



nuovi materiali

Dove conviene applicare compositi, ceramiche, metalli amorfi

## Per innovare sui materiali la chiave sta nei processi

I nuovi materiali (e la scienza dei materiali) acquistano, con il passare degli anni, sempre più importanza: essi si pongono come possibili «risolutori» di problemi tecnologici, economici, strategici. Sono inoltre in grado di creare nuove esigenze e nuovi mercati oltre che insidiare la posizione di materiali tradizionali ampiamente affermati.

Il rame costituisce un esempio interessante: fino a non molti anni orsono era incontrastato dominatore delle scene elettriche per il trasporto di elettricità e informazioni.

Ora nelle applicazioni per il trasporto dell'energia elettrica il rame sta subendo duri attacchi sia da parte di nuovi polimeri plastici elettroconduttori che da parte dei materiali superconduttori a bassa e ad alta temperatura critica; nelle telecomunicazioni il rame è ormai considerato un materiale obsoleto ed il suo posto è stato prepotentemente preso dalle fibre ottiche in grado di trasportare con vantaggio informazioni in numero molto superiore (decine di migliaia di volte e più).

Alcuni fra i materiali avanzati (come i ceramici ed i compositi) oltre che per le loro caratteristiche meccaniche, fisiche, elettriche ottiche e chimiche sono «costruiti» con elementi abbondanti e ben distribuiti su tutta la terra, contrariamente a materiali strategici come il cromo, il cobalto, il manganese e così via.

Nei più importanti laboratori di scienza e ingegneria dei materiali di tutto il mondo si stanno preparando nuove leghe metalliche, ceramiche, polimeri e compositi e nuove metodologie di produzione e lavorazione al fine di sostituire con vantaggio leghe a base di materiali di difficile reperibilità con altri di pari (o superiori) caratteristiche e prestazioni ma facilmente reperibili.

Le caratteristiche di alcuni nuovi materiali derivano non solo dalla

scelta degli elementi e delle sostanze che li compongono ma da tecniche e tecnologie di produzione e lavorazione assolutamente nuove. Ciò non è comunque una novità: anche gli antichi tempravano ad esempio alcune armi nell'urina di animali. Questa pratica si dimostrava utile per due ragioni. La prima è che il raffreddamento è più rapido di quanto si utilizza ad esempio acqua: quando si versa acqua su un metallo caldo, si forma un leggero strato di vapore, cosicché l'acqua non tocca il metallo e si ha una cattiva conduzione del calore. Con l'urina invece, man mano che l'acqua evapora, si formano cristalli di urea che aderiscono alla superficie rovente. Poiché i cristalli di urea hanno una buona conducibilità termica e rompono il film di vapore, è favorito l'assorbimento di calore e quindi il processo di tempra. Inoltre l'urina contiene urea e ammoniaca che sono entrambi composti dell'azoto e si ha pertanto diffusione di azoto nella matrice ferrosa: si formano così dei cristalli aghiformi molto duri di nitrato di ferro e si favoriscono altri fenomeni di indurimento.

Anche oggi giorno se si desidera una buona nitrurazione, si immerge il ferro per alcuni giorni in soluzioni contenenti urea o ammoniaca.

Un tipico esempio dell'importanza che rivestono i metodi di produzione è rappresentato dai metalli amorfi o vetri metallici che vengono prodotti raffreddando in modo rapidissimo la lega fusa. I metalli amorfi hanno proprietà che sono una felice sintesi di quelle dei metalli e di quelle dei vetri. Sono isotropi, duttili e tenaci e con caratteristiche meccaniche superiori a quelle dei migliori acciai. Anche le caratteristiche magnetiche sono straordinarie: i nuclei di trasformatori fatti di metalli amorfi consentono di ridurre in

modo molto elevato le perdite per isteresi nel nucleo del trasformatore. Per avere un'idea dell'importanza di questa innovazione si tenga presente che utilizzando solo trasformatori con nuclei di metalli amorfi si avrebbe nei soli Usa un risparmio di oltre 40 miliardi di chilowattora (pari a circa l'1,5% del consumo annuo di energia elettrica) e di 100 miliardi in tutto il mondo (pari alla produzione di circa 200 centrali nucleari tipo Caorso).

Fra le grandi «famiglie» dei nuovi materiali i ceramici avanzati occupano una posizione di rilievo. Innanzitutto le sostanze con cui vengono costruiti sono generalmente non strategiche; sono cioè di abbondante e facile reperibilità. Hanno inoltre interessantissime caratteristiche fra cui va menzionata la possibilità di resistere ad alte temperature e di poter operare in ambienti chimici aggressivi. Costruendo parti di motori in ceramica si può pensare di elevare l'efficienza termodinamica delle macchine a combustione interna, innalzando la temperatura di funzionamento dei motori fino a 1.500 e più gradi centigradi.

I materiali compositi sono fra i materiali avanzati in più rapida evoluzione. Attualmente i maggiori sforzi sono dedicati ai compositi avanzati, così detti per distinguere i materiali contenenti fibre con elevate caratteristiche meccaniche dalle vetroresine, la cui tecnologia è abbastanza bassa. Fra i compositi avanzati quelli a matrice polimerica sono i più avanzati mentre si stanno aprendo nuovi filoni di ricerca per i compositi a matrice ceramica o a matrice metallica.

Rispetto ai materiali cosiddetti «omogenei» (come l'acciaio) i compositi posseggono caratteristiche fisiche e meccaniche superiori. Per esempio hanno un rapporto fra rigi-

dità e densità, resistenza e densità molto elevato e ottime caratteristiche di resistenza a fatica, tenacità a frattura e buon comportamento alle alte temperature (soprattutto per i compositi a matrice ceramica).

È stato stimato che quando tutte le superfici di governo (timoni, alettoni etc.) dei Boeing 757 e 767 saranno fatte di compositi di grafite e resina epossidica, il guadagno in peso sarà di circa 400 chilogrammi con conseguente risparmio di combustibile del 2% pari a circa 400.000 litri di combustibile all'anno per ogni aereo. Sostituendo poi nelle fusoliere di aerei di grandi dimensioni, alle leghe di alluminio materiali compositi di grafite e resina epossidica, si ridurranno i costi complessivi di produzione ed i pesi del 30%.

I semiconduttori rappresentano la famiglia economicamente più importante dei «nuovi materiali». L'industria elettronica statunitense ha un volume di affari di circa 170 miliardi di dollari ogni anno. Lo sviluppo futuro di tale settore dipenderà in massima parte da quelli compiuti nei nuovi materiali elettronici e nei processi di lavorazione.

La sempre maggiore miniaturizzazione e la richiesta di standard di affidabilità sempre superiori stanno decimando in tutto il mondo i produttori più deboli. Anche la piccola e media industria Usa è in difficoltà in seguito all'accanita concorrenza straniera: essa fattura da sola oltre 80 miliardi di dollari di componentistica elettronica e la sua scomparsa avrebbe pesanti ricadute su tutta l'economia statunitense.

Molto del suo futuro dipenderà dalla capacità di sviluppare materiali avanzati per l'elettronica a basso costo, alta qualità e affidabilità.

Claudio Zarotti

E' necessario un approccio più globale per la difesa dell'atmosfera

## Non solo di bombolette muore lo strato di ozono

di Luciano Caglioti

Le ultime notizie su una normativa internazionale volte alla limitazione dell'impiego dei clorofluorocarburi nelle bombolette spray ed in altri tipi di applicazione ripropongono il problema dello strato di ozono nella stratosfera. Può essere di qualche interesse riprendere questo discorso — sia per richiamare alla memoria i suoi punti essenziali, sia per proporre alcune considerazioni di carattere generale.

Circa una dozzina di anni orsono la comunità scientifica cominciò a porsi il problema di un possibile danneggiamento, da parte di agenti inquinanti, dello strato di ozono presente nella stratosfera. Detto strato costituisce un filtro naturale che assorbe e blocca quella frazione delle radiazioni ultraviolette del sole che è dannosa per gli organismi viventi. Un filtro, ed anche una protezione essenziale allo sviluppo della vita sulla terra. La stratosfera è quello strato che va da 10 a 50 km di altezza.

L'aria rarefatta presente è caratterizzata da significativi movimenti in senso orizzontale, ma da scarissimi movimenti in senso verticale. Ciò significa che eventuali agenti inquinanti, una volta introdotti localmente, possono diffondersi su tutto il globo, e rimanere per anni nella stratosfera. Essi quindi hanno tutto il tempo di esercitare la loro azione, in particolare di interagire con l'ozono presente.

Le sostanze capaci di ag-

La scorsa settimana anche la Germania Federale, dopo gli Usa, ha deciso la graduale eliminazione dei clorofluorocarburi dalle bombolette spray entro il 1990. Questi composti chimici sono indicati come i principali responsabili della rarefazione dello strato di ozono dell'atmosfera. L'industria chimica tedesca ha già ridotto del 50% il suo utilizzo di clorofluorocarburi nel corso degli ultimi dieci anni e prevede di sostituire il composto con miscele propano-butano. In autunno, poi, è attesa una normativa internazionale sul tema. Ma basterà il bando dei clorofluorocarburi? Sull'argomento interviene Luciano Caglioti, direttore del progetto finalizzato Cnr "Chimica Fine".

gredire l'ozono stratosferico sono sostanzialmente di due tipi: gli ossidi di azoto ed i fluorocarburi. Gli ossidi di azoto si formano naturalmente in natura per l'azione di alcuni tipi di microorganismi e per l'azione del sole. In più essi provengono dai numerosi processi di combustione che avvengono sul pianeta.

Per quanto concerne gli strati alti dell'atmosfera, poi, il traffico aereo è particolarmente pernicioso, proprio perché crea ossidi di azoto a poca distanza dalla stratosfera quando non direttamente nelle prime fasce di essa. Inoltre, gli esperimenti nucleari militari hanno per qualche decennio «sparato» enormi quantità di ossidi di azoto verso l'alto, e quindi anche nella stratosfera.

A questo tipo di aggressione all'ozono stratosferico — dovuta in parte alla natura, in parte ad attività militari (combustione, aerei e bombe termonucleari), in parte ad attività civili (combustione ed aerei) si aggiungono gli inquinanti. In particolare, quelle sostanze poco reattive

che non vengono aggredite nell'atmosfera, e che pertanto riescono a raggiungere la stratosfera. Qui c'è tutto il tempo e tutta la fotoattivazione che servono a farle reagire con l'ozono. Fra queste sostanze, i clorofluorocarburi che adesso vengono regolamentati.

È doveroso proporre alcune considerazioni. La prima riguarda la difficoltà di gestire scientificamente un fenomeno del genere. Un sistema complesso come quello cui ci riferiamo è difficilmente misurabile. Le misure durature quando non direttamente nelle prime fasce di essa. Inoltre, gli esperimenti nucleari militari hanno per qualche decennio «sparato» enormi quantità di ossidi di azoto verso l'alto, e quindi anche nella stratosfera. A questo tipo di aggressione all'ozono stratosferico — dovuta in parte alla natura, in parte ad attività militari (combustione, aerei e bombe termonucleari), in parte ad attività civili (combustione ed aerei) si aggiungono gli inquinanti. In particolare, quelle sostanze poco reattive

sfuggito alle nostre possibilità di controllo. Questo fenomeno ricorda molto da vicino quello dell'aumento dell'anidride carbonica nell'aria, aumento legato alla combustione di metano, petrolio, carbone, biomasse. Anche in questo caso il sistema è complesso, per la interazione fra numerose variabili (concentrazione nell'aria, assorbimento nel mare, sviluppo dei vegetali, ecc.), per cui valgono considerazioni affini e timori non indifferenti.

La seconda considerazione da fare riguarda la precarietà dell'approccio e dei tentativi di soluzione. Troppe variabili, ma anche troppe voci a cantare. L'approccio deve essere globale, e deve riguardare tanto i fluorocarburi quanto gli aerei (militari e civili) o gli esperimenti termonucleari. Così come per l'anidride carbonica occorre porsi il problema della combustione in genere e delle sue possibili conseguenze.

E invece, nel disordinato voci, una delle variabili viene enfatizzata e sembra quasi fornire uno scarico alla coscienza collettiva, un capro espiatorio. Quando non accade, come nel caso delle centrali elettriche a combustibili fossili, che chi sommessamente solleva il problema del possibile «effetto serra» legato all'aumento di anidride carbonica, viene zittito come «filonucleare» in quanto le centrali nucleari non producono anidride carbonica. Ragionevoli, quindi, i provvedimenti e le limitazioni, purché non ci si attenda, da essi, e solo da essi, la soluzione dei problemi.