

Sig. G. Lualdi (LIMA, LIMA LTO, TTF, SEIPI)

"15 ANNI DI ESPERIENZE NELLE LAVORAZIONI E APPLICAZIONI INDUSTRIALE DEL TITANIO"

Questo intervento descriverà in breve circa 17 anni di esperienze nelle lavorazioni del titanio, esperienze incominciate intorno al 1967 attraverso la produzione di manufatti.

Attualmente rappresento cinque società, di cui sono presidente e tecnico.

Una di queste è la LIMA S.p.A. di Udine, società specializzata nello stampaggio a caldo del titanio, successive lavorazioni meccaniche e fucinatura di particolari.

Un'altra è la TTF S.p.A. di Udine ed esegue trattamenti termici su questi manufatti.

Un'altra ancora si chiama LIMA LTO, è specializzata nella produzione di arto-protesi per corpo umano realizzate in titanio e in leghe di titanio.

Rappresento inoltre un'azienda commerciale con deposito, la SEIPI di Milano, di cui mi avvalgo per l'importazione, lo stoccaggio e l'esportazione di manufatti.

Per ultimo, rappresento la società SPERRI a cui viene demandata, dall'intero gruppo, la ricerca e la sperimentazione. Questo gruppo di aziende sono a disposizione di chiunque ne abbia bisogno, in Italia, per produrre manufatti in titanio.

Il relatore precedente ha descritto un ventaglio di utilizzazione del titanio: dalle centrali nucleari, alle protesi ortopediche, alle macchine da corsa etc. Con la mia relazione farò dei rapidi flash su ciò che abbiamo fatto in Italia per le applicazioni industriali del titanio e sui settori in cui questa nostra esperienza ha trovato sbocco.

Principale, in assoluto, è il settore aerospaziale. L'Italia non è una grande produttrice di aeromobili, però dividendo in due parti il settore ad ala fissa e ad ala rotante, esiste un'ottima produzione di elicotteri in cui hanno trovato il loro impiego manufatti di titanio.

**E'** inutile soffermarsi sulle caratteristiche del titanio; il peso specifico è 4,5 quindi molto basso rispetto agli acciai, le proprietà meccaniche sono notevoli, e paragonabili a quelle di un ottimo acciaio da costruzione. Queste eccezionali caratteristiche che fanno sì che siano preferibilmente costruiti in titanio tutti i particolari sollecitati in cui l'inerzia ha un valore non indifferente, come ad esempio le parti rotanti di rotor.

Per quanto riguarda l'ala fissa, sono di nostra produzione tutti i componenti meccanici, guide a flaps alari, parti di atterraggio del carrello, comunque tutti particolari fortemente sollecitati.

Noi diamo questo servizio alle industrie aeronautiche, principalmente riunite sotto l'Aeritalia, che costruisce aerei civili e militari in Italia. Ovviamente, per noi è stato significativo il programma HRCA, il cosiddetto Tornado, il velivolo trinazionale Europeo (l'Italia partecipava alla produzione), in cui per la prima volta sono stati utilizzati manufatti, stampati e lavorati di titanio.

Un altro settore importante in cui si utilizza il titanio è quello automobilistico.

L'Italia è presente nel campionato mondiale con parecchie vetture, a partire dalla Ferrari per finire alla Alfa Romeo, alla Osella, alla Minardi; questi teams che producono i motori sono debitori un pò anche della nostra esperienza: per le bielle, per le parti in movimento, per i mozzi ruota, per pinze freno, per le molle sulle sospensioni.

Il titanio comunque, non è utilizzato soltanto per le auto di Formula Uno ma anche per quelle da rally, nel settore motociclistico e nei motoscafi da competizione che richiedono motori molto potenti.

Nel caso di un motoscafo d'altura, anche lo scafo è costruito in titanio, grazie alla resistenza e alla leggerezza ottenuta con l'utilizzo dei lamierati.

Per quanto riguarda le barche a vela, il titanio compare nello scafo e in tutte le masse sospese; infatti, l'albero di una vela deve essere controbilanciato da una chiglia e da una deriva e quindi meno peso vi sarà in cima all'albero e minor peso vi sarà su una deriva.

Una barca da vela inoltre, è sottoposta a notevoli stress e da ciò risulta che l'impiego del titanio nelle imbarcazioni da regata è molto importante non solo per le sue caratteristiche di leggerezza ma anche per le sue qualità meccaniche.

Nel settore sportivo abbiamo lavorato, ad esempio, per l'alpinismo; gli scalatori hanno bisogno di attrezzi, martelli, chiodi etc. molto robusti e resistenti. Con il titanio, a queste caratteristiche, si aggiunge la notevole leggerezza del materiale e tutto ciò è un grande vantaggio per gli alpinisti. Ci si è dedicati anche al settore ciclistico, grandi esperienze su telai ed accessori per biciclette da corsa e da turismo. Infatti, costruendo in titanio il perno centrale che regola il movimento dei pedali, si può risparmiare quasi il 50% di peso; per i telai, invece, vi sono problemi di elasticità, eccessiva per biciclette sportive e da turismo.

Il titanio trova impiego in campo militare e anche in questo settore abbiamo una notevole esperienza: vi è un'applicazione vera e propria del titanio nei proiettili.

Attualmente, negli armamenti, si usano le spolette di prossimità; infatti quando si spara un proiettile, la spoletta deve farlo scoppiare vicino all'obiettivo, che viene colpito e distrutto dalle schegge. Per creare queste schegge vi sono tanti sistemi, sfere di carburi o tungsteno, ma anche barrette di titanio, inserite nella parte esplosiva del proiettile.

I cannoni moderni di cui l'Italia è una grande produttrice, sono delle macchine estremamente sofisticate che riescono a sparare dai 100 ai 150 colpi al minuto, sono servoassistite e necessitano di meccanismi complessi per poter caricare in tempi brevissimi il colpo, scaricare il bossolo e caricare il nuovo colpo. Tutte queste operazioni devono essere velocissime e poiché entra in gioco l'inerzia, è importante costruire i meccanismi di caricamento, con materiale leggero, ad esempio il titanio, per avere più cicli al minuto, e quindi movimenti rapidi.

Abbiamo sviluppato le nostre esperienze più determinanti nel settore medico: in questi ultimi venti anni siamo riusciti a risolvere moltissimi problemi creati dall'artrosi come malattia, artrosi post-traumatica, cioè derivata da incidenti, costruendo delle arto-protesi interne che sostituiscono le articolazioni; le più diffuse sono protesi di femore, d'anca e di ginocchio.

In medicina, si impiega il titanio per gli stessi motivi per cui si utilizza in meccanica: basso peso specifico, inattaccabilità da parte degli acidi o dei liquidi organici, ottima resistenza a fatica.

Attualmente dunque, chi si occupa dei problemi di biomeccanica si sta orientando verso l'utilizzo delle leghe di titanio o del titanio puro.

Sempre nel settore medico, vi sono i pace-makers; noi abbiamo realizzato l'involucro degli stimolatori cardiaci in titanio.

Abbiamo risolto, inoltre, problemi di imbutitura profonda lavorando con lamiere da 0,4 - 0,3 - 0,2 mm di spessore riuscendo ad ottenere imbutiture profonde 50-60 mm e con una larghezza di spessore di 4-5 mm; ciò dimostra che anche il titanio puro, a spessori abbastanza contenuti, è imbutibile e si possono avere gli stessi risultati ottenuti con gli acciai inossidabili.

Un cenno alla dentistica: le protesi dentarie vengono realizzate in titanio.

Vi sono altri settori di cui abbiamo esperienza: tessile ed alimentare; anche in questi casi si hanno macchinari che lavorano a velocità piuttosto sostenute, come i telai e le macchine per inscatolare i cibi, quindi è richiesto un materiale leggero e con una resistenza meccanica elevata. Inoltre, per l'industria alimentare, si ha bisogno di un materiale non ossidabile e biotollerabile. Per ultimo, c'è il settore dell'oggettistica, orologi ed accendini; da anni si trovano sul mercato orologi con cassa in titanio soprattutto per uso subacqueo, che uniscono alla leggerezza un effetto estetico non indifferente.

Per quanto riguarda l'ultima parte dell'intervento, la lavorazione e il trattamento del titanio, si può dire non abbiano trovato grandi difficoltà ma bisogna fare una distinzione tra le lavorazioni e i trattamenti non convenzionali e le lavorazioni e i trattamenti convenzionali.

Tra i metodi non tradizionali si ha il laser; il titanio può essere tagliato e sagomato tranquillamente con i laser attuali, con i quali si possono fare anche delle microlavorazioni superficiali.

Un altro sistema di lavorazione da noi impiegato è quello denominato ECM che è una erosione elettrochimica.

Il sistema ECM permette con una particolare attrezzatura, di ottenere la forma desiderata dell'oggetto con un controstampo, usando un polo negativo e un polo positivo e scaricando 80-100 A/cm<sup>2</sup>; si ha in tal modo, una asportazione del materiale. Questo processo è contrario a quello della elettrodeposizione, e si adatta bene al titanio, materiale perfettamente lavorabile.

Sempre nel caso dei trattamenti non convenzionali, l'ultimo che abbiamo messo a punto è la nitrurazione ionica, che è nata come protezione superficiale all'attrito. Esistono già da alcuni anni in commercio utensili rivestiti con nitruri o carburi di titanio, e si riconoscono da una colorazione giallo oro. Noi abbiamo adottato questo sistema sulle parti di titanio, quindi si è rivestito il titanio stesso, e ciò ci ha permesso di risolvere uno dei grossi problemi del titanio, quello dell'attrito. Infatti il titanio non si presta assolutamente ad essere accoppiato con altri materiali; perciò bisogna sempre avere delle interfacce e dei riporti con interposizione di altri materiali: con la nitrurazione ionica del titanio, si raggiunge una durezza superficiale attorno ai 1.800 Vickers. Oltre alla nitrurazione ionica, vi sono altri sistemi che evitano il problema di attrito del titanio con altri materiali; ad esempio, i riporti di molibdeno o di materiali ceramici, a spruzzo.

L'ossidazione chimica ha due scopi: uno estetico per colorare il titanio, (si va dall'azzurro intenso, bleu fino al giallo), e l'altro per controllo di qualità.

Se vi sono stati nei processi industriali precedenti delle inclusioni di materiale, dovute agli utensili impiegati, l'ossidazione li rileva perfettamente, quindi è possibile controllare la qualità del titanio in esame.

Per quanto concerne i sistemi di lavorazione tradizionali c'è poco da dire; è meglio disporre di macchine a controllo numerico, di dimensioni adeguate e il responsabile troverà, più o meno, le stesse difficoltà che trova nella lavorazione di acciai inossidabili.

Il titanio un materiale molto tenace, che non sopportando bene l'attrito con gli utensili che si usano per lavorarlo tende ad attaccarsi al tagliente dell'utensile stesso; quindi, si devono rispettare le norme degli acciai inossidabili. Sono indispensabili macchine ovviamente rigide, non soggette a vibrazioni per ottenere delle ottime finiture.

Problemi notevoli insorgono nelle rettifiche, ovviamente sconsigliate perché l'abrasivo che si usa per rettificare tende a conglobarsi con il titanio stesso.

E' opportuno spingere all'estremo tutte le lavorazioni e asportazioni a truciolo, in qualsiasi modo siano fatte, prima di rettificare e quindi è necessario, se possibile, trovare sistemi di finitura al di fuori della rettifica vera e propria.

Il titanio non dà particolari problemi per quanto riguarda la elettroerosione.

Anche i trattamenti termici sono eseguiti senza difficoltà e in tal modo è possibile cambiare o modificare in parte la struttura del materiale e quindi le caratteristiche dello stesso.

Per riuscire ad estendere l'impiego del titanio a tutte le applicazioni di cui si è parlato, si deve superare un solo problema, e cioè il rapporto tra il prezzo e l'efficacia. Oggi la materia prima è ancora troppo cara per giustificarne l'utilizzo in oggetti banali, per cui non è indispensabile un materiale pregiato; però se il rapporto prezzo / efficacia diminuirà allora l'impiego del titanio potrà essere esteso a qualsiasi settore.