

Colonnello N. Panicucci
Marina Militare Italiana
IL TITANIO IN AMBIENTE MARINO

Anch'io non posso che associarmi al mio collega dell'aeronautica, che ha detto di non avere una grandissima esperienza di titanio. Noi, occupandoci di problemi di tecnologia inerenti l'attuale impiego in marina, dove non esiste ancora un grande impiego di titanio, non ci siamo frequentemente trovati di fronte a problemi e quindi non li abbiamo affrontati direttamente. Quindi parlerò non tanto di quello che stiamo facendo in questo momento, quanto di quello che pensiamo si possa fare o che forse avremmo già fatto se qualche anno fa avessimo avuto un grado di conoscenza delle possibilità che invece cominciamo a conoscere solo oggi.

Ritengo che si possa avere in un prossimo futuro un ulteriore sviluppo nell'impiego del titanio, o delle leghe di titanio, che, in effetti, in campo navale, presentano dei vantaggi notevoli; è ovvio che a parità di resistenza meccanica il titanio pesa di meno e quindi in campo navale, specialmente in certi impieghi può essere interessante l'applicazione, anche se non come in campo aerospaziale. Se poi uniamo questa proprietà (è stato detto che le caratteristiche è bene vederle insieme e non singolarmente) con la pressochè totale immunità alla corrosione in acqua di mare, vediamo che la situazione comincia a cambiare. Inoltre, l'elevata resistenza all'erosione, alla cavitazione (che è particolarmente sensibile in certi impieghi a bordo) porta a migliorare ulteriormente la situazione. E' bene chiarire che, più che di un elevato coefficiente di trasferimento, possiamo parlare di elevata efficienza dello stesso, in quanto, tenendo conto che possiamo fare tubolature più sottili, non abbiamo prodotti di corrosione e si può migliorare il rendimento delle apparecchiature. L'amagneticità può avere una certa importanza particolarmente nei

sommergibili, nelle navi e soprattutto nei cacciamine per non essere rilevati o nel caso si debba andare a rilevare mine, questo aumenta il numero degli impieghi. Vediamo un momento applicazioni, per così dire sottocoperta, che sono quelle più vicine alle tradizionali cui abbiamo accennato stamani: se montiamo a bordo uno scambiatore di calore, possiamo notevolmente risparmiare in peso: fino al 60%, tenendo conto di quanto appena detto sull'efficienza dello scambio termico; inoltre la resistenza alla corrosione fa sì che i problemi di manutenzione si riducano notevolmente; noi adesso impieghiamo prevalentemente il cupronichel per gli scambiatori o per le tubolature con acqua di mare. Specialmente per le tubolature, usando tubi di titanio, potremmo avere anche maggiori velocità e quindi usare tubolature più piccole, di conseguenza oltre ad un risparmio del peso potremmo anche ridurre in relazione il volume necessario. Facendo un confronto con l'acciaio inossidabile, che ha un coefficiente di scambio termico simile a quello del titanio, vediamo però che l'acciaio inossidabile in acqua di mare non va molto bene, almeno per le navi militari che alternano periodi di moto, con periodi di sosta nei porti; quando la nave è ferma non circola acqua in certi impianti e l'acciaio inossidabile, con acqua di mare stagnante non è l'ideale. Altri impieghi sottocoperta, che assomigliano a quelli tradizionali di terra, sono dovuti al fatto che nelle leghe di titanio il massimo rapporto resistenza meccanica peso specifico si ha nel campo di temperatura tra 200 e 500°C nei componenti di turbine a vapore e a gas. In effetti di quelle a vapore, non c'è nè prevediamo ci sarà, un grande sviluppo, per lo meno in campo militare se non altro perchè ormai tutte le marine militari del mondo stanno passando completamente alle turbine a gas. Anche in questo caso è chiaro che i componenti sono legati soprattutto all' alto rapporto resistenza meccanica peso specifico e resistenza ad erosione e corrosione. In ambiente marino i componenti hanno problemi di corrosione e di erosione e l'assenza di questi permette flussi a più alta velocità e così via. Altra possibilità di impiego sottocoperta

è quello nelle pompe ad elevate caratteristiche. In effetti si tratta di uno dei pochi usi che noi abbiamo già in funzione: pompe ad alte prestazioni con acqua di mare come quelle di propulsione degli aliscafi, delle quali parlo un po' più in dettaglio visto che si tratta di un impiego che abbiamo già in corso; o come quelle che probabilmente metteremo sui cacciamine, perché uniscono al vantaggio di avere basso peso quello di fornire elevate prestazioni, oltre naturalmente all'amagnetività. In tutti questi settori, che sono comuni agli altri campi non navali, la situazione potrà notevolmente migliorare quando cominceremo a impiegare effettivamente compositi a matrice metallica o a matrice plastica, ma in questo noi, come Marina Italiana, siamo agli inizi. Gli impieghi sottocoperta sono una caratteristica della marina. L'importante, su una nave, è avere riduzione di peso in alto aumentando in questo modo la stabilità, mentre la parte sottocoperta, lo scafo, continua a essere fatto in acciaio perché costa poco e non dà problemi. I ponti superiori e soprattutto le sovrastrutture, sono adesso fatte in leghe leggere Alluminio-Magnesio che, pur essendo leggero, ha una elevata resistenza meccanica. Questa lega soffre però di tensocorrosioni quindi ha problemi in ambiente corrosivo come quello marino sotto sollecitazioni spinte, come possono capitare quando una nave sulle onde tende a flettersi. In questo caso, l'impiego del titanio sulle sovrastrutture potrebbe migliorare la situazione perché si alleggerirebbero le strutture in alto, non si avrebbero problemi di corrosione, non si dovrebbero quindi fare manutenzioni e pitturazioni con tutti i relativi problemi; le leghe di titanio resistono meglio all'impatto delle leghe di alluminio, quindi si potrebbero incassare meglio, per così dire, i colpi nemici che oggi sono il problema più importante. Basta infatti un colpo piccolissimo, non occorre il grande missile, che forando la sovrastruttura, arrivi dentro e colpisca le apparecchiature elettroniche per fermare impianti vitali.

Infine, altra cosa importante rispetto alla lega leggera, sono le elevate, comunque migliori, caratteristiche meccaniche anche a temperature più alte; questo è importante perché, abbiamo avuto degli esempi alle Falkland, in caso di incendi gravi a bordo la lega leggera brucia perde o riduce le sue caratteristiche meccaniche in maniera non trascurabile, quindi il titanio che invece non fonde a 600°C, ma a temperature decisamente più alte 1.680°C, cioè 1.000°C in più permette di migliorare la situazione in caso di incendi grossi o violenti a bordo, questo è ancora maggiormente importante negli aliscafi quando è richiesta la massima leggerezza possibile.

Considerando che un aliscafo militare deve portare dei cannoni, dei pezzi di artiglieria, dei missili, delle munizioni cioè un carico molto pesante, di per sé come struttura deve essere molto leggero; indubbiamente in questo caso l'impiego del Titanio potrebbe essere vantaggioso, e il costo trascurabile rispetto agli altri vantaggi. L'ultimo impiego in campo specifico è per i cacciamine o dragamine che dir si voglia, che se sono amagnetici hanno dei grandissimi vantaggi altrimenti dobbiamo essere noi a renderli tali. Una volta venivano fatti in legno, oggi in plastica o meglio ancora in vetroresina, parti rinforzate, però è già una tecnologia abbastanza spinta, ma certi componenti devono essere metallici e quindi dobbiamo mettere sistemi di smagnetizzazione (sistemi complessi) che possiamo ridurre con impiego di materiali amagnetici per la parte scafo. Sono già state fatte delle parti in titanio, se ne è parlato anche questa mattina: la Marina Russa ha costruito dei sommergibili di classe a con due scafi, di cui quello interno resistente all'acqua di mare è costituito da lega di titanio. Quello esterno invece è stato fatto in acciaio normale.

Ovviamente riducendo il peso, possiamo aumentare gli spessori con caratteristiche meccaniche elevate, parliamo di sottomarini che vivono praticamente sott' acqua e possono andare a profondità maggiori, quelli cui accenno adesso vanno a 3000 piedi (circa 900 m). Siccome sono anche più leggeri a parità di

potenza che si riesce ad installare possiamo fare velocità più elevate: 40-45 nodi (1 nodo = 1 miglio all'ora) cioè 70 km/ora che sono tutt'altro che trascurabili. Di questi sommergibili Russi dovrebbero essercene 6 o 7 operativi, questo dimostra una certa capacità di lavorazione del titanio da parte dei Sovietici, in particolare per quanto riguarda la saldatura; poiché è vero che è saldabile, però quando abbiamo a che fare con spessori elevati, con dimensioni molto grosse, qualche problema emerge. Fra le altre cose essendo il titanio amagnetico, anche il sommergibile ha una minore rilevabilità magnetica e quindi migliora le prestazioni operative da questo punto di vista, inoltre in seguito a prove effettuate si è visto che non trasmette più rumore dell'acciaio; non dico che sia meglio: è praticamente uguale. Ne risulta che le caratteristiche di rilevabilità al rumore sono uguali mentre quelle di rilevabilità di mine magnetiche sono migliori, ovviamente tutto questo è nato dal fatto che il titanio sopporta bene stress-corrosion, sopporta bene il collasso, sopporta bene la fatica. Tutte le marine adesso usano acciai speciali da bonifica tipo HY80-100-110 che presentano qualche problema di saldabilità. Ci sono poi, ne abbiamo sentito parlare questa mattina, tre minisommergibili americani costruiti in titanio, quindi in effetti è un campo in cui le cose stanno andando avanti abbastanza. Cosa sta facendo o cos'ha fatto in questo campo la Marina Militare Italiana? In effetti non ha molti componenti a tutt'oggi in titanio, mentre è in uso già da una decina di anni, un certo numero di pompe di propulsione degli aliscafi di classe Sparviero. Si tratta di pompe piuttosto importanti in cui il corpo è costruito in lega leggera con 7% di silicio, con dimensioni di circa 2 metri. Sono pompe a doppio corpo in quanto l'aspirazione è centrale e le mandate sono laterali, questo permette di risolvere i problemi della spinta assiale, è in più automaticamente abbiamo la mandata sui due ugelli di poppa. I nostri aliscafi non sono propulsi ad idrogetto, questa è la pompa di propulsione principale; ha un diametro di circa un metro e mezzo, una

portata di 10.000 litri al minuto con una prevalenza di circa 180 metri d'acqua a velocità di 200 giri; si tratta di pompe tutto sommato importanti in cui l'albero è in lega Ti-5Al-2Sn e le giranti e i supporti sono in titanio commercialmente puro. A tutt'oggi non ci hanno dato praticamente nessun problema abbiamo dovuto unicamente fare un po' di attenzione soprattutto ai contatti tra gli altri componenti ed il titanio per evitare eventuali possibili corrosioni sugli altri componenti meno nobili. Si è accennato al fatto che stiamo esaminando la possibilità di usare pompe per il sistema anti incendio dei cacciamine, ed in questo caso oltre alle piccole dimensioni ed alle elevate prestazioni ci viene a favore l'amagneticità, sempre richiesta sui cacciamine. Tenendo conto che parliamo del campo navale, l'elevato costo per particolari impieghi militari può essere non importante; se l'aliscafo è più leggero si riesce ad imbarcare un missile in più quindi il costo non è importante.

Ovviamente se parliamo di componenti normali il costo è ancora importante, perciò bisogna aspettare che questo si abbassi ulteriormente per poter arrivare ad ulteriori impieghi. Il titanio è indubbiamente saldabile però quando parliamo di navi, parliamo di lunghezze di 100-200-300 m, quindi ovviamente non è facile creare zone particolarmente protette, quindi la saldabilità a tutt'oggi è abbastanza difficile nel nostro campo, ma si è visto che si può fare. Bisogna solo mettere a punto i parametri.

Quando dobbiamo fare una riparazione a bordo, sulle leghe di rame con le quali noi adesso facciamo le tubolature percorse da acqua di mare è molto difficile, in effetti c'è una certa resistenza al bio-fouling in quanto le leghe a base di rame hanno un certo grado di tossicità per gli organismi biologici e quindi con i problemi ambientali che ne possono derivare. Con il titanio, invece, non abbiamo proliferazione di incrostazioni all'interno delle tubolature, meglio ancora si possono fare impianti di clorazione di dimensioni ridotte. E' ovvio che questo problema può essere superato tenendo conto che

nell'acqua di mare il titanio non presenta problemi di ossidazione, quindi vale la pena di usarlo se c'è questa possibilità, allora usiamo velocità di flusso dell'acqua di una certa entità tali da portare via da se stesse le incrostazioni, e non lasciamo mai l'impianto fermo.

Ultimo problema molto limitato (tutto sommato non abbiamo avuto problemi di questo tipo), da valutare bene quando il disegno di una apparecchiatura comporta sia titanio sia altri materiali, è evitare, come a volte capita, di mettere a contatto materiali di diversa caratteristica elettrochimica, per evitare corrosioni in quelli meno "nobili". In definitiva quindi, per concludere, in campo Militare sono richieste prestazioni molto elevate in genere: da leggerezza spinta a resistenza alla corrosione marina. Il titanio può trovare ulteriori validi impieghi, anche noi nel nostro piccolo stiamo facendo sperimentazioni pratiche atte a valutare le possibilità di impiego e a migliorare l'uso sia nelle tecnologie spinte sia in quelle più normali.

Grazie!