

مشخصات عمومی آلومینیم و آلیاژهای آن

1-1 مشخصات فیزیکی:

آلومینیوم یکی از عناصر گروه سدیم در جدول تناوبی است که با تعداد پروتون 13 و نوترون 14 طبقه بندی الکترونی آن به صورت زیر می باشد

$$(1S^2) \uparrow (2S^2) \uparrow (2P^6) \uparrow (3S^2) \uparrow (3P^1)$$

که در نتیجه می توان علاوه بر ظرفیت 3، ظرفیت 1 را نیز در بعضی شرایط برای آلومینیوم در نظر گرفت

آلومینیوم از یک نوع ایزوتوپ تشکیل شده است و جرم اتمی آن در اندازه گیریهای فیزیکی 26/1099 در اندازه گیریهای شیمیایی 26/98 تعیین گردیده است. شعاع اتمی این عنصر در 25 o c برابر 1/42885 آنگسترم و شعاع یونی آن از طریق روش گلداسمیت برابر 0/57 A بدست آمده است که در ساختمان FCC بدون هیچ گونه تغییر شکل آلوترو پیک می تبلور می شود. مهمترین آلیاژهای صنعتی و تجاری آلومینیوم عبارت از آلیاژهای این عنصر و عناصر دوره تناوبی سدیم مانند (منیزیم، سلیسیم) و عناصر دوره وابسته تناوب مانند مس و یا آلیاژهای توامی این دو گروه است.



سلیسیم و منیزیم با اعداد اتمی 14 و 12 همسایه های اصلی آلومینیوم می باشند و بسیاری از کاربردهای تکنولوژیکی آلومینیوم بر اساس چنین همسایگی استوار است. ثابت کریستالی آلومینیوم A $a = 4/0414$ و مطابق شرایط فیزیکی قطر اتمی آن فرمول $dAl = 2/8577$ می باشد. بدیهی است حلالیت آلومینیوم به نسبت زیادی به قطر اتمی آن بستگی دارد و مطابق آنچه در مباحث متالورژی فیزیکی بیان می گردد اختلاف قطر اتم های حلال و محلول نباید از 15٪ تجاوز نماید، در حالی که شکل ساختمانی و الکترونیهای مدار آخر نیز در این حلالیت بی تاثیر نیستند.

در مورد منیزیم و سیلیسیم فاکتور اندازه اتمی نسبت به آلومینیوم مطابق روابط زیر است

$$T(A1 - Mg) = \frac{dMg}{dA1} = 1.12$$

$$T(A1 - Si) = \frac{dSi}{dA1} = 0.82$$

و اختلاف الکترونی مدار آخر نیز به ترتیب (+1) برای منیزیم و (-1) برای سیلیسیم می باشد. در مورد تشابه ساختمانی نیز در حالی که عدد همسایگی آلومینیوم 12 است اعداد همسایگی منیزیم و سیلیسیم به ترتیب (6 و 6) (منشور فشرده) و (4 ساختمان الماس) هستند که در مجموع می توان انتظار داشت که حلالیت جامد سیلیسیم در آلومینیوم ناچیز و حلالیت منیزیم از مقدار بیشتری برخوردار باشد.

حلالیت نفوذ عناصر در آلومینیوم تابع قطر دهانه نفوذ جانی

$$\delta_1 = (\sqrt{2} - 1)d = 0.41 \times 2.857 = 1.17A$$

و قطر دهانه نفوذ مرکزی

$$\delta_2 = \frac{\sqrt{3}}{4}a = 0.433 \times 4.0414 = 1.75$$

بنابراین اتم های با قطر کوچک (کربن 1/54، ازت 1/40، بر 1/75، ئیدروژن 0/74 و اکسیژن 1/20) را می توان پیش بینی نمود که از طریق بین نشینی و نفوذی در آلومینیوم محلول جامد تشکیل دهند ولی تاثیر انرژی آزاد مناسب در تشکیل ترکیبات بین فلزی غیر فلزی مانع حلالیت عناصر فوق (به جز ئیدروژن) در آلومینیوم میگردد و تشکیل ترکیباتی مانند Al_5C_3N و $Al_2O_3, AlB_2, AlN, Al_4C_3$ را باعث میشوند.

از بحث فوق نتیجه می شود که عناصر با قطر اتمی بیشتر از 1/17 آنگستریم نمی توانند در فلز آلومینیوم به طریق بین نشینی حل شوند و ئیدروژن تنها عنصری است که حلالیت آن در حالت جامد مسلم میباشد.

از آنجا که انرژی آزاد ترکیبات آلومینیوم به سهولت تامین می گردد بسیاری از اتمهای کوچک حتی در حالت مذاب نیز با آلومینیوم ترکیب می شوند که همین امر باعث حضور ترکیبات مختلفی در ذوب و ساختمان ریخته گری آلومینیوم می شود.

از مباحث متالوژی و ترمودینامیکی استنباط می شود که ضریب نفوذ عناصر در آلومینیوم

$$D = D_{oe} \frac{-Q}{RT}, \quad L_n \frac{D}{D_0} = \frac{-Q}{RT}$$

که در آن

D_0 ثابت نفوذی

Q انرژی انتقال بر حسب Cal/mol

R ثابت گازها 1/987 Cal/mol

T درجه حرارت مطلق می باشد

مطالعات تجربی ثابت کرده است که D (ضریب نفوذی) شدیداً تحت تاثیر درجه حرارت قرار دارد و

مقدار Q و D_0 در مورد عناصری که آلیاژهای صنعتی را تولید می کنند مشخص است که از جداول ترمودینامیکی استخراج می شود.

ثابت کریستالی آلومینیوم در اثر درجه حرارت انبساط می یابد، بطوری که ضریب انبساط خطی این

عنصر که در 20°C برابر $\alpha = 22/4 \times 10^{-6}$ است در درجه حرارت 200°C ، $\alpha = 28/7 \times 10^{-6}$ و در $^\circ\text{C}$

500 برابر $\alpha = 31/1 \times 10^{-6}$ می باشد. از طرف دیگر انبساط ثابت کریستالی این عنصر در مقابل

محلولهای جامد در هر حالت از قانون و گارد تبعیت می کند.

نقطه ذوب آلومینیوم 659°C و نقطه جوش آن 2057°C است ولی فشار بخار آلومینیوم $^{\circ}\text{C}$ 1000 تقریباً برابر 10^{-6} میلیمتر جیوه می باشد که از رابطه کلی زیر استخراج می شود.

$$\log p_{(Al)} = \frac{16450}{T} - 1.023 \log T + 12.36$$

به دلیل ایجاد فشار بخار و شدت اکسیداسیون عملاً کاربرد آلومینیوم مذاب در حرارت‌های بیش از $^{\circ}\text{C}$ 1000 غیر ممکن است. گرمای نهان گداز آلومینیوم برابر 2480 کالری بر اتم گرم می باشد و بر

$$S = \frac{H}{T} = 2.66 = \frac{2480}{932} \text{ آنترופی گداز آن}$$

مقایسه آنترופی گداز و تغییرات آنترופی از درجه محیط تا نقطه ذوب نمایشگر تغییرات وسیعی است که در انتقال فاز از مایع به جامد و بالعکس در ساختمان کریستالی فلز حاصل می گردد.

نسبت تغییرات مذکور برای چند عنصر در زیر نشان داده شده است

فلز	تغییرات آنترופی تا نقطه ذوب	آنترופی گداز	$\frac{\Delta S_m}{\Delta S}$
	$KCal / mol / k^0$	ΔS_m	
	4/53	2/46	0/54
			کادمیوم
	5/45	2/55	0/47
			روی
	7/51	2/75	0/37
			آلومینیوم
	7/54	2/32	0/31
			منیزیم

9/79

2/30

0/24

مس

9/78

2/21

0/23

طلا

15/50

2

0/13

آهن

باید توجه داشت که رابطه $S = \frac{H}{T}$ برای فلزات خالص و ترکیبات فلزی که نقطه تجانس در منحنی

مایع و جامد پدید می آید صادق است و در سایر موارد نمی تواند مورد استفاده قرار گیرد. آلومینیوم

در حالت مذاب انبساط زیادی پیدا می نماید بطوریکه وزن مخصوص آن از 2/69 در درجه حرارت

محیط به 2/38 در حالت مذاب تقلیل می یابد و از این رو انقباض حجمی آن حدود 10٪ می باشد

که با توجه به وزن مخصوص جامد در درجه حرارت 650°C، که برابر 2/50 است انقباض در فاصله

انجماد به 6/8٪ تقلیل می یابد.

آلومینیوم جامد با ساختمان کریستالی FCC و عدد همسایگی حدود 11 و فاصله همسایگی 12 و

فاصله همسایگی 2/86 Å، بعد از ذوب دارای عدد همسایگی حدود 11 و فاصله همسایگی بیش از

3 Å می گردد و از این رو ضریب انبساط خطی آن در مرحله ذوب نیز، حدود 4٪ است.

گرمای نهان گداز این عنصر 2/5 کیلو کالری بر مول می باشد که در مقایسه با گرمای تبخیر آب

69/6 کیلو کالری بر مول نسبت $\frac{L_b}{L_m}$ آن حدود 27 و به همین دلیل در جریان ذوب، امکان تبخیر و

تصعید آلومینیوم بسیار کم است. این نکته در مورد عناصری مانند منیزیم، روی و کادمیوم که گرمای

نهان گداز آنها به ترتیب 2/08، 1/72 و 1/53 کیلو کالری بر مول و نسبت $\frac{L_b}{L_m}$ آنها از 16 کمتر است حائز اهمیت است که امکان تبخیر و تصعید چنین عناصری در مرحله ذوب را افزایش می دهد.

1-2 مشخصات ریخته گری و ذوب :

آلومینیوم و آلیاژهای آن به دلیل نقطه ذوب کم و بر خورداری از سیالیت بالنسبه خوب و همچنین گسترش خواص مکانیکی و فیزیکی در اثر آلیاژسازی و قبول پدیده های عملیات حرارتی و عملیات مکانیکی، در صنایع امروز از اهمیت زیادی برخوردارند و روز به روز موارد مصرف این آلیاژها توسعه می یابد. عناصر مختلف مانند سلیسیم، منیزیم، مس، در خواص ریخته گری و مکانیکی این عنصر شدیداً تاثیر می کنند و یک رشته آلیاژهای صنعتی را پدید می آورند که از مقاومت مکانیکی، مقاومت به خوردگی و قابلیت ماشین کاری بسیار مطلوب برخوردارند. قابلیت جذب گاز و فعل و انفعالات شیمیایی در حالت مذاب از اهم مطالبی است که در ذوب و ریخته گری آلومینیوم مورد بحث قرار می گیرد و از این رو مستقلاً در بخش سوم این کتاب مطالعه می شوند.

1-2-1 تقسیم بندی آلیاژها :

آلیاژهای آلومینیوم در اولین مرحله به دو دسته تقسیم می گردند :

الف - آلیاژهای نوردی Wrought Alloys که قابلیت پذیرش انواع و اقسام کارهای مکانیکی نورد، اکستروژن، و فلزگری را دارند.

ب - آلیاژهای ریختگی Casting Alloys که در شکل ریزی و ریخته گری های آلومینیوم با گسترش بسیار مورد استفاده اند. آلیاژهای نوردی که در مباحث شکل دادن فلزات مورد مطالعه قرار می گیرند از طریق یکی از روش های شمش ریزی (مداوم، نیمه مداوم، منفرد) تهیه می گردند و پس از قبول عملیات حرارتی لازم تحت تاثیر یکی از روش های عملیات مکانیکی به شکل نهائی در می آیند. مشخصات عمومی و ترکیب این نوع آلیاژها در جدول 1-2 درج گردیده است.

آلیاژهای ریختگی آلومینیوم که مورد بحث این کتاب نیز می باشند از طرق مختلف ریخته گری (ماسه ای، پوسته ای، فلزی و تحت فشار) شکل می گیرند و مستقیماً و یا بعد از عملیات حرارتی (در صورت لزوم) در صنعت استفاده می شوند، این آلیاژها در جداول 1-3 درج گردیده اند.

در مورد آلومینیوم و (سایر آلیاژها) کشورهای مختلف استانداردهای متفاوتی بکار می برند که مشخصه درجه خلوص و یا میزان ناخالصی ها و سایر ترکیبات آلیاژ می باشد. استانداردهای آلومینیوم علاوه بر مشخصه های ارقامی که در جداول 1-2 و 1-3 درج گردیده است به کمک رنگهای اصلی نیز انجام می گیرد. نمونه چنین رنگ هائی در استاندارد انگلیسی عبارتست از:

آلومینیوم خالص	رنگ سفید
آلومینیوم - مس	رنگ سبز
آلومینیوم - منیزیم	رنگ سیاه
آلومینیوم - مس - نیکل	رنگ قهوه ای
آلومینیوم - روی - مس	رنگ آبی
آلومینیوم - سیلیسیم (منیزیم)	رنگ زرد
آلومینیوم - سیلیسیم (مس)	رنگ قرمز

در ایران متأسفانه هنوز استانداری برای صنایع آلومینیوم بکار نمی رود و به رابطه کارخانه با کشورهای مختلف سیستم های متفاوت انگلیسی، آمریکائی، بلژیکی بستگی دارد. مقایسه استانداردهای مختلف جهانی تقریباً مشکل و در مورد آلیاژهای نوردی مطابق جدول 1-4 می باشد. در مورد آلیاژهای ریختگی نیز با اندک تفاوت چنین مقایسه ای امکان پذیر می باشد

1-3 مواد شارژ و آماده کردن آنها

مواد مختلفی که در ریخته گری آلیاژهای آلومینوم بکار می روند بر اساس نوع ترکیب خواسته شده و شرایط ترمودینامیکی عبارتند از: شمش های اولیه، شمش های دوباره ذوب، قراضه ها، برگشتی ها و آلیاژسازها H ardeners. تفاوت عمده بین شمش های اولیه و شمش های دوباره ذوب آنست که شمش های اولیه که از کارخانجات ذوب بدست می آیند حاوی مقادیر زیادی ناخالصی و گاز می باشند که تاثیر منفی و نامطلوب در قطعه ایجاد می نمایند در حالی که شمش های ثانویه در اثر خروج ناخالصی ها و سایر مواد (بر اساس تصفیه) از کیفیت ترکیبی برتری برخوردار می باشند

1-3-1 شمش های اولیه :

این شمش ها در قطعات 5 تا 15 کیلوگرمی بر اساس درجه خلوص تهیه می شوند . وزن شمش های خالصی که حاوی ترکیب دقیق شیمیائی می باشند معمولا از 5 کیلوگرم تجاوز نمی نماید . استاندارد و مشخصات شمش های اولیه در جداول 3-1 درج گردیده اند . این شمش ها معمولاً در مورد ساخت قطعات که از کنترل کیفی بسیار مطلوب برخوردارند استفاده می شوند و قیمت آنها نیز بر حسب درجه خلوص و تقلیل ناخالصی ها به صورت تصاعدی افزایش می یابد .

در ساخت آلیاژهای آلومینوم، بسیاری از عناصر مستقیماً به آلیاژ مذاب افزوده می شوند که در این مورد شمش های اولیه خالص این عناصر نیز مورد استفاده اند این شمش ها عبارتند از :

روی - شمش های روی با درجه خلوص 98/7 تا 99/5 درصد رویدر استاندارد های مختلف بین المللی تهیه می شوند و همواره حاوی ناخالصی ها ئی از قبیل مس، کادمیوم، آهن سرب و گاهی قلع و آنتیموان می باشند . در ذوب آلومینوم معمولاً از شمش های روی با درجه خلوص 99/9 استفاده می شود تا میزان ناخالصی ها بخصوص آهن تقلیل یابد . نقطه ذوب روی 419C وزن مخصوص آن 7/1 گرم بر سانتیمتر معکب است منیزیم - در مواقعی که درصد کمی از منیزیم مورد نیاز باشد، می توان مستقیماً منیزیم را به مذاب آلومینوم اضافه نمود که شمش های آن با درجه خلوص 99/9 حاوی ناخالصی ها ئی از قبیل آهن، سدیم، آلومینوم، پتاسیم، مس، نیکل میباشند . نقطه ذوب منیزیم

650C و وزن مخصوص آن 1/74 و در شمش های 2/5 تا 15 کیلو گرمی تهیه می شوند. سیلیسیم - این عنصر به دو صورت سیلومین و یا سیلیسیم کریستالیزه به آلومینوم اضافه می شود، ترکیبات سیلومینی با 10 تا 13 درصد سیلیسیم در جداول 3-1 درج شده اند. شمش سیلیسیم کریستالیزه با درج خلوص 99/5 تا 99/9 درصد سیلیسیم همراه ناخالصی ها ئی از قبیل آهن، آلومینوم دارای نقطه ذوبی حدود 1400C و وزن مخصوص آن 2/4 می باشد. منگنز، مس، آهن، نیکل، کرم مستقیمابه مذاب آلومینوم اضافه نمی گردند و در مورد این عناصر معمولا از هارد نرها استفاده می کنند

2-3-1 شمش های دوباره ذوب (ثانویه) و قراضه:

شمش های ثانویه که از ذوب و تصفیه قراضه ها و آلیاژهای برگشتی تهیه میشوند معمولا از کنترل کیفی مطلوب بر خودارند و حاوی مقداری ناخالصی های معمولی در آلومینوم مانند مس و آهن و سیلیسیم هستند. قراضه ها و قطعات برگشتی بایستی به دقت از نظر ترکیب شیمیائی کنترل و دسته بندی شوند. استفاده مستقیم از قراضه ها و قطعات کوچک (براده، پلیسه و اضافات تراشکاری) به دلیل افزایش سطح تماس و شدت اکسیداسیون عملا نامطلوب می باشند و ترجیحا این قطعات را تحت نیروی پرسهای هیدرولیکی فشرده و در بلوک های مختلف به کار می برند. برگشتی ها هم چنین آغشته به روغن گریس، رطوبت و ... می باشند که بایستی قبل از استفاده و ذوب دقیقا تمیز و از کثافات روغن بر کنار باشند و معمولا از دستگاههای دوار و خشک کننده در این مورد استفاده می کنند. از آنجا که قراضه ها معمولا ترکیبات ناشناخته ای دارند اغلب ترجیح داده می شود که آنها رادر کارگاه ریخته گری ذوب و پس از کنترل و آنالیز کیفی مورد استفاده قرار دهند.

3-3-1 آلیاژسازها (Hardeners)

این عناصر که به نام های MasterALLOYS و TemperALLOYS نیز نامیده می شوند به مقدار زیادی در صنایع ریخته گری آلومینوم بکای می روند، زیرا آلومینوم با نقطه ذوب کم اغلب قادر به ذوب و پذیرش مستقیم عناصر با نقطه ذوب بالا نیست (مس 1083°C ، منگنز 1244°C ، نیکل 1455°C ، سیلیسیم 1415°C ، آهن 1539°C ، و تیتانیوم 1660°C) همچنین عناصر دیگر یکه نقطه ذوب بالا ندارند. دارای فشار بخار و شدت تصعید و اکسیداسیون می باشند که در صورت استفاده مستقیم در صد اتلاف این عناصر شدیداً افزایش می یابد (منیزیم، روی) ترکیب شیمیائی و نقطه ذوب از هاردنر که در صنایع آلومینوم بکار می روند در جدول 1-5 درج گردید هاست و مشخصات متالورژیکی آلیاژها در فصل جداگانه ای مورد مطالعه قرار خواهد گرفت. تهیه آلیاژها سازها معمولاً در کارگاههای ریخته گری نیز انجام می گیرد در این مواقع اغلب روش های زیر مورد استفاده است. معمولاً قطعات عنصر دیر ذوب را ریز نموده و در فویل های آلومینومی پیچیده و یا در شناورهای گرافیتی قرار داده و در داخل مذاب آلومینوم 800°C تا 850°C تحت فلاکس) فرو می برند و سپس آن را بهم می زنند. در بعضی موارد و در صورت امکان از دو کوره ذوب استفاده می نمایند و بعد از ذوب دو عنصر آنها را با هم مخلوط می کنند. این عمل در مورد اجسامی که تا 1100°C نقطه ذوب دارند مقرون به صرفه است ولی در مورد عناصر با نقطه ذوب بالا عملاً مشکلاتی را فراهم می کند. در جریان ذوب و ساخت آلیاژ و تنظیم شارژ علاوه بر مشخصات ترکیبی آلیاژ بایستی میزان اتلافات در جریان ذوب که به نوع کوره، روش ذوب و روش تصفیه بستگی دارد، مورد توجه قرار گیرد.

نقطه ذوب		ترکیب		نقطه ذوب		ترکیب	
AL	85-15	660	AL-Mg	89	11	560	-Si
		88-12	620	91	99	640	

	50-50		1046			
	50-50		570	89	11	830
						Al-Cu
55-45	600	A L-Mg	91	9		770
				75	25	915
97-3	600					
						A l-Be
				89	11	850
89-11	680	A L-Fe	91	9		800
91-9	730		80	20		1020
						A L-Ni
80-20	765		50	50		1150

مثال : برای تهیه آلیاژی از آلومینیوم با ترکیب 5٪ سیلیسیم ، 0/4٪ منزیم ، 1/25٪ مس و بقیه آلومینیوم مواد زیر موجود است .

الف - شمش آلومینیومی 99/99 تقریباً خالص

ب - سیلومین 13-87

پ - هاردنر 1-Mg 90-10A

ت - هاردنر 1-Cu 50-50 A

مطلوبست محاسبه درصد استفاده هر یک از شمش ها و روش ذوب در حالی که اتلاف کوره به ترتیب 1٪ سیلیسیم ، 3٪ منزیم ، 1٪ مس و 1٪ آلومینیوم منظور شود .

حل :

$$\text{الف - اتلافات} \quad \text{درصد سیلیسیم} = \frac{5 \times 1}{100} = 0/05$$

$$\text{منیزیم} = \frac{0/4 \times 3}{100} = 0/012$$

$$\text{مس} = \frac{1/25 \times 1}{100} = 0/012$$

$$\text{آلومینیوم} = \frac{93/35 \times 1}{100} = 0/93$$

ب - فلز خواسته شده

ترکیب	سیلیسیم	منیزیم	مس	آلومینیوم	جمع
	5	0/4	1/25	93/35	100
	0/05	0/012	0/012	0/93	1/007

اتلافات

جمع	5/05	0/412	1/262	94/283	101/007
-----	------	-------	-------	--------	---------

ج - محاسبه

$$\text{سیلومین} \quad \frac{5/05 \times 100}{13} = 38/85 \%$$

$$\text{هاردنر منیزیم} \quad \frac{0/412 \times 100}{10} = 4/12 \%$$

$$\text{هاردنر مس} \quad \frac{1/262 \times 100}{50} = 2/524 \%$$

مقدار آلومینیوم از شمش آل. مینیوم

$$94/283 - [(38/85 - 5/05) + (4/12 - 0/412) + (2/524 - 1/262)] = 55/513$$

و بنابراین ترکیب شارژ عبارتست از

شمش آلومینیوم 55/513

شمش سیلومین 38 /85

هاردنر آلومینیوم - منیزیم 4/12

هاردنر آلومینیوم - مس 2/524

د- روش ذوب

ابتدا آلومینیوم را ذوب کرده و پس از استفاده از فلاکس های پوششی ، به ترتیب شمش های آلومینیوم - منیزیم ، سیلومین و آلومینیوم - مس را در قطعات کوچک وارد مذاب می کنند و بهم می

انگلیس	آلمان		فرانس		انگلیس
	مطابق استاندارد	مطابق استاندارد	مطابق استاندارد	مطابق استاندارد	
A.A.	1 BS 1470-1477	Al 99/99 DIN 1755	Al NF 07/601	Al 99/99	A.A.
A.A.	1A BS 1470-1477	Al 99/8 DIN 1755	Al NF 07/601	Al 99/8	A.A.
A.A.	1B BS 1470-1477	Al 99/5 DIN 1755	Al NF 07/601	Al 99/5	A.A.
A.A.	1C BS 1470-1477	Al 99 DIN 1755	Al NF 07/601	Al 99	A.A.
A.A.	BS 1470-1477	Al N0 DIN 1755	Al NF 07/601	Al N0	A.A.
A.A.	5050	-	AG 1 NF 07/011	Al Mg 1	A.A.
A.A.	5051	Al Mg 3 DIN 1755	AG 3 NF 07/011	Al Mg 3	A.A.
A.A.	5052	-	AG 4 NF 07/011	Al Mg 4	A.A.
A.A.	5056	Al Mg 5 DIN 1755	AG 5 NF 07/011	Al Mg 5	A.A.
-	BS 1470-1477	Al Mg Si DIN 1755	AG NF 07/011	Al Mg Si	-
A.A.	BS 1470-1477	Al Mg Si DIN 1755	AG NF 07/011	Al Mg Si	A.A.
A.A.	BS 1470-1477	Al Cu Mg DIN 1755	AU 0 NF 07/011	Al Cu Mg	A.A.
A.A.	BS 1470-1477	Al Cu Mg DIN 1755	AU 0 NF 07/011	Al Cu Mg	A.A.
A.A.	BS 1470-1477	-	AU 0 NF 07/011	Al Cu Mg	A.A.

جدول ۴ - ۱ : مقایسه استانداردهای بین المللی

زنند تا بطور یکنواخت مخلوط شود .

بخش دوم

کوره های ذوب

بحث درباره کوره های ذوب و کوره های صنعتی در این کتاب در حد شناسائی با این کوره ها انجام می گیرد و اصول کلی و تشریح کامل آنها که بایستی بر اساس محاسبات معین و چگونگی انتقال حرارت از طریق مواد شارژ و مواد نسوز انجام گیرد در این کتاب مورد توجه قرار نخواهد گرفت . کوره های ذوب در صنایع آلومینوم و به طور کلی در صنایع ریخته گری آلیاژها غیر آهنی به سه دسته اصلی طبقه بندی می گردند .-

1- کوره های ذوب با حرارت غیر مستقیم (سوخت گازی و یا مایع)

2- کوره های ذوب با حرارت مستقیم (سوخت گازی و یا مایع)

3- کوره های الکتریکی

کوره های ذوب با سوخت جامد (معمولاً کک) در صنایع ذوب فلزات غیر آهنی اهمیت خود را از دست داده است و فقط در بعضی از کارگاههای سنتی و در بعضی از کارخانجات که از کوره های بوتله ای استفاده می کنند سیستم سوخت جامد هنوز برقرار می باشد .

کوره های بوتله ای (ذوب با حرارت غیر مستقیم) در این کوره ها سوخت و یا محصول احتراق (شعله) مستقیماً با مذاب تماس ندارد بلکه حرارت به وسیله هدایت از دیواره بوتله و محفظه کوره به مذاب انتقال می یابد و در این حال به دلیل عدم تماس مستقیم سوخت و شعله با مذاب بسیاری از فعل و انفعالات ناشی از چنین تماسی انجام نمی گیرد و عیوب ناشی از آن کاهش می یابد .

این کوره ها در صنایع امروز در سه نمونه مشخص مورد استفاده قرار می گیرند که عبارتند از:

کوره های ثابت بوته ای، کوره های ثابت بوته متحرک و کوره های گردان .

بوته که در این کوره ها مخزن اصلی ذوب آلیاژ می باشد در اندازه ها و ظرفیت های متفاوت از

گرافیت و خاک نسوز، کربور سیلسیم و یا فلزات دیر ذوب (معمولا چدن خاکستری) ساخته میشوند .

بوته های گرافیتی و کربور سیلسمی، معمولا بدلیل قیمت زیاد کمتر مورد استفاده

صنایع بزرگ قرار می گیرند، زیرا علاوه بر افزایش نسبی قیمت، نسبت به بوته های چدنی عمر مفید

کمتری دارند ولی به دلیل بی اثر بودن در مقابل مواد مذاب آلومینیومی در ذوب قطعاتی که کنترل

کیفی مطلوب تری مورد نیاز است بکار می روند . این بوته ها از استانداردهای معینی برخوردارند و

معمولا ضخامت دیوار آنها 2 تا 6 سانتیمتر بر حسب ظرفیت بوته تغییر می کند . در جدول 1-2

مشخصات عمومی بعضی از این بوته ها درج گردیده است . بوته های چدنی ، همان گونه که اشاره

شد از عمر بیشتر و قیمت کمتر برخوردار و مهمترین اشکال آنها انتقال آهن به مذاب آلومینیوم می

باشد ، برای جلوگیری از این امر معمولا از آلیاژهای چدنی استفاده می کنند که ضریب حلالیت آهن

در آلومینیوم را کاهش دهد نمونه چنین آلیاژی عبارتست از :

کربن 2/5-3/25%

سیلسیم 1/5-2%

منگنز 0/6-0/8%

کرم 0/5-0/6%

نیکل 0/3-0/4%

آلومینیوم 7 - 8%

از طرف دیگر برای جلوگیری از ورود آهن به مذاب و افزایش عمر متوسط این بوته ها داخل آنها را با

مواد زیر پوشش می دهند :

الف - (ماسه سیلسی یا منیزیت 5 میلیمتری) 60٪ خاک نسوز 10٪، خاک نسوز 10٪، سیلیکات سدیم 10٪

ب - کلسنید سودا، خاک نسوز، ماسه سیلیسی خالص به نسبت 25، 50، 25٪ و افزایش آب تا حالت خمیری حاصل گردد. ضخامت پوشش نسوز در قسمت های بالائی بوته معمولاً 10-15 میلیمتر و در قسمتهای تحتانی 30 تا 40 میلیمتر می باشد. جهت پوشش دادن ابتدا بوته را گرم کرده و پوشش می دهند و سپس خشک می کنند و عمل پوشش دادن را 3 یا 4 دفعه تکرار می کنند تا بوته بتواند حداقل یک ماه متوالی بدون خوردگی کار کند. تفاوت عمده ای که سه نوع کوره های بوته ای دارند در چگونگی تخلیه مذاب می باشد. در نوع کوره های ثابت بوته ای، بوته همراه مواد نسوز و آجرها و پوسته فولادی کوره در جای خود مستقر می باشد و عمل تخلیه از قسمت فوقانی بوسیله ملاقه و یا وسائل دیگر انجام می گیرد. در کارخانجات بزرگ این کوره ها علاوه بر عمل ذوب به جای کوره های انبار مذاب و همچنین جهت انجام عملیات ذوب، (اکسید زدائی، گاز زدائی و.....) نیز به کار می روند. کوره های ثابت با بوته متحرک تفاوت چندانی در قسمت های اصلی با سایر کوره ها ندارد و فقط بوته در جای خود مستقر نیست و بعد از ذوب وسیله انبرک های مخصوص از کوره خارج و بوسیله نقاله یا حماله مذاب آن به داخل قالب ریخته می شود، و بدیهی است از ظرفیت کمتری نسبت به کوره های بوته ثابت و گردان برخوردار است. در کوره های بوته ای گردان مکانیسم حرارتی مانند حالات قبلی است جز آنکه بعد از عمل ذوب کوره و بوته که نسبت بهم ثابت می باشند بوسیله مکانیسم مکانیکی یا الکتریکی گردش کرده و مذاب از ناودانک کوره به بوته دیگر و یا مستقیماً به قالب منتقل می شود. به دلیل اتلافات حرارت در آجرهای نسوز، بوته، محفظه کوره و خروج حرارت توسط منافذ متعدد کوره، راندمان حرارتی مانند حالات قبلی است جز آنکه بعد از عمل ذوب کوره و بوته که نسبت بهم ثابت می باشند بوسیله مکانیسم مکانیکی یا الکتریکی گردش کرده و مذاب از ناودانک کوره به بوته دیگر و یا مستقیماً به قالب منتقل می شود به دلیل اتلاف

حرارت در آجرهای نسوز، بوته، محفظه کوره و خروج حرارت توسط منافذ ممتدد کوره، راندمان حرارتی این کوره ها بسیار پائین و به سختی از 20٪ تجاوز میکند و فقط با گرم کردن مقدماتی مواد شارژ می توان راندمان حرارتی آن را افزایش و درصد سوخت مصرفی آن را کاهش داد. در جدول 2-2 تاثیر گرم کردن مواد شارژ در چگونگی راندمانی حرارتی و سوخت مصرفی درج گردیده است.

شرایط ذوب	شارژ در درجه حرارت محیط	شارژ گرم شده تا درجه حرارت C
		400°
سرعت ذوب کیلوگرم بر ساعت	90	145
درصد افزایش سرعت ذوب افت درجه حرارت با شارژ 10٪ ظرفیت بوته	...	60
مصرف سوخت برای 100 کیلو مذاب	35	5
بر حسب کیلوگرم	6/7	4/5
درصد تقلیل مصرف سوخت	...	32/8
درجه حرارت سوخت	1055	555

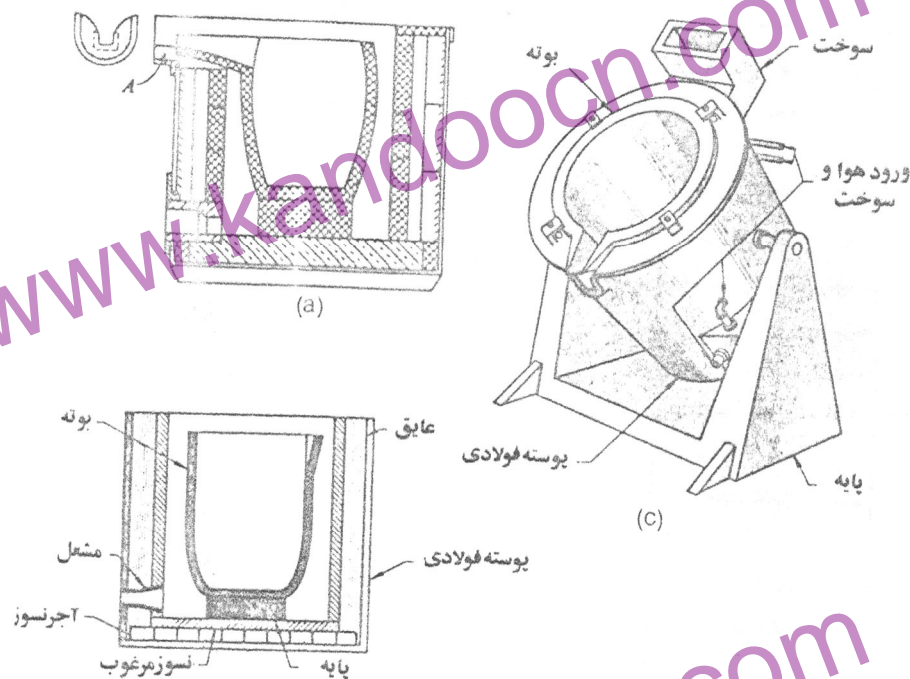
جدول 2-2 تاثیر گرم کردن مواد شارژ در شرایط ذوب

در شکل 1-2 انواع مختلف کوره های بوتله ای تشریح گردیده اند و نکته حائز اهمیت در تنظیم سوخت و هوای وارده می باشد بطوریکه باید محیط کمی اکسیدان باشد تا از جذب گازها توسط مذاب جلوگیری شود. رنگ شعله معمولا زرد مایل به قرمز است و نسبت هوای وارد به سوخت به ظرفیت کوره بطور تقریبی عبارتست از:

$100/7/50$ = کیلوگرم بر ساعت ذوب / کیلوگرم بر ساعت سوخت / هوا متر مکعب بر ساعت

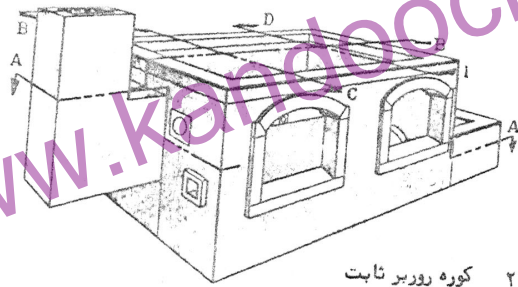
2-2 کوره های ذوب با حرارت مستقیم

در این نوع کوره ها که با سوخت گازی و یا مایع کار می کنند، بین محصول احتراق (شعله) و مواد شارژ تماس مستقیم برقرار می باشد و حرارت بوسیله جابجائی، هدایت و تشعشع از شعله ها به سایر قسمتهای کوره و مذاب انتقال می یابد. مهمترین این کوره ها روبرو و بارل هستند که هر دو نوع آن در سنوات اخیر علاوه بر استفاده از سوخت های مایع و گاز به صورت الکتریکی و با سیستم جرقه ای و مقاومتی نیز مجهز شده و مورد استفاده قرار می گیرند.

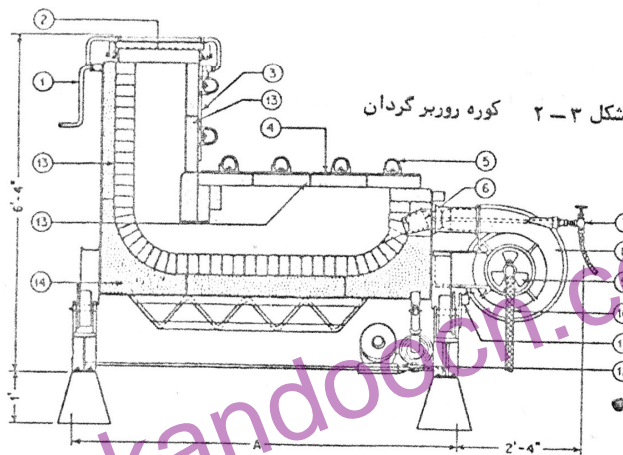


شکل ۱-۲ کوره های بوتهای (a) بوته ثابت (b) بوته متحرک (c) کوره گردان

کوره های روبرو با اندک تغییراتی در دو نوع کوره های با شارژ گرم و شارژ سرد ساخته می شوند . در نوع شارژ گرم مواد شارژ در طبقه فوقانی کوره و در بالای قسمت مذاب قرار می گیرد و در اثر حرارت مشعل و گازهای ناشی از آن گرم شده و به تدریج ذوب گردیده و به قسمت پائین ریخته می شوند و به دلیل استفاده کامل از سوخت و حرارت گازهای تولید شده راندمان حرارتی زیادی دارند و در مقابل شدت اکسیداسیون و انجام فعل و انفعالات مذاب و گازهای حاصل از احتراق درصد اتلافات مذاب و کنترل ترکیبی آن چندان مطلوب نیست . همچنین تمیز کردن کوره با مشکلات بیشتری انجام می گیرد و از این رو این کوره ها بیشتر در ذوب قراضه ها بکار می روند و اغلب با کوره های بوته ای ثابت جهت انجام عمل تصفیه ، گاز زدائی و کنترل ترکیبی تواما بکار گرفته می شوند. نوع دوم که شارژ مستقیماً به کوره داده می شود و شارژ کردن فقط در یک مرحله انجام می شود.



شکل ۲-۲ کوره روبرو ثابت



شکل ۲-۳ کوره روبرو گردان

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1- دسته در پوششی | 2- در پوششی |
| 3- در جلوئی یک تکه | 4- پوشش منطقه ذوب |
| 5- کنترلر | 6- مشعل |
| 7- سوخت مایع | 8- دهنده |
| 9- هواکش | 10- سوخت گاز |
| 11- کنترل گردان | 12- مکانیسم گردان |
| 13- آجر نسوز | 14- عایق |