

تاریخچه آلومینیم و شرح کامل آلیاژ (Al-Cu)

در بیشتر فرآیندهای استخراجی الکتروسیته نقش بسزایی دارد، مانند: فرآیند هال-هرول قرن ۱۹ که گام مؤثری در استفاده از نیروی برق برای تولید فلز می باشد. در انگلستان همفری دیوی طی سالهای ۱۸۰۸-۱۸۱۳ برای استخراج این فلز (آلومینیوم) از ترکیبات آن کوشید ولی تنها آلیاژی از آلومینیوم، آهن به دست آورد. کوششهای بعدی او در این مورد نیز نتیجه ای نبخشید. دیوی عنصری را که سعی می کرد از اکسید آلومینیوم (که در آن زمان هم آلومینا نامیده می شد) به دست آورد آلومینیوم (Aluminium آلومینیوم) نامید، و بعد ها آلومینیوم Aluminum آلومینیوم نامید، که این نام اخیر هنوز در آمریکا مصطلح است، ولی در کشورهای انگلیسی زبان و در اروپا آلومینیوم را به کار می برند. در سال ۱۸۲۵ فیزیکدان دانمارکی هانس کریستین اورستد روش دیگری برای استخراج را آزمایش کرد، حبه های کوچکی از فلز را که احتمالاً حاوی آلومینیوم ناخالص بود به دست آورد. اورستد را باید راهگشای واقعی دستیابی به آلومینیوم محسوب کرد. فریدریش وهلر آلمانی با الهام از روش اورستد و به کارگیری آن در تحقیقات بیشتر موفق شد تا به سال ۱۸۳۷ آلومینیوم را به صورت ورقه های نازک تولید کند. در همان سال او خواص شیمیایی این فلز را برای اولین بار گزارش کرد. وهلر به سال ۱۸۳۵ و پس از اصلاح روش خود توانست مقادیر کمی آلومینیوم را به صورت ذرات سوزنی شکل تولید کن که برای اولین بار آنها برای تعیین خواص فیزیکی این فلز استفاده کرد. هانری سن کلردوویل فرانسوی بر اساس نتایجی که وهلر به دست آورده بود موفق به حذف موانع بیشتری شد و روش دیگری که از نظر فنی برای استخراج آلومینیوم عملی بود به دست آورد. اولین قطعه آلومینیوم تولید شده به این روش، خلوصی بین ۹۶ تا ۹۷ درصد داشت و در سال ۱۸۵۵ در نمایشگاه بین المللی پاریس به نمایش گذاشته شد.

در آن زمان هنوز آلومینیوم را به عنوان فلزی کمیاب، بسیار گران می شناختند که نمی توانستند قیمتی برای آن تعیین کنند چون هنوز فقط چند کیلوگرم از آن را در دست داشتند. گفته می شود که در قصر ناپلئون سوم فقط برای او، ملکه، میهمانان ویژه، اعضای خاندان سلطنتی از ظروف آلومینیمی استفاده می شد و برای سایر میهمانان از ظروف طلا استفاده می کردند. در سال ۱۸۸۶ پل. هرولت فرانسوی، چارلز مارتین هال آمریکایی همزمان، مستقل از هم توانستند از طریق تجزیه الکترولیتی اکسید آلومینیوم حل شده در مذاب کریولیت این فلز را تولید کنند. در آن زمان، تهیه انرژی الکتریکی لازم برای الکترولیز دیگر مشکلی نبود، زیرا در سال ۱۸۶۶ ورنرفون زیمنس آلمانی دینام کلی کشف شده توسط هرولت و هال عمل می شود و بنابراین می توان گفت سال ۱۸۸۶، سال آغاز تولید صنعتی آلومینیوم است. در آن زمان، قبل از این که بتوان عمل استخراج فلز را در مقیاس بزرگ آغاز کرد یک مشکل دیگر به وضوح به چشم می خورد و آن تولید ماده اولیه یعنی اکسید آلومینیوم از سنگ معدن بوکسیت در مقیاس زیاد بود. بایر اتریشی در سال ۱۸۹۳ با حل کردن بوکسیت در سود سوزآور برای تهیه اکسید از بوکسیت فرآیندی مقرون به صرفه به دست آورد.

امروزه اغلب کارخانجات تهیه اکسید آلومینیم، اکسید ژنراتور را اختراع کرده بود. امروزه در کلیه فرآیندهای تولید آلومینیوم در سراسر دنیا همچنان بر اساس اصول لازم برای الکترولیز را بر اساس فرآیند بایر تهیه می کنند.

خواص آلومینیوم :

آلومینیوم دارای خواص بسیار گسترده ای است که مهمترین آن ها به قرار زیر است ؟ آلومینیوم سبک است به طوریکه یک متر مربع از ورق آلومینیومی به ضخامت یک $\frac{2}{7}$ کیلو گرم وزن دارد وزن چنین وزن ورقی اگر از فولاد باشد $\frac{7}{8}$ کیلوگرم و اگر از مس باشد $\frac{8}{9}$ کیلوگرم است در عین حال از $\frac{7}{2}$ کیلو گرم می توان یک متر مربع ورق آلومینیومی به ضخامت یک میلیمتر تولید کرد اما برای تولید $\frac{0}{34}$ متر مربع ورق فولاد به $\frac{2}{7}$ کیلو گرم فولاد و برای تهیه $\frac{0}{30}$ متر مربع ورق مس به $\frac{2}{7}$ کیلو گرم مس نیاز داریم سبک بودن آلومینیوم سبکی می شود با وجود بالا تر بودن قیمت یک کیلو گرم آن در مقایسه با آن فولاد و سایر فلزات سنگین رقیب مناسبی در مقابل آنها محسوب شود یکی دیگر از خواص بسیار گسترده آلومینیوم محکم بودن آن است برخی از آلیاژهای آلومینیومی استحکامی قابل مقایسه با استحکام فولاد های ساختمانی غیر آلیاژی دارند آلومینیوم هم مانند تمام فلزات دیگر هر چه خالصتر باشد استحکام کمتری دارد استحکام این فلز به روش های مختلف می توان تا 540 یا بیشتر افزایش داد آلومینیوم در مقابل خوردگی اتمسفری و در مقابل بسیاری از مواد شیمیایی مقاوم است آلومینیومی را به آسانی می توان شکل داد و روی آن کار کدر می توان این فلز را نورد کرد چکش کاری کرد ، فشار کاری (اکستروژن) کرد چنین داد شیار دار کرد لبه داد حک کرد هم کرد برش داد کشش عمیق داد و برید همچنین می توان آلومینیوم را اره کرد مته زد تراش داد سنگ زد پرداخت و حتی به ضخامت $\frac{0}{004}$ میلی متر نورد کرد ریخته گری آلومینیوم همراه سیلیسیم منیزیم مس به عنوان عناصر آلیاژ در قالبهای ماسه ای فلزی و تحت فشار (تزیقی) آسان است آلومینیوم را می توان از طریق کلید روش های معمولی جوشکاری و لحیم کاری چسب زدن یا پرچکاری به هم اتصال داد آلومینیوم از نظر حرارتی و هدایت الکتریکی هادی بسیار خوبی است.

آلیاژ سازها و یا هاردنرها (آمیژن ها) :

این گروه از آلیاژ سازها هنگامی استفاده می شود که قرار باشد عناصری را با نقطه ذوب بالاتر یا نقطه ذوب پایین تر به مذاب اضافه کنیم به عنوان مثال اضافه کردن مس با نقطه ذوب 1080 درجه سانتیگراد به مذاب آلومینیوم که این عمل باید به صورت آمیژن انجام شود. یا اضافه کردن روی با نقطه ذوب 420 درجه سانتیگراد به مذاب آلومینیوم که باید به صورت آمیژن انجام شود .

- آمیژن در این بخش به معنی عنصری است که با آلومینیوم آلیاژ سازی شده است . مانند آمیژن مس
- فلزاتی که دارای نقطه ذوب پایین هستند به علت فشار بخار زیاد در ریخته گری آلومینیوم اگر به صورت خالص به مذاب اضافه شوند باعث پاشش مذاب می شوند .

انواع روش های تولید هاردنر ها :

روش اول : در این روش ابتدا مذاب آلومینیم را تهیه نموده سپس فلز مورد نظر را به صورت قطعات ریز و کوچک در داخل فویل های آلومینیمی قرار می دهیم و آرام و آرام به مذاب آلومینیم اضافه می کنیم روش دوم : آلومینیم و فلز مورد نظر را به صورت جداگانه ذوب کرده و سپس فلز با نقطه ذوب بالا را به صورت باریکه مذاب به مذاب آلومینیم اضافه کرده و هم می زنیم .

مشخصات فیزیکی مس :

مس دارای ساختار FCC بوده و تغییرات آلوتروپیک در آن وجود ندارد. در درجه حرارت ۱۰۸۳ درجه سانتیگراد ذوب شده و دانسیته در حدود ۸,۹ گرم بر سانتی متر مکعب دارد. مس دارای پارامتر شبکه ۳,۶ آنگسترم بوده و دارای قطر اتمی ۲,۵۵ آنگسترم می باشد همچنین دارای مشخصات ریخته گری به شرح زیر می باشد :

- ۱- دارای نقطه ذوب بالایی نسبت به آلیاژ های غیر آهنی می باشد
 - ۲- دارای سیالیت کم
 - ۳- اکسیداسیون بالا
 - ۴- آلیاژ مس دارای دامنه انجماد طولانی و انجماد خمیری می باشد به خصوص در آلیاژ های برنج که این دامنه انجماد خیلی طولانی می شود.
- مواد شارژی که برای ساخت آلیاژ های مس به کار می رود شبیه آلیاژ های آلومینیم می باشد که شامل : ۱- شمش های اولیه ۲- شمش های ثانویه ۳- قراضه ها ۴- برگشتی ها ۵- هاردنر ها
- قابل توجه است که مس قابلیت انحلال اکثر عناصر را دارد بنابراین ساخت آلیاژ های مس همراه عنصری نظیر Ni, Si, Zn امکان پذیر می باشد.

آمیزان (Al-Cu) :

- ۱- روش تهیه این نوع آمیزن به این صورت می باشد که در صورت وجود دو کوره Al و Cu را به طور جداگانه ذوب نموده سپس مس را به شکل بار که مذاب به Al اضافه می کنند.
- ۲- اما روش دوم ساخت آمیزن به این صورت می باشد که مس را ذوب کرده سپس Al را به مرور به مذاب اضافه می کنند که پس از هر بار اضافه کردن Al درجه حرارت را کاهش داده تا از تلفات Al جلوگیری شود.
- ۳- آمیزن سه گانه Cu, Al, Ni برای تهیه این هاردنر به علت آنکه اضافه کردن Ni به مس هیچ گونه مشکلی ندارد ابتدا هاردنر Cu.Ni را ایجاد کرده و سپس Al را به مرور به مذاب اضافه می کنند .

پس از آماده سازی مواد شارژ و پیش گرم کردن قراضه ها با توجه به نقطه ذوب فشار بخار و درجه حرارت تصفیه عناصر آلیاژی به مذاب اضافه می شود. بهترین نوع کوره ها در ذوب Cu کوره های القایی می باشد اما از کوره های و روبربرگ نیز استفاده می شود.

مشخصات کلی آلومینیوم و آلیاژهای آن :

خصوصیات انواع مختلف آلیاژهای ریختگی آلومینیوم، براساس عنصر آلیاژی اصلی طبقه بندی می شوند. به عنوان مثال Al-Mg-Al: و غیره. هر کدام از آلیاژها بوسیله ترکیب شیمیایی اصلی آنها مشخص می گردند. اگرچه آلیاژهای ریختگی در دسترس، بسیار متفاوت می باشند، تعداد آلیاژهایی که در حجم زیاد مورد استفاده قرار می گیرند، بسیار اندک هستند. انتخاب آلیاژها برای قطعات ریختگی که بوسیله فرآیندهای مختلف ریخته گری تولید می شوند، در وحله اول به ترکیب آلیاژ که به نوبه خود کنترل کننده مشخصات آلیاژ، از قبیل دامنه های انجماد، سیالیت و غیره می باشد، قطعات ریخته گری شده در ماسه کمترین محدودیت را در رابطه با انتخاب آلیاژ ایجاد کرده و به طور معمول در مورد آلیاژها بکار می رود.

در مورد آلیاژهای مورد استفاده در ریخته گری تحت فشار مسأله اصلی دماگداز پایین آلیاژ می باشد که باعث افزایش سرعت تولید و کاهش سائیدگی قالب می گردد .

گروه های مختلف آلیاژهای آلومینیوم را می توان برحسب ترتیب کاهش قابلیت ریخته گری بصورت $7 \times \times$ ، $4 \times \times$ ، $5 \times \times$ و $7 \times \times$ طبقه بندی نمود. مقاومت به خوردگی این آلیاژها نیز تابع ترکیب شیمیایی بوده و آلیاژهای عاری از مس معمولاً مقاومت برخوردارگی بیشتری نسبت به آلیاژهای حاوی مس دارند. آلیاژهای سری $8 \times \times$ که عنصر آلیاژی آن قلع می باشد، برای یاتاقان ها استفاده می شوند .

مشخصات کلی آلیاژ Al-Cu:

آلیاژهایی که عنصر اصلی آلیاژی آنها مس می باشد، اگرچه امروزه بسیاری از آنها متروک شده اند، ولی جزء اولین آلیاژهای ریختگی آلومینیوم هستند که بطور گسترده مورد استفاده قرار گرفته اند. اغلب آلیاژهایی که اکنون کاربرد دارند، علاوه بر مس، حاوی عناصر دیگر آلیاژی نیز هستند. این گروه از آلیاژهای ریخته گری، آلومینیوم در معرض بعضی از مسائل ریخته گری از قبیل ترک گرم و مشکلات تغذیه گذاری قرار دارند. این آلیاژها از قابلیت عملیات حرارتی رسوب سختی بالایی برخوردار هستند.

آلیاژهایی با ترکیب شیمیایی مختلف در این گروه که خواص مطلوب در دماهای بالا را تأمین می کند، تولید می گردند. هر کدام از آنها آلیاژهای این گروه از طریق تلفیق مکانیزم رسوب سختی و سخت گردانی انتشاری بوسیله ترکیبات بین فلزی، مستحکم شده و سختی و استحکام آنها تا دمای $250^{\circ}C$ پایدار می ماند. اخیراً آلیاژ Al-Cu- Ag- Mg که قابلیت رسوب سختی بالایی را دارا است، تولید گردیده است.

آلیاژ آلومینیوم - مس (Al-Cu):

در سیستم Al-Cu محلول جامد نهایی غنی از Al با ترکیب بین فلزی A با فرمول $CuAl_7$ در تعادل است و گرچه مقداری هم حلالیت در جامد وجود دارد. افزودن منیزیم به این سیستم، امکان تشکیل ترکیبات بین فلزی دیگر را فراهم می‌کند یا آلیاژی مورد نظر از نوع پر آلومینیوم است.

بنابراین فازهای در تعادل با در نظر است. برای رسوب سخت کردن این آلیاژ اولین مرحله در عملیات گرمایی متعادل کردن آلیاژ در منطقه آلیاژ است. یعنی عملیات گرمایی محلولی روی آلیاژ برای همگن کردن ساختار آلیاژ باید آنرا به صورت کافی (در حدود چند ساعت ۴-۵) در دمای ۵۰۰ تا ۵۷۰ درجه گرما داده و ساختار ریختگی و حل کردن ذرات فاز دوم ممکن است تا ۱۰۰ ساعت زمان لازم داشته باشد. پس از انجام عملیات گرمایی محلول آلیاژ، باید با آهنگ کافی برای جلوگیری از رسوب گذاری تا ۲۰ درجه سرد شود. این آلیاژ در درجه حرارت ۵۴۸ درجه سانتیگراد (یوتکتیک) دارای حد حلالیتی برابر ۵,۷٪ می باشد که در درجه حرارت محیط به ۰,۵٪ کاهش پیدا می کند. حد حلالیت بالای آن برابر ۹۴,۳٪ آلومینیوم که در درجه حرارت محیط به ۹۹,۵٪ آلومینیوم افزایش می یابد. این آلیاژ دارای قابلیت پیر سازی بوده و بر اثر پیر سازی این آلیاژ فاز تتا ($Cu-Al_2O_3$) باعث می شود که نمودار این آلیاژ به نمودار نوع سوم تغییر یابد و با توجه به این که فاز تتا فازی سخت و شکننده می باشد باعث افزایش استحکام قطعه می شود.

اغلب آلیاژ های آلومینیوم-مس کمتر از ۱۰ درصد مس دارند و عموماً آلیاژ های صنعتی آن دارای ۵ الی ۲ درصد مس می باشند مرغوبترین گروه این آلیاژ ها آلیاژ دورالومین می باشد. که دارای ۳,۴ تا ۴,۵ درصد مس و ۱ تا ۱,۵ درصد منیزیم و ۰,۶ درصد نیز سیلیسیم می باشد این آلیاژ قابلیت انجام عملیات پیر سازی را داشته و برای انجام این عملیات ابتدا نیاز به محلول سازی در درجه حرارت ۴۲۰ درجه سانتی گراد به مدت ۸ ساعت دارد. و پس از انجام عملیات باید به سرعت در آب سرد شود که مدت زمان کوئینچ بین ۳ تا ۴ ثانیه می باشد. که بعد از سرد کردن این آلیاژ، آلیاژ محلول سازی شده ی آن به دست می آید که پس از آن عملیات پیر سازی در درجه حرارت ۱۸۰ درجه سانتی گراد به مدت ۵ ساعت انجام می شود که معمولاً در کوره و یا هوا به صورت آهسته سرد می شود. نکته قابل توجه در این عملیات این می باشد که اگر مدت عملیات پیر سازی از ۵ ساعت بیشتر شود به آن فرآیند فرا پیر سازی اطلاق می شود که این امر باعث کاهش سختی قطعه می شود.

➤ معمولاً فرآیند پیر سازی برای آن گروه از آلیاژ های آلومینیوم مس که بیشتر از ۲٪ مس دارند انجام می شود.

ریخته گری آلیاژ های آلومینیوم مس :

مس به دلیل نقطه ذوب بالا نسبت به آلومینیوم (۱۰۸۳) درجه به صورت خالص به آلیاژ آلومینیوم اضافه نمی شود. و عمدتاً از آمیزن های ۵۰-۵۰ یا آمیزن های ۳۳-۶۷ آلومینیوم - مس استفاده می شود.

برای ساخت آمیزن ها ابتدا مس را ذوب کرده و به حداقل فوق ذوب آن می رساند سپس قطعات آلومینیم را به دفعات ۴ تا ۵ مرتبه به مذاب مس اضافه می کنند جهت اضافه کردن آمیزن به مذاب آلومینیم پس از محاسبه مقدار آمیزن مصرفی فوق ذوب آلومینیم را تا ۳۰ درجه افزایش داده سپس آمیزن را به نسبت مورد نیاز به مذاب اضافه می کنیم باید توجه داشت که کلیه عملیات کیفی مذاب بعد از افزایش مس انجام می شود و فقط فلاکس های پوششی می توان قبل از افزایش آمیزن مس همراه با موادشارژ به بوته اضافه کرد.

شرایط ریخته گری آلیاژهای آلومینیم و آلومینیم مس :

این آلیاژ در دارای خواص مکانیکی بالایی می باشد عمدتاً در قالب های ماسه ای و ریخته گری قابلیت ریخته گری داشته و عموماً قابلیت ریخته گری تحت فشار را ندارد که این امر به علت سرعت انجماد بالا در ریخته گری تحت فشار می باشد اما بعد از عملیات ریخته گری تحت عملیات حرارتی قرار می گیرد که در درجه حرارت ۵۳۰ درجه سانتی گراد خواص این آلیاژ افزایش می یابد. شرایط ریخته گری این آلیاژ :

۱- تمیز بودن مواد شارژ نسبت به اکسید ها و مواد اکسیدی

۲- عدم استفاده بیش از ۵۰ درصد از مواد قراضه در شارژ

۳- جلوگیری از تماس محصولات احتراق با شارژ

۴- درجه حرارت مذاب کمتر از ۷۵۰ درجه سانتیگراد

۵- استفاده از مواد دگازور و فلاکس های پوششی

۶- جلوگیری از تماس مستقیم ابزار ها و ادوات آهنی با مذاب

روش های قالب گیری آلیاژهای آلومینیم و آلومینیم مس :

آلیاژ آلومینیم به دو روش موقت و دائم قالب گیری و ریخته گری می شود

۱- **روش موقت** : که شامل روش ماسه ای تر - ماسه ای خشک CO_2 - و پوسته ای می شود .

الف: ماسه ای خشک چسب مورد استفاده در این روش خاک رس می باشد که به علت دیرگدازی پایین آلومینیم در ریخته گری این آلیاژ استفاده می شود در این مخلوط رطوبت ماسه کمتر از ۵ درصد بوده و در معدود مواردی نیز از بنتونیت به عنوان چسب در مخلوط ماسه استفاده می کنند همچنین با استفاده از مواد سلولزی (آرد و حبوبات و خاک اره) می توان نفوذ پذیری ماسه را افزایش داد که این امر به علت قابلیت جذب گاز آلومینیم از اهمیت بیشتری برخوردار است .

ب: روش پوسته ای در این روش مخلوط مورد نظر را با رزین های حرارتی مخلوط می کنند سپس این ذرات در یک مدل فلزی قرار گرفته و در معرض حرارت قرار می گیرند . در اثر حرارت مخلوط خودگیر و سفت می شود . و دور تا دور مدل فلزی فرم پوسته قرار می گیرد . سپس فرم پوسته ای را در داخل محفظه قالب گذاشته و با استفاده از ماسه پشت بند آن را ثابت می کنند و عملیات ریخته گری را انجام می دهند .

۲- روش دائم : که شامل روش های تزریق و رژه می شود .

الف:تزریق : این روش که خود به دو روش تزریق کم فشار و تزریق پرفشار (دایکست) تقسیم می شود .
➤ معمولا برای ریخته گری آلومینیم از ماشین های محفظه سرد استفاده می شود.

ویژگی های آلومینیوم و آلیاژ های آلومینیوم مس در ریخته گری :

برای طراحی سیستم راهگامی باید ابتدا ویژگی های ریخته گری آلومینیوم را بدانیم که این ویژگی ها را می توان به شش دسته تقسیم بندی کرد :

- ۱- آلومینیوم و آلیاژ های آلومینیوم مس $al-cu$ تمایل به اکسیداسیون شدید دارند
 - ۲- آلومینیوم و آلیاژ های آلومینیوم مس $al-cu$ به تلاطم شدید و انحلال گاز شدید دارند
 - ۳- آلومینیوم و آلومینیوم مس $al-cu$ خاصیت شدید جذب گاز هیدروژن دارند
 - ۴- این آلیاژ دارای دامنه انجماد طولانی بوده بخصوص در آلیاژ های آلومینیوم مس که دامنه انجماد طولانی تری دارند و همچنین آلیاژ های آلومینیوم سیلیسیم که کمترین دامنه انجماد را دارند .
 - ۴- آلومینیوم و آلیاژ های آلومینیوم مس $al-cu$ دارای انقباض حجمی زیادی می باشند
 - ۵- آلومینیوم و آلیاژ های آلومینیوم مس $al-cu$ دارای انقباض پراکنده و هدایت حرارتی بالایی می باشند
- به دلیل ویژگی های فوق سیستم های راهگامی مورد استفاده در آلیاژ های آلومینیوم مس $al-cu$ غیر فشاری منظور می شوند و مهمترین نسبت های سیستم های راهگامی در این آلیاژ $۱:۲:۲$ و $۱:۴:۴$ و $۱:۶:۶$ استفاده می شود نکته قابل توجه در این اعداد این می باشد که اولین عدد از سمت چپ نسبت راهگام باریز دومین عدد از سمت چپ نسبت مجموع کانال های اصلی و سومین عدد از سمت چپ نسبت مجموع کانال های فرعی می باشد که هر چه دامنه انجماد بالاتر باشد اعداد سمت راست نیز بیشتر می شوند .

گرد آورنده : هادی جاویدان

منبع اطلاعاتی متالورژی