

## مس - روی ( Cu - Zn ) :

برنج رنگی تقریباً زرد دارد که شبیه به رنگ طلا است. برنج در برابر کدر شدن و لکه‌دار شدن هم مقاومت دارد، یعنی دیرتر اکسایش می‌یابد. برنج از مدت‌ها پیش حتی قبل از تاریخ شناخته شده بود؛ در آن زمان که انسان هنوز فلز روی را نمی‌شناخت با ذوب کردن مس همراه با کالامین (سنگ معدن فلز روی) برنج تولید می‌کرد. برنج معمولاً قابلیت چکش‌خواری بیشتری نسبت به مس و روی دارد و تقریباً دمای ذوب آن بین ۹۰۰ تا ۹۴۰ درجه سانتی‌گراد است. البته سختی و نرم بودن آن می‌تواند با تغییر نسبت مخلوط مس و روی تغییر کند.

مس داخل برنج (از طریق اثر اولیگودینامیک) خاصیت میکروبوکشی به آن می‌دهد. به همین خاطر از برنج به عنوان دستگیره و دیگر فلزات رایج در بیمارستان‌ها استفاده می‌کنند. امروزه تقریباً ۹۰٪ از فلزات برنج بازیافت می‌شوند، چون فلز برنج خاصیت مغناطیسی کمی دارد و به راحتی می‌توان آن را از فلزاتی که معمولاً با آنها مخلوط می‌شود جدا کرد. بدین ترتیب برنج جدا شده را دوباره بازیافت می‌کنند.

چگالی متوسط برنج ۸۰۴ گرم بر سانتی‌متر مربع است

اکثر آلیاژهای برنج دارای دامنه انجماد بسیار کم بوده و وجود فلزات دیگر در مس عملاً باعث پائین آمدن نقطه ذوب می‌شود و هر قدر دامنه انجماد کمتر باشد، سیالیت آلیاژ بهتر خواهد بود ولی این امر معمولاً با زیاد شدن حجم انقباض متمرکز همراه است و کاملاً برای ریخته‌گری مناسب می‌باشند و از نقطه نظر شبکه محلولهای جامد مس و روی دارای خواص زیر می‌باشند:

**الف) محلول جامد  $\alpha$  :** این شبکه در سرما چکش‌خوار می‌باشد ولی چکش‌خواری آن در گرما منوط به نداشتن سرب در آلیاژ است (به دلیل تشکیل سرب مایع در گرما)

**ب) محلول جامد  $\beta$  :** در این شبکه وجود سرب کمتر مزاحم می‌باشد و شبکه خاصیت چکش‌خواری خود را در گرما حفظ می‌کند.

**ج) محلول جامد  $\gamma$  :** این شبکه سخت و شکننده است و خواص عمومی شبکه  $\gamma$  را دارد

اگر مقدار فلز روی از ۵۰٪ کمتر باشد آلیاژ در ناحیه  $\beta$  بوده و برای به وجود آمدن شبکه  $\gamma$  باید مقدار فلز روی از ۵۰٪ تجاوز کند. به همین دلیل مقدار فلز روی در برنج‌ها مواره کمتر از ۴۷٪ است و رنگ برنج به مقدار روی بستگی دارد.

اگر برنج تنها از محلول جامد  $\alpha$  تشکیل شده باشد در این صورت خواص مکانیکی با افزایش فلز روی بالا می‌رود سپس با افزایش بیش از حد روی دوباره کاهش می‌یابد. اگر برنج از شبکه  $\alpha$  و  $\beta$  تشکیل شده باشد مقدار درصد تغییر شکل به کم شدن ادامه می‌دهد در حالیکه سختی پیوسته زیاد می‌شود.

تاثیر روی در محلول جامد  $\alpha$  در جدول زیر آورده شده است:

## دسته بندی آلیاژهای مس:

آلیاژهای مس مانند آلومینیم به دو دسته آلیاژهای کارپذیر (نوردی) و ریختگی تقسیم می گردند. هر دسته از این آلیاژها نیز بر حسب شرایط ترکیبی و عناصر آلیاژی می توانند عملیات حرارتی پذیر یا عملیات حرارتی ناپذیر باشند.

انواع برنجهای کارپذیر (نوردی) فقط حاوی مس و روی می باشند و عناصر دیگر در حد ناخالصی در آنها وجود دارد و برنجهای آلیاژی علاوه بر مس و روی حاوی عناصر دیگری نظیر سیلیسیم، آهن، قلع، و سرب و... نیز هستند و بیشتر از طریق ریخته گری شکل می گیرند.

## برنجهای مخصوص:

اگر به آلیاژ مس و روی سایر عناصر اضافه شوند به طور کلی خواص مکانیکی برنج بالا می رود و این نوع آلیاژها را برنج مخصوص می نامند. و بالطبع نمی توان فقط ساختمانهای ساده محلول جامد  $\alpha$  و یا  $\alpha+\beta$  را انتظار داشت.

عناصری مانند سرب، قلع، آهن، منگنز، نیکل و غیره در برنج همواره به عنوان عنصر آلیاژی یا عنصر ناخالصی حضور دارند. و مقدار این عناصر هیچگاه از حدود ۲-۱٪ تجاوز نمی کند.

آلیاژ مس و روی را برنج می گویند. بر حسب درصد روی در مس می توان برنجهای متفاوتی را به دست آورد. هر چه درصد روی در مس افزایش یابد سختی و استحکام این آلیاژ بیشتر می شود و رنگ برنج از قرمز به زرد کم رنگ متمایل می شود. روی با نقطه ذوب  $419^{\circ}\text{C}$  و چگالی  $7/14$  گرم بر سانتی متر مکعب در مذاب مس با نقطه ذوب  $1083^{\circ}\text{C}$  و وزن مخصوص  $8/9$  گرم بر سانتی متر مکعب معمولاً به صورت غیر همگن یا غیر یکنواخت قرار می گیرند که مشکل اساسی جدایش را به وجود می آورد. چون روی تا ۳۲٪ می تواند در دمای محیط به صورت تک فاز  $\alpha$  در مس وجود داشته باشد به آن برنج  $\alpha$  میگویند که شامل یک ساختمان تک فاز کریستالهای محلول جامد روی و مس می باشد. معمولاً برنجهای  $\alpha$  تجارتي تا ۳۶٪ روی دارند و به دو گروه تقسیم می شوند:

برنج  $\alpha$  زرد که شامل ۲۰ الی ۳۶٪ روی می باشد و برنج  $\alpha$  قرمز که شامل ۵ الی ۲۰٪ روی می باشد.

در تهیه آلیاژهای برنج می توان دو روش را مورد استفاده قرار داد:

۱- از هاردنر مس و روی استفاده نمود. لازم است در این روش مس را تحت فلاکس پوششی ذوب کرده و بعد هاردنر را در چند مرحله به مذاب وارد نمود.

۲- استفاده از روی خالص که لازم است مس را تحت فلاکس پوششی ذوب نموده فوق گداز آن را پایین آورده و روی را در چند مرحله به مذاب وارد نموده و کاملاً آن را مخلوط نمود. از دیاگرام مس و روی می توان فهمید که دامنه انجماد برنجهای کوتاه و سیالیت خوبی دارند.

برای ساخت برنج ۲۰٪ روی لازم است مس مورد نیاز را همراه با فلاکس پوششی که شیشه می باشد ذوب نموده و چون از روی خالص استفاده می شود بایستی فوق گداز را پایین آورده و این مقدار روی را در چندین مرحله ( معمولاً در ۳ نوبت مناسب است ) به مذاب وارد کنیم. به دلیل نقطه ذوب و وزن مخصوص متفاوت این دو فلز که نقطه مس C ۱۰۸۳ و چگالی آن ۷/۹ گرم بر سانتی متر مکعب می باشد و روی با نقطه ذوب C ۴۱۹ و وزن مخصوص ۷/۱۴ گرم بر سانتی متر مکعب باعث جدایش این دو فلز از یکدیگر شده و پدیده جدایش را به وجود می آورند و لذا بایستی حتماً این مذاب را توسط ابزار خوب مخلوط نموده و اقدام به ذوب ریزی نمود.

### انواع برنج :

- **برنج دریاسالار:** شامل ۳۰٪ روی همراه با ۱٪ قلع.
- **برنج آلفا:** شامل کمتر از ۳۵٪ روی، که از آن می توان برای کارهایی با فشار بالا، ضربه و سرد استفاده کرد. ساختار کریستالی این نوع برنج FCC است.
- **برنج بتا:** شامل ۴۵٪ تا ۵۰٪ روی که سختی و مقاومت بیشتری نسبت به گرما و فشار و ضربه دارد.
- **برنج آلفا-بتا:** شامل ۳۵٪ تا ۴۵٪ روی مناسب برای گرما.
- **برنج آلومینیومی:** که شامل آلومینیوم است و مقاومت زیادی در برابر خوردگی دارد که از آن در ساخت سکه های اروپایی استفاده می کنند.
- **برنج آرسنیک:** شامل آرسنیک. آلومینیوم است که در ساخت دیگ های بخار کاربرد دارد.
- **برنج فشنگی:** شامل ۳۰٪ روی برنج معمولی: شامل ۳۷٪ روی، ارزان و مناسب برای کارهای بدون گرما.
- **برنج عالی:** شامل ۳۵٪ روی و ۶۵٪ مس، با قابلیت انعطاف پذیری بالا، استفاده شده در ساخت فنر و پیچ ها.
- **برنج سربی:** همان برنج آلفا-بتا همراه با مقداری سرب است.
- **برنج پست:** شامل ۲۰٪ روی است، با رنگ زرد نزدیک به طلا.
- **برنج دریایی:** شبیه به برنج دریا سالار با ۴۰٪ روی و ۱٪ قلع.
- **برنج سفید:** شامل بیش از ۵۰٪ روی ، بسیار شکننده .
- **برنج طلایی:** که نرم ترین فلز برنج است با ۹۵٪ مس و ۵٪ روی که در ساخت مهمات جنگی کاربرد دارد.