

h-daneshmand.ir

آشنایی با روش های آلیاژسازی و خصوصیات آلومینیوم :

آلومینیوم دارای هدایت قابلیت هدایت حرارتی بالایی می باشد که بعد از نقره و مس بهترین هادی حرارتی شناخته می شود و دارای دانسیته ای در حدود ۲,۷ سانتی متر مکعب است . که به همین دلیل جزو آلیاژهای سبک محسوب می شود. این آلیاژ دارای مقاومت به خوردگی زیاد است که به علت ایجاد لایه پایدار اکسیدی متخلخل می باشد .

دارای نقطه ذوب پایین در حدود ۶۷۰ درجه سانتیگراد است و قابلیت انجام عملیات حرارتی دارد اما عملیات حرارتی آن اج هاردینگ یا پیر سازی می باشد و دارای قابلیت انجام کار مکانیکی و تغییر فرم سرد و گرم می باشد . و این آلیاژ را می توان در قالب های دائمی و یا فورج نیز استفاده کرد .

کاربرد آلومینیوم :

این آلیاژ به علت ویژگی های خاصی که دارد در بیشتر صنایع از جمله اتومبیل سازی غذاسازی ساختمان سازی بلوکه های سیلندر خودرو اسکلت سازی صنایع پتروشیمی و صنایع هوایی به کار می رود .

آلیاژ های آلومینیوم :

به طور کلی آلیاژ های آلومینیوم به دو دسته کلی تقسیم می شود :

۱- آلیاژ های نوردی

۲- آلیاژ های ریختگی

نکته : آلومینیوم به علت داشتن ساختار FCC و تراکم زیاد در ساختار شبکه بلوری اش فرم کاری خوبی در درجه حرارت محیط دارد .

۱) آلیاژ های نوردی :

در آلیاژ های نوردی ابتدا آلیاژ به شکل شمش ریخته شده سپس با توجه به شرایط تولید هر یک از فرآیند های کار سرد شامل : نورد ، فورج ، سوراخ کاری برش و روی قطعه انجام می شود .

روش های تولید شمش های نوردی :

معمولا دو روش برای تهیه شمش نوردی استفاده می شود :

✓ روش مداوم (countinus)

✓ روش نیمه مداوم و یا تکباری (countinus non)

➤ روش مداوم :

این روش که از سرعت تولید بالایی برخوردار است که به این صورت می باشد که ذوب ریزی به صورت مداوم ادامه پیدا می کند .

به این صورت که محفظه ای از فولاد گرم که در زیر پاتیل مذاب قرار دارد مذاب را به صورت دائم دریافت می نماید ، مذاب پس از رها شدن از پاتیل وارد محفظه شده و در مرحله اول آب گرد هایی که در قسمت بالای محفظه قرار دارند مذاب را به مرحله خمیری می رساند در مرحله بعد مذاب به مرحله آب فشان رسیده و به طور کامل منجمد می شود و در پایان تیغه ای که در انتهای محفظه قرار دارد فلز را برش زده و بر روی صفحه نقاله می اندازد .

➤ روش تکباری :

این روش که در کارخانه ها و به وسیله قالب های ماسه ای انجام می شود به این صورت است که ابتدا کوره را به مقدار معینی شارژ کرده سپس شارژ آماده شده را در قالب های مورد نظر می ریزند .

تهیه آلیاژ های ریخته گری (فرآیند شکل ریزی) : هدف تولید :

➤ تولید شکل نهایی قطعه به صورت مذاب ریزی مستقیم

➤ انواع مواد شارژ جهت ریخته گری آلیاژ های آلومینیوم

۱) شمش اولیه :

این شمش معمولاً در کارخانه های ریخته گری تولید می شود و از درصد خلوص بالایی در حدود ۹۹٫۹٪ برخوردار است که معمولاً به صورت پوکه های مستطیل شکل با وزن ۱۵ الی ۲۰ کیلو گرم تهیه می شوند . که جهت آلیاژ سازی آن ها از شمش های منیزیم ، روی ، سیلیسیم استفاده می شود که معمولاً از شمش های منیزیم و سیلیسیم درمواقعی استفاده می شود که بخواهیم درصد کمی منیزیم و سیلیسیم به مذاب اضافه کنیم در غیر این صورت از آلیاژ ساز ها یا هاردنر ها (hardner) استفاده می کنیم

۲) شمش های ثانویه:

این شمش ها معمولاً از ذوب مجدد قراضه های و برگشتی ها تولید می شود و با توجه به اینکه عملیات تصفیه و تمیز کاری روی این شمش ها انجام می شود از لحاظ قیمت گرانتر از شمش های اولیه می باشد اما دارای درصد خلوص و کیفیت بالاتری نسبت به شمش های اولیه می باشد .

۳) قراضه ها:

که قیمت مناسبی داشته ولی قبل از استفاده باید عملیات تمیز کاری بر روی آن ها انجام شود.

۴) برگشتی ها :

این شمش ها انواع قطعات معیوب سیستم راهگامی را شامل می شود که به جهت شارژ مجدد در ریخته گری استفاده می شود .

۵) 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 ۱۰۸۰ درجه سانتیگراد به مذاب آلومینیم که این عمل باید به صورت آمیژن انجام شود. یا اضافه کردن روی با نقطه ذوب ۴۲۰ درجه سانتیگراد به مذاب آلومینیم که باید به صورت آمیژن انجام شود.

➤ به آمیژن آلومینیم سیلیسیم (سیلومین) گفته می شود.

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

انواع روش های تولید هاردنرها :

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. مثال : اگر بخواهیم آلیاژی از آلومینیم بسازیم که دارای ترکیب ۵٪ سیلیسیم - ۰,۴٪ منیزیم و ۲/۱٪ مس و بقیه نیز آلومینیوم باشد.

۱- آمیژن سیلومین با ۱۳ درصد سیلیسیم

۲- آمیژن منیزیم با ۱۰ درصد منیزیم

۳- آمیژن مس با ۵۰ درصد مس

انواع کوره های ذوب آلومینیوم :

۱- کوره های زمینی

۲- کوره های شعله ای و یا روربر

۳- کوره الکتریکی که این کوره ها خود به دو دسته کوره های مقاومتی و کوره های القایی تقسیم می شوند.

مزیت های کوره های مقاومتی :

این کوره های از نظر اقتصادی هزینه سرمایه گذاری کمتری نسبت به کوره القایی می خواهد و باعث ایجاد مذابی یکنواخت می گردد

۱- کوره های زمینی :

در کوره های زمینی بوته به شکل ثابت و یا متحرک استفاده می شود و معمولاً جنس بوته در این کوره ها از گرافیت و یا کاربید سیلیسیم می باشد

۲- کوره های شعله ای :

در این کوره ها شعله به صورت مستقیم با مواد شارژ برخورد می نماید این کوره ها معمولا به شکل اتاقک های مکعب مستطیل می باشد و معمولا در این کوره ها از سوخت های گازوئیل ، مازوت و یا گاز استفاده می شود . راندمان این کوره ها پایین بوده و ذوب فلز به صورت تشعشع شعله انجام می شود تناژ این کوره ها بسیار بالا می باشد و معمولا ظرفیت شارژ این کوره ها حداکثر تا ۲۰ تن می باشد

این کوره ها معمولا به دو صورت دیده می شود

الف: نوع اول آن که بدون پیش گرم بوده و مواد شارژ به صورت مستقیم و سرد وارد کوره می شود .

ب: نوع دوم آن کوره هایی با پیش گرم شارژ بوده که در این روش مواد شارژ در قسمت بالای کوره قرار می گیرند و تحت تاثیر دمای کوره پیش گرم می شوند در این کوره های معمولا راندمان بیشتر بوده و تلفات حرارتی کمتر می باشد

۳- کوره های الکتریکی :

این کوره ها معمولا در دو نوع مقاومتی و القایی می باشد

الف : کوره های مقاومتی :

این کوره ها از المنت های فنری تشکیل شده است که در جداره کوره قرار دارند و که برای گرم کردن جداره کوره استفاده می شود که حداکثر دمای این المنت ها ۱۲۰۰ درجه می باشد که با توجه به دمای ذوب آلومینیم که حداکثر ۸۲۰ درجه سانتیگراد است لذا عملا نیازی به درجه حرارت های بالا و زیاد در ذوب نیست.

ب: کوره های القایی :

معمولا این کوره ها از نظر کیفیت ذوب به علت تماس نداشتن مذاب با عوامل احتراق مناسب می باشند و برای آلیاژ سازی مناسب هستند . در این کوره ها ترکیب شیمیایی مذاب یکنواخت تر بوده و سطح سرباره خوبی در ذوب ریزی ندارند . کنترل درجه حرارت ، کنترل ترکیب شیمیایی مذاب ، یکنواختی ترکیب شیمیایی و انحلال گاز کمتر همگی باعث افزایش کیفیت مذاب در این کوره ها شده است .

در بیشتر فرآیندهای استخراجی الکتریسیته 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(آلومینیم) از ترکیبات آن کوشید ولی تنها آلیاژی از آلومینیم، آهن به دست آورد. کوششهای بعدی او در این مورد نیز نتیجه ای نبخشید. دیوی عنصری را که سعی می کرد از اکسید آلومینیم (که در آن زمان هم "آلومینا" نامیده می شد) به دست آورد آلومینیم نامید. که این نام اخیر هنوز در آمریکا مصطلح است، ولی در کشورهای انگلیسی زبان و در اروپا آلومینیم 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 آلومینیم 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 آلومینیم را به صورت ذرات سوزنی شکل تولید کند، که برای اولین بار از 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 آلومینیم 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 آلومینیم 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 آلومینیم 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 ژنراتور را اختراع کرده بود. امروزه در کلیه فرآیندهای تولید آلومینیم در سراسر دنیا همچنان بر اساس اصول کلی کشف شده توسط هرولت و هال عمل می شود و بنابراین می توان گفت سال ۱۸۸۶، سال آغاز تولید صنعتی آلومینیم 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 آلومینیم 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.

۱) کنترل ترکیب شیمیایی

۲) گاز زدایی

۳) اکسیژن زدایی

۴) تصفیه

۵) تلقیح و جوانه زایی

مرحله اول کنترل ترکیب شیمیایی :

از آن جایی که مواد شارژ در ذوب شامل قراضه ها و برگشتی ها می باشند به همین دلیل پس از تهیه مذاب آلومینیم بایستی درصد عناصر در آلومینیم مشخص شود برای انجام این عملیات ابتدا مذاب را داخل قالب

پولکی ریخته و نمونه برداری می کنند سپس توسط دستگاه آنالیز در صد عناصر مشخص می شود پس از مشخص شدن درصد عناصر میزان کمبود و یا ازدیاد عناصر آلیاژی را مشخص می کنند . و درجه حرارت را تصحیح می کنیم . عمده ناخالصی های موجود در مذاب آلومینیم شامل سدیم کلسیم آهن - سیلیسیم - منیزیم و تیتانیم است.

(۱) منیزیم - سیلیسیم - آهن سه عنصر اصلی با درصد بالا در آلومینیم هستند جهت حذف منیزیم از مذاب آلومینیم از دو روش استفاده می شود.

(۲) افزایش درجه حرارت مذاب و نگهداری مذاب در درجه حرارت های بالا به جهت آن که منیزیم در این درجه حرارت تبخیر شود . نکته : که این روش امروزه به علت افزایش تلفات آلومینیم در سرباره کمتر استفاده می شود.

(۳) اضافه کردن ترکیبات کلر مانند نمک و یا دمش گاز کلر که نمک های استفاده شده در این روش شامل $NaCl$ یا نمک طعام و $CaCl_2$ می باشد. نکته : جهت حذف سیلیسیم و آهن از روش الکترولیز استفاده می شود و همچنین جهت حذف عناصری چون کادمیوم ، بیسموت ، سرب نیز با اضافه کردن سدیم و کلسیم این عناصر وارد سرباره شده و از مذاب حذف می شود.

مرحله دوم گاز زدایی : آلومینیم دارای قابلیت انحلال گاز هیدروژن می باشد و قابلیت انحلال اکسیژن در آلومینیم نیز وجود دارد و مجموعاً این گاز ها موجب افزایش مک و حفرات گازی در قطعات آلومینیم می شوند.

❖ درصد انحلال هیدروژن در آلومینیم بیشتر از اکسیژن در آلومینیم می باشند.

روش های گاز زدایی :

۱- **ذوب در خلا :** در این روش فشار اتمسفر را در روی سطح مذاب کاهش داده که این امر باعث می شود که گاز های حل شده در مذاب به علت اختلاف فشار بین سطوح بیرونی مذاب و داخلی مذاب از مذاب خارج شوند که در صنعت ریخته گری این روش بهترین روش برای گاز زدایی به شمار می رود اما به علت نیاز به تجهیزات گران قیمت کمتر استفاده می شود و عموماً بیشتر از دگازور ها و گاززدا ها استفاده می شود

۲- **استفاده از دگازور :** که این مواد شامل ترکیبات کلر بوده که این ترکیبات می توانند هیدروژن را از محیط مذاب خارج کنند که معمولاً ترکیبات مانند هگزا کلر متان می باشد.

تیتانیم معمولاً به صورت ناخالصی در آلومینیم وجود دارد . $Ti + C \rightarrow TiC$ (rosob) هگزا کلر متان با هیدروژن واکنش ایجاد کرده و ایجاد گاز HCl می نماید که این گاز به علت سبکی خود را به سمت بالایی کشد و از مذاب آلومینیم خارج می شود. با توجه به فرمول بالا کربن باقی مانده با تیتانیم موجود در مذاب ایجاد کاربید تیتانیم TiC می نماید که این ترکیب جهت جوانه زایی مذاب آلومینیم استفاده می شود.

۳- استفاده از دمش گاز خنثی :

در این روش با افزایش فشار در داخل مذاب و ایجاد اختلاف فشار بین مذاب و محیط بیرون موجب خروج گاز های مضر از مذاب می شود. که گاز های خنثی برای مذاب آلومینیم شامل نیتروژن و آرگون می شود. مزیت های روش گاززدایی به صورت گاز خنثی : در این روش گاز نیتروژن پس از دمیده شدن در پایین پاتیل مذاب آلومینیم گاز خود را به سمت بالا کشیده و در حین بالا آمدن گازهایی چون هیدروژن را جذب خود می نماید و همچنین ناخالصی های موجود در مذاب را جذب خود کرده و وارد سرباره می نماید. نکته : به علت انحلال بالای هیدروژن در مذاب آلومینیم این مرحله یک مرحله خاص می باشد و از اهمیت زیادی برخوردار است. مرحله سوم اکسیژن زدایی و حذف ناخالصی های غیر فلزی : در اکسیژن زدایی عموماً از انواع فلاکس ها استفاده می شود. به طور کلی فلاکس ها ترکیباتی هستند که با به وجود آوردن فیلم نازکی بین مذاب و ناخالصی ها، ناخالصی های مذاب را به سمت سرباره هدایت می کنند.

انواع فلاکس ها :

- ۱- فلاکس های احیا کننده
- ۲- فلاکس های گازی
- ۳- فلاکس های جامد
- ۴- فلاکس های پوششی

۱- **فلاکس های احیا کننده** : با توجه به میل ترکیبی شدید آلومینیم با اکسیژن، اکسیژن با آلومینیم وارد واکنش شده و ناخالصی های پایدار اکسید آلومینیم را به وجود می آورد.

سخت ترین مرحله خروج ناخالصی ها از مذاب خروج اکسید آلومینیم است که این امر به دلیل پایداری شدید اکسید آلومینیم می باشد فلاکس های احیا کننده جهت اکسیژن زدایی و احیا Al_2O_3 به کار می روند این فلاکس ها عبارتند از : کلسیم، منیزیم، بلریم، لیتیم که به عنوان فلاکس های احیا کننده به کار می روند. منیزیم و کلسیم : این دو عنصر با آلومینیم تشکیل کمپلکس های $(MgO-Al_2O_3)$ و $(CaO-Al_2O_3)$ می دهند که این عناصر در حین احیا آلومینیم مقداری از ترکیبات را به وسیله O_2 ایجاد می کنند که خود این کمپلکس به عنوان ناخالصی در مذاب به حساب می آید و به عنوان عیب در مذاب محسوب می شود از این رو در صنعت بیشتر از عناصری مانند بلریم و لیتیم استفاده می کنند. بلریم: عنصر بلریم پس از احیا Al_2O_3 تشکیل یک لایه اکسیدی غیر متخلخل می دهد

$3Be + 2Al_2O_3 + 3BeO$ که این عنصر یک اکسید غیر متخلخل می باشد و دارای دانسیته کمتری نسبت به مذاب آلومینیم می باشد لذا پس از احیا Al_2O_3 به صورت یک لایه پوششی در سطح مذاب قرار می گیرد و مانع اکسید شدن مجدد مذاب می شود. عموماً بلریم به شکل هاردنر یا آمیزن با ۱,۵٪ بلریم به مذاب

آلومینیم اضافه می شود . و یا به شکل ترکیب BeF_2 (فلورید بلریم) به مذاب اضافه می شود. لیتیم : این عنصر به عنوان یک فلاکس احیایی عمل می کند اما چون اکسید متخلخل به وجود می آورد لذا نقش فلاکس پوششی را ندارد به همین دلیل در صنعت بیشتر از بلریم به عنوان فلاکس احیا کننده استفاده می شود و عموماً به صورت فلورید لیتیم (LiF) به مذاب اضافه می شود به طور کلی عناصر و یا فلزاتی به عنوان فلاکس احیا کننده به کار می روند که دارای چهار مشخصه زیر :

۱- داشتن نقطه ذوب و تبخیر بالا نسبت به مذاب آلومینیم

۲- وزن اتمی کم نسبت به مذاب آلومینیم

۳- وزن مخصوص و دانسیته پایین نسبت به مذاب آلومینیم

۴- قطر اتمی کوچک نسبت به مذاب آلومینیم

۲- **فلاکس های گازی** : اساس کار فلاکس های گازی خروج مکانیکی ناخالصی ها است . در واقع حباب

های گاز هنگامی از قسمت کف پاتیل به سمت بالا حرکت می کنند به علت جریان یک طرفه به سمت بالا ناخالصی ها را به خود جذب کرده و به سمت سرباره می آورند . اصولاً این گاز ها شامل ترکیبات کلر می باشند که یا مستقیماً در حالت گازی استفاده می شوند مانند $\text{BCL}_3\text{-Cl}_2$ ؛ و یا ترکیباتی هستند که قادر به تبخیر و تبدیل شدن به گاز هستند . که عموماً به شکل پودر و گاز به کف پاتیل اضافه می شوند مانند (C_2Cl_6) هگزا کلورو متان این ترکیبات ابتدا نقش هیدروژن زدا را ایفا می کنند . و تشکیل گاز HCl را می دهند این گاز در حین حرکت به سمت بالا به صورت مکانیکی ناخالصی ها را به سمت سرباره منتقل می کند . ترکیبات گاز زدا و فلاکس های گازی عموماً از طریق لوله هایی از کف پاتیل به داخل مذاب دمیده می شوند و یا به شکل قرص در کف مذاب قرار می گیرند و پس از واکنش با مذاب تولید گاز می کنند . این قرص ها عبارتند از هگزاکلورید متان - C_2Cl_6 کلورید آمونیاک - NH_3Cl کلرید آلومینیم - AlCl_3 کلرید منیزیم - MgCl_2 کلرید روی ZnCl_2 به مذاب آلومینیم اضافه می شوند

۳- **فلاکس های جامد** : ترکیباتی که به شکل فلاکس جامد هستند عموماً ترکیبات فلورید می باشند

عمده ترین این ترکیبات کریولیت $\text{AlF}_3\text{-}^3\text{NaF}$ است این ترکیب در مذاب تجزیه شده و تشکیل AlF_3 را می دهد و با حرکت به سمت بالا مواد شناور را از مذاب خارج می کند. فلورید سدیم (NaF) موجود نیز با اکسید آلومینیم واکنش می دهد و تولید ترکیبات کمپلکس را می دهد که مانع از چسبندگی ناخالصی ها به مذاب می شود.

۴- **فلاکس های پوششی** : این فلاکس ها با مواد شارژ به صورت جامد در پاتیل قرار می گیرند . نکته

قابل توجه این می باشد که این فلاکس ها دارای نقطه ذوب پایین تری نسبت به مذاب آلومینیم

هستند و زود تر از آلومینیم ذوب می شوند . سپس با تشکیل فیلم ضخیمی در سطح مذاب از ورود گاز و اکسیژن به درون مذاب جلوگیری می کنند و به عنوان فلاکس پوششی مانع اکسید شدن مذاب می شوند. خواص این نوع فلاکس ها عبارتند از

(۱) از وزن مخصوص پایین ترین نسبت به مذاب برخوردارند.

(۲) دارای نقطه ذوب پایین تری نسبت به مذاب می باشند .

(۳) دارای نقطه تبخیر بالا نسبت به مذاب می باشند ترکیباتی که در این روش استفاده می شوند شامل

نمک طعام - NaCl فلورید سدیم NaF کلرید پتاسیم - KCl کلرید کلسیم $CaCl_2$ می باشند.

انواع آلیاژ های آلومینیم :

۱- آلیاژ آلومینیم - مس (Al-Cu)

۲- آلیاژ آلومینیم - سیلیسیم (Al-Si)

۳- آلیاژ آلومینیم - منیزیم (Al-Mg)

(۱) آلیاژ آلومینیم - مس : 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٪ آلومینیم که در درجه حرارت محیط به ۹۹,۵٪ آلومینیم 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 آلومینیم-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 نکته : معمولاً فرآیند پیر

سازی برای آن گروه از آلیاژ های آلومینیم مس که بیشتر از ۲٪ مس دارند انجام می شود . ریخته

گری آلیاژ های آلومینیم مس : مس به دلیل نقطه ذوب بالا نسبت به آلومینیم (۱۰۸۳) درجه به صورت خالص به آلیاژ آلومینیم اضافه نمی شود . و عمدتاً از آمیزن های ۵۰-۵۰ یا آمیزن های ۳۳-۶۷ آلومینیم - 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 مواد شارژ به بوته اضافه کرد .

(۲) **آلیاژ آلومینیم - سیلیسیم** : این آلیاژ کاربرد وسیعی در صنعت دارد که این امر به علت قیمت مناسب و خواص عالی آن می باشد معروفترین آلیاژ آلومینیم سیلیسیم سولومین می باشد که این آلیاژ در صنعت دارای ۱۳٪ سیلیسیم می باشد با توجه به حلالیت ناچیز سیلیسیم در آلومینیم درجه حرارت محیط (۰,۰۰۵٪) باید توجه داشت که سیلیسیم در درجه حرارت یوتکتیک آلومینیم دارای ساختار سوزنی و درشت می باشد . که جهت تصحیح دانه ها و ریز کردن آن ها از سدیم استفاده می شود که به صورت نمک طعام یا NaCl به مذاب اضافه می شود که در واقع این فلاکس کلسیم (Cl) عمل هیدروژن زدایی و فلاکس سدیم Na عمل ریز کردن دانه ها را به عهده دارد که درصد اضافه کردن آن به مذاب ۲ تا ۲,۵ درصد وزنی مذاب می باشد اثر سیلیسیم بر مذاب آلومینیم:

- باعث کاهش انحلال گاز هیدروژن در مذاب آلومینیم می شود.
- باعث افزایش تمایل به انجماد پوسته ای مذاب می شود.
- سیالیت مذاب را افزایش می دهد که این امر باعث افزایش خواص ریخته گری می شود. آلیاژ آلومینیم سیلیسیم معمولاً مورد تست های عملیات حرارتی قرار نمی گیرد معمولاً سیلیسیم به شکل آمیزن به مذاب آلومینیم اضافه می شود آمیزن های مورد استفاده آمیزن ۸۷-۱۳٪ و ۷۸-۲۲٪ می باشد عمل گاز زدایی قبل از تلقیح مذاب آلومینیم با سیلیسیم انجام می شود

(۳) **آلیاژ آلومینیم منیزیم** : حد حلالیت آلومینیم منیزیم بیشتر از آلومینیم سیلیسیم می باشد که می توان حد حلالیت منیزیم را در درجه حرارت یوتکتیک ۴۵۰ درجه سانتیگراد در اثر فرآیند پیر سازی فاز بتا که در این آلیاژ فاز سختی می باشد تشکیل می گردد که این فاز باعث افزایش استحکام و مقاومت به سایش آلیاژ می گردد . معمولاً آلیاژ های مورد استفاده جهت پیر سازی ۳ تا ۱۵٪ منیزیم دارند منیزیم نیز باعث ایجاد ترکیبات بین فلزی و غیر فلزی مانند (MgO-Al₂O₃) ، (MgSi) ، (Mg) ، (Mg³N₂) ، (MgCl₂) می شود که این ترکیبات خواص آلیاژ را به شدت کاهش می دهد همچنین منیزیم قابلیت جذب گاز را افزایش داده و باعث افزایش قابلیت اکسیداسیون می شود بنابراین در طی

عملیات ذوب نیاز به محافظت بیشتری در طی فرآیند ذوب دارد. و معمولا ذوب تحت فلاکس های پوششی صورت می گیرد تا تلفات ذوب ریزی کمتر شود.

➤ در آلیاژ آلومینیم منیزیم به هیچ عنوان سدیم Na به عنوان ریز کننده استفاده نمی شود و همچنین از فلاکس ها و گاز هایی که دارای سدیم هستند استفاده نمی شود چون تاثیر سدیم در این آلیاژ منفی می باشد و باعث کاهش خواص مکانیکی آلیاژ می شود.

➤ در آلیاژ آلومینیم منیزیم به هیچ عنوان از گاز نیتروژن به عنوان گاز خنثی استفاده نمی شود زیرا این عنصر به شدت با آلومینیم واکنش می دهد.

➤ نیتروژن در اکثر آلیاژ های آلومینیم به غیر از آلیاژ آلومینیم منیزیم به عنوان بهترین گاز خنثی استفاده می شود.

➤ در آلیاژ آلومینیم منیزیم اگر منیزیم زیر ۳ درصد باشد قابلیت پیر سازی نداشته اما بالای ۳ درصد دارای قابلیت پیر سازی می باشد و همچنین منیزیم باعث افزایش قابلیت ماشین کاری قطعه می شود. تولید آلیاژ آلومینیم منیزیم: معمولا آلیاژ آلومینیم منیزیم ۲ درصد با افزایش منیزیم خالص به مذاب تولید می شود اما اغلب از آمیزن ۹۰-۱۰ استفاده می شود عموما برای اکسیژن زدایی در این آلیاژ از برلیم استفاده می شود همچنین منیزیم باعث کاهش سیالیت مذاب می شود لذا معمولا سیستم های راهگامی در این آلیاژ ها ابعاد بزرگتری نسبت به سایر آلیاژ های آلومینیم دارد.

آلیاژ های چند گانه با پایه آلومینوم:

به طور کلی طبق استاندارد ASTM می توان از حروف اختصاری برای نام گذاری آلومینیم استفاده کرد.

۱- آلیاژ آلومینیم مس AICu که با حروف اختصاری C مشخص می شود. مثل C۴A

۲- آلیاژ آلومینیم سیلیسیم AISi که با حروف اختصاری S مشخص می شود مثل S۴B
S۴A

۳- آلیاژ آلومینیم مس سیلیسیم AICuSi: که با حروف اختصاری SC مشخص می شود مثل
SC۷۲A, SC۶۴

۴- آلیاژ آلومینیم منیزیم AIMg که با کد اختصاری G مشخص می شود: مثل G۴A, G۱۰A

۵- آلیاژ آلومینیم منیزیم سیلیسیم AIMgSi: که با کد اختصاری SG مشخص می شود مثل
SG۷۰, Sg۲۴A

۶- آلومینیم روی AIZn: که با کد اختصاری Z مشخص می شود.

۷- آلیاژ آلومینیم مس نیکل AICuNi و آلیاژ آلومینیم مس قلع AlCuSn که با کد اختصاری Cn مشخص می شود.

علائم اختصاری عملیات حرارتی آلومینیوم :

T_۴: عملیات محلول سازی

T_۶: عملیات محلول سازی و رسوب سختی

TT: عملیات آنیل

T_۵: عملیات پیر سازی یا رسوب سختی

T_۷: عملیات محدود سازی و یا فراپیر سازی

F: شرایط ریخته گری بدون استفاده از عملیات حرارتی

خواص مکانیکی انواع آلیاژ های آلومینیوم :

آلیاژ های آلومینیوم مس منیزیم تیتانیوم این آلیاژ در شرایط ریخته گری 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 آلیاژ های آلومینیوم .

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

➤ روش موقت : که شامل روش ماسه ای تر - ماسه ای خشک CO₂ و پوسته ای می شود . الف:

ماسه ای خشک چسب مورد استفاده در این روش خاک رس می باشد که به علت دیرگدازی پایین آلومینیوم 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 آلومینیوم 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.

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. نکته: معمولا برای ریخته گری آلومینیم از ماشین های محفظه سرد استفاده می شود ویژگی های آلومینیم و آلیاژ های آلومینیم در ریخته گری برای طراحی سیستم راهگامی باید ابتدا ویژگی های ریخته گری آلومینیم را بدانیم که این ویژگی ها را می توان به شش دسته تقسیم بندی کرد:

- ۱) آلومینیم و آلیاژ های آلومینیم تمایل به اکسیداسیون شدید دارند.
- ۲) آلومینیم و آلیاژ های آلومینیم تمایل به تلاطم شدید و انحلال گاز شدید دارند.
- ۳) آلومینیم و آلیاژ های آلومینیم خاصیت شدید جذب گاز هیدروژن دارند.
- ۴) این آلیاژ دارای دامنه انجماد طولانی بوده بخصوص در آلیاژ های آلومینیم مس که دامنه انجماد طولانی تری دارند و همچنین آلیاژ های آلومینیم سیلیسیم که کمترین دامنه انجماد را دارند.
- ۵) آلومینیم و آلیاژ های آلومینیم دارای انقباض حجمی زیادی می باشند.
- ۶) آلومینیم و آلیاژ های آلومینیم دارای انقباض پراکنده و هدایت حرارتی بالایی می باشند به دلیل ویژگی های فوق سیستم های راهگامی مورد استفاده در آلیاژ های آلومینیم 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.

سیستم های راهگامی در آلیاژ های آلومینیم:

- ۱- حوضچه باریز
- ۲- راهگام باریز
- ۳- حوضچه پای راهگام باریز
- ۴- کانال اصلی
- ۵- کانال های فرعی حوضچه باریز

حوضچه های باریز در آلیاژ های آلومینیم معمولا به شکل مکعب مستطیل می باشند که مانعی در داخل آن تعبیه می شود که این مانع از ورود ناخالصی ها به داخل راهگام باریز جلوگیری می کند که این امر

باعث می شود فرآیند فیلترینگ در هنگام مذاب ریزی انجام شود و مذاب به صورت تصفیه شده وارد راهگاه باررئز شود راهگاه باررئز راهگاه باررئز در آلیاژ های آلومینیم معمولا به شکل مخروطی تهیه می شوند تا مانع ورود هوا به داخل قطعه شوند شیب راهگاه های باررئز معمولا دو درصد بوده و نسبت سطح مقطع بالا به پایین ۲ به ۱ و در بعضی موارد ۳ به ۱ در نظر گرفته می شود حوضچه پای راهگاه باررئز قطر این حوضچه معمولا ۱,۲ تا ۱,۳ قطر راهگاه اصلی می باشد حوضچه پای راهگاه باعث می شود فشار مذاب ورودی از راهگاه باررئز کاهش یافته و مذاب با سرعت کمتری وارد کانال ها و راهگاه اصلی شوند و عمق این حوضچه ۱,۵ تا ۲ برابر ارتفاع کانال های اصلی می باشد. کانال یا راهگاه اصلی معمولا این راهگاه ها را طویل تر در نظر می گیرند تا مذاب از قسمت های مختلف وارد قطعه شود که این امر به علت خاصیت هدایت حرارتی بالای مذاب می باشد و همچنین باعث جلوگیری از انجماد زود رس مذاب می شود و نیز باعث جلوگیری از تمرکز حرارتی مذاب آلومینیم می شود این نکته قابل توجه است که ایجاد تمرکز حرارتی در یک نقطه باعث ایجاد حفرات و مک های گازی در قطعه می شود.

شکل راهگاه اصلی معمولا به شکل نیم استوانه بوده اما از اشکال دوزنقه ای نیز استفاده می شود باید توجه داشت که سطح مقطع هر راهگاه اصلی بعد از هر راهگاه فرعی کاهش پیدا می کند که این امر به علت آن انجام می شود که دبی جریان مذاب در تمام قسمت های سیستم راهگاهی یکسان باشد و به شکل یکنواخت مذاب وارد راهگاه های فرعی شود همچنین راهگاه اصلی را در درجه بالا و راهگاه فرعی را در درجه پایین ایجاد نمایند .

AS : نسبت کل سطح مقطع راهگاه های اصلی

AG : نسبت کل سطح مقطع راهگاههای فرعی

در سیستم های راهگاهی در قالب های فلزی و ریژه معمولا سعی می شود از کف قالب گذاشته شود و در قالب های سرامیکی در صورتی که تغذیه استفاده نشود معمولا راهگاه به قسمت های ضخیم قطعه متصل می شود تا خود راهگاه نقش تغذیه را داشته باشد.

۱- علت استفاده از تغذیه حذف مک های انقباضی و مک های پراکنده که به علت دامنه

انجماد طولانی و انجماد خمیری در بعضی از آلیاژ های آلومینیم می باشد.

۲- حذف انقباض های متمرکز که به علت انقباض زیاد آلومینیم از حالت فوق ذوب تا درجه

حرارت محیط است که درصد این انقباض ها در حدود ۶ تا ۹ درصد می باشد. با وجود

تاثیرگذاری تغذیه در آلومینیم به جهت انقباضات متمرکز اما با این وجود به دلیل فوق

ذوب بالا و انجماد خمیری در بعضی از آلیاژ های آلومینیم عموما حذف انقباضات پراکنده

دشوار می باشد لذا در این حالت می توان با قرار دادن مبرد و ایجاد یک انجماد جهت دار

مک های انقباضی و انقباضات پراکنده را به داخل تغذیه هدایت کرد .

در آلیاژ های آلومینیوم معمولا شکل تغذیه به شکل استوانه می باشد که بهترین شرایط شرایطی است که ارتفاع تغذیه ایجاد شده بین ۱ تا ۱,۵ برابر قطر آن باشد که راندمان تغذیه در این شرایط در حدود ۵۰ درصد می باشد و کمترین زمان انجماد برای قطعه محسوب می شود.

انواع تغذیه : تغذیه در ریخته گری آلیاژ های آلومینیم به دو روش تغذیه گرم و تغذیه سرد انجام می شود
۱- **تغذیه گرم** : در این حالت تغذیه بین قطعه و سیستم راهگامی قرار دارد و معمولا برای قطعات کوچک از این روش استفاده می شود.

۲- **تغذیه سرد** : در این حالت تغذیه بعد از قطعه و سیستم راهگامی قرار می گیرد که معمولا این روش برای قطعات بزرگ استفاده می شود.

h-Daneshman.ir

h-daneshmand.ir

