

In questi ultimi anni, sono stati fatti molti studi riguardanti la corrosione del titanio, a testimonianza del crescente impiego di questo metallo negli ambienti più diversi.

Come è stato affermato dagli oratori che mi hanno preceduto ed in particolare dal Dott. Seagle, il titanio trova un impiego, sempre più crescente, in tanti settori non aeronautici, perché le sue proprietà sono contraddistinte da un binomio formidabile: ottime caratteristiche meccaniche ed elevata resistenza alla corrosione.

E' naturale quindi che questo il metallo abbia trovato un impiego primario nell'industria chimica, soprattutto dove le condizioni sono molto gravose. Si può ritenere che circa il 35% del titanio prodotto venga utilizzato in queste industrie con un incremento annuo di circa il 10%.

Quando si parla della corrosione del titanio, si deve pensare ad ambienti molto aggressivi e condizioni esasperate, alte temperature, soluzioni acide, gas corrosivi. In questi ambienti il titanio resiste molto più di un acciaio inossidabile.

Il motivo per il quale il metallo resiste molto bene alla corrosione è prettamente elettrochimico. Il titanio è uno dei cosiddetti metalli "valvola", cioè è un metallo che si ricopre con strati isolanti che impediscono il passaggio di correnti di senso anodico, di corrosione. Per comprenderne il comportamento conviene pensare ad un confronto tra il titanio, l'acciaio inossidabile e l'alluminio.

Sulla superficie di un acciaio inossidabile si formano strati di ossido che normalmente, hanno uno spessore non superiore ai 100 Angstrom. Questi strati, ai bordi dei grani e dove si accumulano le dislocazioni e le impurezze, sono molto labili ed in certi ambienti possono rompersi innescando fenomeni di corrosione che comprendono il pitting, la corrosione sotto sforzo e la corrosione per fatica.

E' molto difficile ovviare a questo inconveniente perché non si può far crescere uno strato sull'acciaio inossidabile se non termicamente, e comunque senza risultati pratici per problemi di scagliatura degli ossidi.

Il caso dell'alluminio è completamente opposto, è infatti possibile far crescere sull'alluminio uno strato di ossido, avente lo spessore anche di alcune decine di micron. Questi strati usati nella protezione contro la corrosione atmosferica, hanno il difetto di non essere stabili in soluzioni alcaline perché si solubilizzano.

Poiché la reazione catodica della corrosione porta proprio ad un'alcalinizzazione dell'elettrolito, è molto probabile che anche in condizioni di corrosione atmosferica, questi strati si rovinino nel tempo. Inoltre essendo strati artificiali se vengono rovinati, con graffiature ad esempio, non si ripristinano. Il titanio, è un metallo che per sua natura si combina molto facilmente con l'ossigeno e nell'aria si ricopre con strati ossidati molto stabili ed aderenti, di spessore variabile nel tempo da 50 a 200 Angstrom; anche i bordi dei grani risultano ben protetti. Inoltre lo strato se viene rovinato meccanicamente si ripristina spontaneamente in brevissimo tempo, e perciò il metallo risulta in pratica sempre ben protetto.

Di conseguenza l' anodizzazione del titanio non serve per migliorare la sua resistenza alla corrosione; è utilizzata, viceversa, per ottenere colorazioni dovute a interferenza della luce, che possono servire o per il controllo delle superfici o per oggetti artistici.

Per effetto della perenne presenza di strati di ossido, il metallo presenta un potenziale di pitting, cioè un potenziale di rottura dello strato e di innesco di piccole cavità superficiali estremamente elevato (10 V), che non si raggiunge mai in condizioni normali di impiego. Perché questo potenziale si riduca fino a circa 1-1,5V, ancora superiore a quello di un acciaio inox in condizioni normali, sono necessarie alte temperature, e presenza di fluoruri o bromuri. In ambienti ossidanti dunque il titanio resiste eccezionalmente bene, sebbene abbia qualche problema in presenza di fluoruri e di acido ossalico. In ambienti riducenti invece, il metallo non può resistere a lungo.

In ambienti normali e a temperatura ambiente, il titanio non è sede di pitting; ciò è un vantaggio ad esempio negli scambiatori di calore in impianti ove si effettuano operazioni contro il biofouling, poiché è possibile clorare l'acqua senza problemi se si usa il titanio.

Il metallo può viceversa essere soggetto alla cosiddetta corrosione in fessura, poiché in mancanza di ossigeno, se lo strato ossidato viene asportato può non riformarsi; però perché si ripristini sono sufficienti tracce di ossidanti. Ad esempio negli scambiatori di calore tracce di ioni rame provenienti dalla corrosione delle piastre tubiere in lega di rame, garantiscono immediatamente una inibizione di questo tipo di corrosione del titanio.

Un fattore particolarmente importante del comportamento corrosionistico dei metalli è il loro stato superficiale.

In particolare la loro contaminazione con impurezze, ad esempio il carbonio contamina le lamiere di ferro, ed il rame e spesso provoca corrosione localizzata su questi metalli.

Con il titanio l'unica contaminazione temibile e che dà qualche inconveniente, è quella del ferro, risultante da lavorazioni meccaniche. Sotto questo aspetto l'anodizzazione è utile perché può eliminare le tracce di ferro superficiale, e rendere il metallo più pulito.

Una particolare attenzione deve essere posta al comportamento delle coppie galvaniche che si formano quando si collega elettricamente il titanio con un altro metallo.

Se una struttura non è costruita interamente in titanio, quest'ultimo diviene sede di reazioni catodiche che provocano la corrosione del metallo accoppiato; perciò se una grande superficie di titanio è collegata con una piccola area di un altro metallo, questo è indotto a veloce corrosione perché le correnti catodiche sono elevate.

In verità sono due aspetti del fenomeno, uno è l'effetto di cui si è detto e l'altro è l'effetto sul titanio dello stato di polarizzazione cui si porta la coppia galvanica. In certe zone, il potenziale intermedio tra quello del titanio e quello del metallo con cui è accoppiato, può condurre alla scomparsa dello strato passivante.

Mentre nel caso di altri metalli, come ad esempio per l'alluminio anodizzato, questo fenomeno si verifica frequentemente, con il titanio le probabilità che accada sono molto scarse.

In ultimo è noto che le leghe, da un punto di vista corrosionistico, presentano alcuni problemi: infatti mentre il titanio resiste molto bene alla corrosione, se lo si usa in lega con altri elementi per ottenere materiali con peculiari proprietà meccaniche, questi possono avere una resistenza alla corrosione minore del metallo puro.

In questo caso, si aggiungono in lega, altri elementi allo scopo di compensare la diminuita resistenza alla corrosione. Il vanadio, per esempio, nella lega titanio-alluminio compensa largamente l'effetto dell'alluminio che da solo diminuirebbe la resistenza alla corrosione.

Si sono fabbricate anche leghe che resistono bene in ambienti riducenti (Ti-Ta e Ti-Mo).

Come per molti aspetti della metallurgia fisica delle leghe così per la corrosione rimangono ancora ampi spazi di ricerca che debbono essere esplorati per comprendere a fondo il comportamento di questo eccezionale metallo.