



Preso di moto della trasmissione principale dell'elicottero Agusta-Westland AW 169.



Preso di moto della ventola di raffreddamento olio installata sulla scatola accessori dell'elicottero Agusta-Westland T129.

e il 1887 per ottenere dall'allumina, tramite il processo Bayer, l'alluminio industrialmente puro. Per il magnesio il 1828, quando iniziò la produzione in laboratorio per via elettrolitica, partendo dal cloruro di magnesio. La tabella 1 ripercorre alcune delle tappe più significative dell'evoluzione industriale di questi metalli. La storia industriale dei due metalli è abbastanza simile, sia in termini di evoluzione metallurgica sia di tempi di sviluppo. È da notare inoltre che le prime applicazioni dei due metalli sono state sotto forma di getti: mentre però il magnesio è tutt'ora in questa situazione, l'alluminio si è molto sviluppato in termini applicativi sulle cosiddette seconde lavorazioni: laminazione, estrusione, stampaggio.

La produzione del magnesio

Per produrre il magnesio i processi attualmente usati sono di tipo termico o elettrolitico: ad essi in tempi molto recenti si è aggiunto il metodo Zuliani, ancora in fase di avvio produttivo, che ha come obiettivo la riduzione dei costi di produzione rispetto all'alluminio: si stima infatti che la competizione fra

questi metalli possa essere vincente per il magnesio se il costo di produzione del materiale grezzo non va oltre 1,3 volte quello dell'alluminio. Scopriamo così uno dei punti deboli del magnesio: osservando i costi dei due metalli, il magnesio si colloca fra 3.100-3.200 US\$/t, mentre l'alluminio è fra i 1.750-1.800 US\$/t: la volatilità dei prezzi di questi metalli al London Metal Exchange è un fatto noto e consolidato ed è una delle ragioni che impedisce agli utilizzatori di programmare a lunga scadenza il costo dei manufatti.

Il confronto in termini di quantitativi prodotti nel mondo è indicato in tabella 2. Si nota immediatamente come la produzione di alluminio sia nettamente superiore in termini di quantità (circa 50 volte). Prima di entrare nel dettaglio delle applicazioni, occorre osservare che fra i due metalli esiste un forte legame metallurgico: infatti, sia per produrre le leghe di alluminio che quelle di magnesio sono necessarie quantità ben definite dell'altro metallo. Se per l'alluminio è facile soddisfare le esigenze del magnesio, non altrettanto si può dire del contrario. Il risultato è che il 40-

45% del magnesio viene impiegato per produrre leghe di alluminio. Esistono poi anche altri usi metallurgici del magnesio (come desolforante degli acciai, per la produzione di ghisa nodulare) e quindi il quantitativo disponibile per getti, lamiere e estrusi è relativamente modesto. Con l'attuale situazione della domanda, si può stimare in un 14-16% la quantità di primario di Mg per getti e in un 2-4 % per estrusi e lamiere insieme. Come si vede siamo ben lontani dai numeri dell'alluminio; per quanto riguarda la distribuzione geografica della produzione, per entrambi i metalli si può dire che l'effetto Cina si faccia pesantemente sentire: oggi circa l'85% del magnesio viene prodotto in Cina; per l'alluminio siamo a circa il 40-45%. In Italia, per produrre magnesio in un'ottica autarchica, il regime fascista, nel 1939, promosse la nascita di uno stabilimento (SAIM - Società anonima italiana per il magnesio, di Bolzano, 750 dipendenti) nel quale veniva effettuata la riduzione sotto vuoto della dolomite (metodo Amati): questo metodo produttivo è ancor oggi utilizzato negli stabilimenti brasiliani. Attualmente

invece troviamo solo fonderie (getti per elicotteri e pressocolati per componenti automobilistici) con importazione del metallo primario. In Europa, molte fabbriche che producevano magnesio sono state chiuse a seguito dell'incremento di produzione verificatosi in Cina in questi ultimi dieci anni.

A poca distanza troviamo comunque la produzione israeliana, con il rispettabile quantitativo di circa 30.000 t/anno; essa utilizza, come prodotto di partenza, i sali del Mar Morto. È significativo che in questi ultimi anni un importante gruppo automobilistico sia entrato nel capitale di questa società per garantirsi in futuro l'approvvigionamento di questo metallo

MAGNESIO	ALLUMINIO
1755: viene riconosciuto come elemento (J. Blank)	fine '700: Margraf, partendo dall'allume, produce l'allumina
1808: isolamento del magnesio puro (sir Humphrey Davy)	1808: Davy ipotizza l'esistenza dell'alluminio, senza riuscire a produrlo
1828: M. Faraday produce Mg mediante elettrolisi di MgCl ₂	1825: Oersted e Wöhler producono Al partendo dal solfato di alluminio
1909: con il nome commerciale di Elektron viene utilizzato nei motori dei dirigibili	1886: Hall e Héroult producono alluminio per elettrolisi con metodi industriali
1920: viene utilizzato per realizzare pistoni	1887: Bayer inventa l'omonimo processo per produrre allumina dalla bauxite
	1903: il basamento motore dell'aereo dei fratelli Wright, pionieri del volo, viene realizzato con una lega Al-Cu

Tabella 1. Le tappe più significative dell'evoluzione storica di alluminio e magnesio.



Telaio di bicicletta e forcella (società Segal).

a prezzi concorrenziali: è il segnale che qualcuno crede seriamente in un suo futuro maggior sviluppo.

Le attuali applicazioni

Al di fuori degli usi metallurgici e farmaceutici, il magnesio viene prevalentemente utilizzato sotto forma di getti, mentre alti tipi di applicazione che richiedano l'uso di profilati estrusi o di saldatura sono molto limitate. Troviamo infatti involucri di videocamere e di PC, carter di riduttori per elicotteri, plance di autovettura) e pochi casi di componenti realizzati saldando estrusi o lamiere. Fra questi un esempio di telaio per bicicletta

ce lo offre la ditta olandese Segal, che nel 2013 immetterà sul mercato la quarta generazione di telai per biciclette da corsa in magnesio: i tubi del telaio sono profilati estrusi che utilizzano una particolare lega di elevata purezza. Il risultato è un telaio con un ottimo rapporto resistenza/peso (il solo telaio, senza forcella, pesa circa 1,3 kg) e con buone doti di comfort grazie alla capacità del magnesio di assorbire urti e vibrazioni.

Per quanto riguarda i getti, le varie foto danno alcuni esempi di getti per trasmissioni di elicotteri: si tratta di getti progettati e realizzati da Agusta Transmission Design and Development con particolari

ANNO	MG	AL
2000	479	24400
2001	448	24600
2002	468	26400
2003	544	28100
2004	655	30000
2005	670	32600
2006	693	34800
2007	792	38400
2008	722	38700
2009	653	39000
2010	809	43600
2011		49600

Tabella 2. Produzione mondiale di magnesio e alluminio primario in migliaia di tonnellate (dati IMA e EAA).

leghe dotate di ottime caratteristiche di resistenza alla corrosione, del tutto paragonabili a quelle di equivalenti leghe di alluminio da fonderia.

Uno sguardo al futuro

Ma cosa impedisce l'uso del magnesio in settori industriali diversi da quelli di



punta (aerospazio/automotive), ad esempio come equipaggiamento mobile di macchine dotate di dispositivi aventi moto alterno di elevata frequenza oppure come carpenteria saldata di grandi dimensioni? Il motivo non è solo il costo del semilavorato di partenza, che nel caso degli estrusi può arrivare a 6 volte quello dell'equivalente in alluminio: ci sono anche altre ragioni, ad esempio la totale mancanza di una base normativa per progettare. La nascita dell'Eurocodice 9 è stata una tappa molto importante nello sviluppo delle applicazioni dell'alluminio: oggi nessun progettista può lamentare l'assenza di riferimenti normativi e quindi sono venute a cadere molte remore passate. Non è infatti lontano il tempo in cui girava la domanda: ma l'alluminio si salda? Ora fortunatamente non si sente più, ma probabilmente, anche per una maggior affermazione del magnesio è necessario prima creare le basi culturali. In questo è fondamentale il contributo dell'università, dato che la spinta delle aziende di settore sembra essere abbastanza limitata. A proposito di ricerca va ricordato un importante programma finanziato dalla Comunità Europea con 2 milioni di euro (Life+Green Metallurgy) nel quale il Politecnico di Milano ha il ruolo di project leader. La ricerca ha come obiettivo lo sviluppo di nuove leghe a base di magnesio con caratteristiche meccaniche superiori alle attuali, prodotte con metodi finalizzati alla riduzione nella produzione dei gas serra. Occorre infatti osservare che l'impetuoso sviluppo della produzione cinese è avvenuto a discapito dell'ambiente (per rendere l'idea, il metodo Bolzano produce circa 13,8 kgCO₂eq/kg di metallo prodotto contro i 43,3 del metodo Pidgeon usato in Cina), al punto che conteggiando la produzione iniziale di CO₂ e i possibili risparmi conseguenti all'alleggerimento dei veicoli si arriva a mettere in dubbio l'utilità di alleggerire usando magnesio.

È perciò necessario operare su due fronti, la riduzione delle emissioni per ogni kg di metallo prodotto e il miglioramento delle caratteristiche di competitività rispetto all'alluminio, suo naturale concorrente.

Questo programma di ricerca agisce sulla cosiddetta *dirty side* del prodotto cercando di ridurre tutte quelle parti del processo produttivo che danno gas serra e inoltre punta a prodotti *near net shape* per ridurre costi e consumi.

L'altro fronte d'azione è la cosiddetta *clean side*: qui si cerca di migliorare la resistenza meccanica, in modo da sfruttare a fondo l'ottima colabilità di questo metallo; verso la sicurezza d'impiego va invece il miglioramento della duttilità e della tenacità.

L'autore ringrazia l'ing. Raggi di Agusta-Westland, la ditta Alufiero e il prof. D'Errico del Politecnico di Milano, per il contributo dato all'articolo e la prof.ssa Brondani per il tocco di classicità.