنند این آلیاژها بعد از عملیات حرارتی کامل، سختی و مقاومت به کشش بالائی داشته و در ساخت قطعات ماشین تحریر، اتصالات موتور، پیستون و ... بکار میرود از این آلیاژها به دلیل مقاومت به خوردگی پائین نمی‌توان در ساخت پمپ، شیر و قطعات دیگری که باید به خوردگی مقاوم باشند استفاده نمود.

### ۱-۱- نکات ایمنی و بهداشتی:

علاوه بر رعایت نکات ایمنی و بهداشتی هنگام قالبگیری و بارریزی، لازم به ذکر است که در این جلسه استفاده از ماسک مجهز به عنیک، کفش ایمنی و لباس نسوز الزامی است.



### ۱-۲- ابزار، تجهیزات و مواد لازم:

درجه، صفحه زیر درجه، جعبه ابزار قالبگیری، مدل، شمش مس، شمش آلومینیم، قرص دگازر، مواد جوانه‌زا (تیتانیوم)،

### ۱۱-۳ - مراحل انجام کار:

مس به دلیل نقطه ذوب بالا ۱۰۸۳ درجه سانتیگراد به صورت خالص به آلیاژ اضافه نمی‌شود و بیشتر از هاردنر ۵۰-۵۰ و هاردنر اوتکتیک ۳۳-۶۷ استفاده می‌شود.

#### الف: ساخت هاردنر (آمیژان)

- ابتدا ۲۰ کیلوگرم مس را تحت یک فلاکس پوششی خنثی نظیر براکس، خرده شیشه، زغال چوب و ... ذوب کنید. (شکل ۱-۱) و از ایجاد حرارت فوق ذوب جلوگیری نمائید.



شکل ۱-۱

- ۲۰ کیلوگرم آلومینیم را در قطعات کوچک و بدفعات ۴ تا ۵ مرتبه به مذاب مس اضافه کنید و مذاب را خوب بهم بزنید. (شکل ۲-۱)



شکل ۲-۱

تذکر: میزان تلفات مس ۱٪ و آلومینیم ۱/۲٪ در نظر گرفته شود.

- پس از افزودن آلومینیم، مذاب را در قالب شمش تخلیه کنید در این حالت هاردنر ۵۰-۵۰ تهیه نموده‌اید.

توجه: چنانچه دو کوره آماده بهره برداری باشد می‌توان مس و آلومینیم را جداگانه ذوب نموده و سپس با برقراری یک جریان باریک، مس مذاب را به آلومینیم مذاب افزود. شکل (۳-۱)



شکل ۳-۱

#### ب: ساخت آلیاژ آلومینیم - مس (Al-cu)

- ۲۰ کیلوگرم آلومینیم را وزن کرده در بوتله ذوب کنید

- پس از ذوب کامل درجه حرارت فوق ذوب را تا ۳۰

درجه سانتیگراد بالا ببرید.



- فلاکس پوششی (کاورال) اضافه کنید.
- برای تهیه آلیاژ آلومینیم - مس با ۴/۵٪ مس از هاردنر ۵۰-۵۰ استفاده کنید.
- هاردنر را با توجه به مقدار مس موردنیاز وزن کرده پیش گرم کنید
- هاردنر را در ۳ یا ۴ مرتبه به مقداری که محاسبه شده به مذاب آلومینیم اضافه کنید.
- با ترکیبات کلر نظیر هگزا کلروراتان (دگازر) و ... عملیات گاززدائی مذاب را انجام دهید.
- با تیتانیوم یا بُر عملیات جوانه‌زائی را انجام دهید. جوانه‌زائی با آلیاژ تیتانیوم - بُر - آلومینیم به صورت میله‌های فلزی که برای این منظور ساخته شده بیشترین اثر را دارد و باید از این آلیاژ حدود ۱٪ وزنی به مذاب اضافه شود. و یا از قرص تیتانیوم و بُر به ازای هر کیلوگرم مذاب ۲/۵ گرم و یا از نمک تیتانیوم و بُر به صورت پودر ۴/۵ گرم در هر کیلوگرم مذاب می‌توان استفاده نمود اگر از پودر استفاده کردید باید پودر را در فویل آلومینیمی پیچیده درون مذاب قرار دهید تا به تدریج در آن پخش شود.
- مذاب آماده شده را سرباره گیری کنید.
- مذاب را در قالب ماسه‌ای و قالب ریژه بارریزی نمائید.
- دو قطعه را پس از تمیزکاری با هم مقایسه کنید.
- با تعیین جرم و حجم قطعه، جرم حجمی قطعه را مشخص کنید. (حدود ۲/۷۶۶)
- تمرین: آلیاژ آلومینیم - مس با ترکیب ۶٪ و ۸٪ مس تهیه نمائید. با تعیین جرم حجمی آن صحت آن را بررسی کنید.

## واحد کار شماره (۱۲):



### هدف‌های رفتاری:

- از فراگیر انتظار می‌رود پس از پایان این جلسه بتواند:
- ۱- مس خالص را با رعایت نکات ایمنی ذوب نماید.
  - ۲- درصد روی موردنیاز را محاسبه و تنظیم نماید.
  - ۳- آلیاژ برنج قرمز تهیه نماید.
  - ۴- قطعه ریخته شده از این آلیاژ را با قطعه ریخته شده از مس مقایسه نماید.



## پیش آزمون شماره (۱۲)

- ۱- نقطه ذوب روی کدام است؟  
الف:  $420^{\circ}\text{C}$   
ب:  $240^{\circ}\text{C}$   
ج:  $1083^{\circ}\text{C}$   
د:  $900^{\circ}\text{C}$
- ۲- برنج از آلیاژ نمودن کدام فلزات با هم بدست می‌آید.
- ۳- میزان روی در برنج قرمز چقدر است؟
- ۴- روی را چه زمانی تحت چه شرایطی به مذاب مس اضافه می‌کنند؟ چرا؟
- ۵- کاربرد آلیاژ برنج قرمز را بیان کنید.



## مس:

مس فلزی است با نقطه ذوب ۱۰۸۳ درجه سانتیگراد، نقطه جوش ۲۳۱۰ درجه سانتیگراد و چگالی ۸/۹ گرم بر سانتی متر مکعب. مس بعد از نقره هادی‌ترین عنصر می‌باشد به همین دلیل یکی از مهمترین موارد مصرف مس قابلیت هدایت حرارتی و الکتریکی آن می‌باشد.

وجود عناصر آلیاژی و یا ناخالصی، قابلیت هدایت مس را به شدت کاهش می‌دهد. به همین دلیل در مصارف الکتریکی از مس بسیار خالص با ترکیب بیشتر از ۹۹/۹۹ درصد استفاده می‌شود. علاوه بر کاربردهای هدایت حرارتی و الکتریکی، مس و آلیاژهای آن به علت مقاومت بسیار خوب در محیط‌های خوردنده و خوردگی، مقاومت به فرسودگی، طنین صدا، رنگهای دلپذیر و تنوع آلیاژی مصارف زیادی در صنعت دارد.

با توجه به نرم بودن مس و پائین بودن استحکام و سختی آن و همچنین به علت پائین بودن سیالیت مذاب مس، نمی‌توان در همه کاربردها از مس خالص استفاده کرد به همین منظور از آلیاژهای مس استفاده می‌شود. دامنه وسیعی از آلیاژهای مس وجود دارد که مهمترین آنها عبارتند از برنجها و برنژها. در این جلسه به روش تهیه یکی از این آلیاژها می‌پردازیم.

## برنج:

برنج یکی از پر مصرف ترین آلیاژهای مس است. عنصر آلیاژی اصلی در این آلیاژ، روی می‌باشد افزایش روی باعث تغییراتی در استحکام، قابلیت شکل پذیری، مقاومت در برابر خوردگی و تغییر رنگ مس می‌شود.

برنجه‌ها حداقل دارای ۵۰٪ مس می‌باشند که رنگ آنها از زرد روشن تا زرد مایل به قرمز (صورتی) متغیر است. به طوریکه از روی رنگ آن می‌توان درصد مس را تخمین زد. در صورتیکه مقدار مس موجود در آلیاژ تا ۶۰٪ باشد رنگ آن زرد است با افزایش مقدار مس، رنگ آلیاژ به تدریج به رنگ مس تبدیل می‌شود.

**با توجه به این موارد، دو نوع آلیاژ برنج وجود دارد:**

برنج زرد و برنج قرمز