

asdf

ALLUMINIO: PROPRIETÀ, PRODUZIONE, LEGHE E TRATTAMENTI TERMICI

11 November 2011

Con questo articolo proviamo ad effettuare un breve excursus nel "mondo" dell'alluminio, analizzandone alcuni degli aspetti principali.

In breve sulle proprietà generali

L'**alluminio**, insieme con le sue leghe, è largamente impiegato nel settore automobilistico e aerospaziale grazie ad una serie di proprietà che, combinate, lo rendono molto utile in svariate applicazioni. Si presenta, come nella figura che segue, dal colore bianco argenteo:

Le sue leghe, invece, trovano applicazioni notevoli nel campo dell'industria elettrica, grazie al loro elevato valore della conducibilità elettrica, ma anche nel campo dell'impiantistica termosanitaria.

L'alluminio presenta una buona resistenza alla corrosione, in quanto reagendo con l'ossigeno, quando è esposto all'aria, forma una pellicola sottile di ossido molto compatta, che protegge gli strati interni dalla corrosione.



Alluminio

Nella tabella che segue elenchiamo alcune delle **proprietà** dell'alluminio:

Peso atomico	26.981
Massa volumica a 20°C	2700 Kg/m ³
Reticolo cristallino	CFC
Temperatura di fusione	660°C
Resistività elettrica a 20°C	0.0265μΩm
Conduttività termica a 20°C	221.9 Wm ⁻¹ K ⁻¹
Resistenza a trazione	47 MPa
Valore di durezza Brinell	17

La produzione

L'alluminio è un elemento assai diffuso in natura ed è presente in svariati minerali sotto forma di ossidi, silicati, silico-alluminati e solfati. I minerali sfruttati maggiormente nel settore industriale per estrarlo sono le **bauxiti**, all'interno delle quali "ritroviamo" comunque ossidi di silicio, ossidi di ferro e ossidi di titanio.



Bauxite



Bauxite

(immagini tratte da <http://www.mineraliegemme.com/Bauxite.html>)

Nella tabella che segue sono presenti le **percentuali in massa** dei principali ossidi all'interno della bauxiti:

Ossido Percentuale in massa

Al ₂ O ₃	35 - 80
SiO ₂	2.5 - 15
Fe ₂ O ₃	15 - 35
TiO ₂	2 - 6

Nella tabella che segue sono invece riportati alcuni tra i principali minerali dell'alluminio:

Minerale Percentuale (teorica) di alluminio contenuta

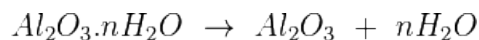
Corindone	52.92 %
Diasporo	44.98 %
Idrargillite	39.11 %
Gibbsite	34.60 %

L'**estrazione** dell'alluminio si compone di due fasi:

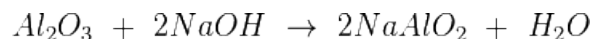
- **processo Bayer** che ottiene l'ossido di alluminio dalle bauxiti;
- **elettrolisi dell'allumina** che permette l'estrazione dell'alluminio.

PROCESSO BAYER

La bauxite è prima frantumata, poi riscaldata alla temperatura di 450 °C per eliminare l'acqua di idratazione:

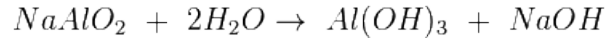


Successivamente viene macinata fino ad ottenere una polvere fine, trattata dopo con soluzione acquosa di idrossido di sodio in autoclave alla temperatura di 180 °C - 220 °C a pressioni elevate (2 - 3 MPa). Si ottiene l'alluminato solubile:

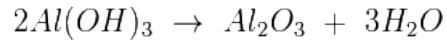


Le impurezze, che sono gli ossidi di ferro, silicio e titanio, sono insolubili nella soluzione acquosa di NaOH e pertanto vengono separate da essa e sono denominate, tra l'altro, **fanghi rossi**.

Una volta depurata, la soluzione viene immessa in grandi recipienti in cui avviene la reazione che segue (sempre in presenza di acqua):



Si separa poi l'idrossido di alluminio, insolubile nell'NaOH, che viene poi riutilizzato per la dissoluzione dell'allumina. L'idrossido di alluminio ottenuto viene trattato a temperatura tra i 1100 °C e 1200 °C per farla diventare allumina, pronta poi per la seconda fase, cioè l'elettrolisi:



ELETTROLISI DELL'ALLUMINA

Viene effettuato un **bagno elettrolitico** a base di criolite fusa nella quale si va a sciogliere l'8% all'incirca di allumina (cioè Al_2O_3). La scelta di adoperare la criolite è dovuta al fatto che l'allumina ha una elevata temperatura di fusione (2500 °C), per cui con la criolite la si riesce ad abbassare fino a 950 °C circa.

Il bagno elettrolitico è immesso nella cella elettrolitica tipo **Hall-Heroult**, dal nome dei suoi inventori Paul Heroult e Charles Martin Hall:



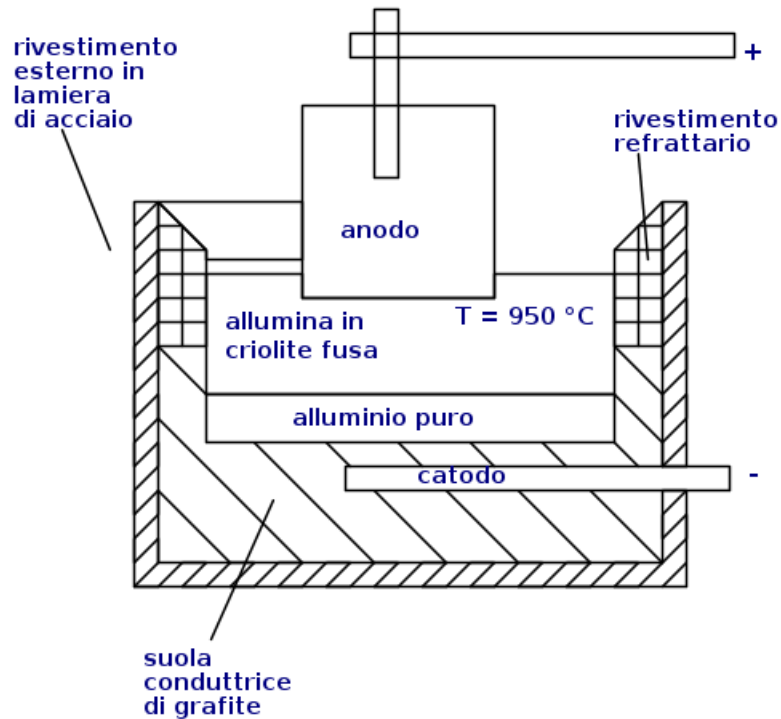
Paul-Louis-Toussaint Héroult



Charles Martin Hall

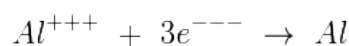
Hall-Heroult.png

Essa è schematizzata come in figura:



E' costituita da un involucro fatto di lamiera di acciaio, rivestito sul fondo con blocchi di grafite (in cui sono inserite barra di acciaio o di rame collegate al polo negativo di una sorgente di forza elettromotrice continua) e di lato con materiale refrattario. Il fondo funge da catodo (polo negativo) mentre l'anodo (polo positivo) è formato da uno o più elettrodi di grafite, sospesi al di sopra della vasca e immersi parzialmente nel bagno.

Criolite ed allumina sono dissociate in ioni di alluminio, sodio, ossigeno e fluoro. Il catione a potenziale maggiormente elevato è l'alluminio ed esso si "sposta" verso il catodo dove diventa alluminio metallico:



Alla temperatura in cui si trova il bagno elettrolitico, l'alluminio è allo stato fuso, avendo come temperatura di fusione una temperatura di $660\text{ }^{\circ}\text{C}$. La massa volumica dell'alluminio a temperatura di processo è maggiore di quella del bagno e quindi il metallo fuso si raccoglie sul fondo, da dove verrà poi prelevato.

La fusione del bagno avviene per effetto Joule, ponendo gli elettrodi in cortocircuito inizialmente. La differenza di potenziale da applicare è 5V.

Le leghe

L'alligazione dell'alluminio con altri elementi permette di formare delle leghe che, come abbiamo accennato in principio di articolo, hanno svariate applicazioni. Esse sono dette **leghe leggere** in quanto hanno una bassa massa volumica. Tramite le leghe leggere è possibile ad esempio produrre cilindri, pistoni, parti di motori a combustione interna di aerei ed auto.

Alcuni degli elementi alliganti sono:

- **rame**: conferisce alta resistenza meccanica e buona lavorabilità all'utensile; le leghe ottenute sono dette **Avional** e **Duralluminio**;
- **silicio**: aumenta la colabilità e riduce la dilatazione termica ed è quindi favorevole da utilizzare in fonderia anche se procura un'azione sfavorevole sulla lavorabilità dell'utensile; i nomi commerciali delle leghe sono in questo caso **Inafond** e **Silumin**;
- **magnesio**: aumenta la resistenza a corrosione, la saldabilità e lavorabilità dell'utensile, mentre riduce la colabilità aumentando la fragilità di ritiro; i nomi delle leghe sono **Corrofond**, **Anticorodal**, **Peraluman**;
- **cromo**: aumenta la resistenza a corrosione;
- **nicel**: permette un miglioramento della resistenza meccanica a caldo;
- **ferro**: aumenta le caratteristiche meccaniche ad alte temperature ed ha un effetto alligante sui grani cristallini.

I trattamenti termici

Le leghe di alluminio sono sottoposte a trattamenti termici al fine di migliorarne le proprietà, anche se non tutte sono trattate termicamente prima del loro utilizzo in quanto presentano già caratteristiche soddisfacenti.

Citiamo solo alcune delle tipologie di trattamenti termici:

- ricottura completa;
- invecchiamento naturale o artificiale;
- ricottura di distensione.

La **ricottura completa** è eseguita per avere la massima deformabilità e duttilità del materiale. Si esegue tramite un ciclo termico formato dalle seguenti fasi:

- riscaldamento a 400-450 °C;
- raffreddamento lento in forno con velocità inferiori a 25°C/h fino ai 200-250 °C;
- raffreddamento fino a temperatura ambiente a velocità non prestabilita.

L'**invecchiamento naturale o artificiale** permette di ottenere leghe di alluminio con

- aumento di durezza;
- aumento di resistenza meccanica;
- diminuzione della duttilità.

Tale tipo di trattamento viene eseguito portando il materiale alla temperatura di 150°C circa per 12 ore.

La **ricottura di distensione** si esegue con riscaldamento a 340 °C e con seguente raffreddamento in aria calma o in forno e consente il ripristino delle condizioni di lavorabilità.

Altri trattamenti termici non citati prima sono la tempra, la bonifica e la stabilizzazione. Quest'ultima riguarda specificatamente le leghe per getti.

Classificazione delle leghe

Essa avviene in:

- leghe primarie di alluminio da **fonderia**;
- leghe primarie di alluminio da **lavorazione plastica**.

Le prime sono caratterizzate da una buona colabilità e si classificano in:

- alluminio - rame;
- alluminio - silicio;
- alluminio magnesio;
- alluminio - zinco;
- alluminio - stagno;
- alluminio - nichel - manganese.

Le seconde possono essere deformate plasticamente sia a caldo che a freddo. Si classificano in:

- alluminio - rame;
- alluminio - silicio;

- alluminio - magnesio;
- alluminio - zinco;
- alluminio - manganese.

Designazione delle leghe

La designazione delle leghe di alluminio è normata dalla **UNI EN 573-1** e dalla **UNI EN 573-2**. E' indicata con sigle e numeri che stanno ad indicare:

- destinazione;
- stato di fornitura;
- qualità;
- composizione qualitativa;
- composizione quantitativa;
- trattamento termico.

In base alla **destinazione** si hanno le seguenti indicazioni/sigle:

- **G** : leghe per getti;
- **P** : leghe per deformazione plastica.

In base allo **stato di fornitura** le indicazioni sono:

- **G_s** : getti colati in sabbia;
- **G_c** : getti colati in conchiglia;
- **G_p** : getti colati sotto pressione;
- **P_e** : semilavorati estrusi;
- **P_f** : semilavorati fucinati;
- **P_l** : semilavorati laminati;
- **P_s** : semilavorati stampati;
- **P_e** : semilavorati trafilati.

In base alla **qualità** le leghe si dividono in:

- leghe di prima qualità;
- leghe di seconda qualità.

Le leghe di seconda qualità sono ottenute da quelle di prima qualità aggiungendo scarti di lavorazione e sono usate solo per getti e vengono indicate con la lettera **S** che precede la lettera **G**. Le leghe di prima qualità non prevedono l'aggiunta di rottami.

In base alla **composizione qualitativa** le leghe di alluminio sono indicate col simbolo dell'alluminio e col simbolo dell'elemento che caratterizza la lega.

L'indicazione della **composizione quantitativa** segue le precedenti ed è formata dai simboli chimici degli alliganti in ordine decrescente; dopo l'elemento che caratterizza la lega, è presente un numero che esprime al sua presenza percentuale.

L'indicazione del **trattamento termico** segue le altre precedenti e si distingue nelle seguenti:

- **T** : tempra di soluzione, raffreddamento in acqua fredda (10-30 °C);
- **T_b** : tempra di soluzione, raffreddamento in acqua calda (60-80°C);
- **T_o** : tempra di soluzione, raffreddamento in olio;
- **T_a** : tempra di soluzione, raffreddamento in aria;
- **T_s** : tempra di soluzione, raffreddamento nella forma in sabbia;
- **T_c** : tempra di soluzione, raffreddamento nella forma metallica;
- **N** : invecchiamento naturale dopo tempra;
- **A** : invecchiamento artificiale o rinvenimento dopo tempra;
- **S** : stabilizzazione dimensionale;
- **R** : ricottura;
- **B** : bonifica.

Inoltre, successivamente alla sigla del trattamento termico, si scrive anche una frazione il cui numeratore indica la temperatura di trattamento in gradi centigradi divisa per 10, mentre il denominatore indica il tempo in ore della durata del trattamento.

Ad esempio la sigla **PI-AlCu** indica un semilavorato laminato di una lega di alluminio in cui il rame è l'elemento caratterizzante.

Bibliografia

Tecnologie generali dei materiali - Caiazzo, Sergi.

Estratto da "<http://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Asdf:leghe-di-alluminio-leghe-di-rame>"