

INTRODUZIONE

Questo elaborato raccoglie i principali lavori svolti nel periodo di dottorato. Il settore di impiego è stato la metallurgia delle polveri, trattando sia polveri di dimensione micrometrica che polveri nanostrutturate e polveri nanometriche.

Nei primi mesi di dottorato ho preso conoscenza dell'impianto da laboratorio per la produzione delle nanopolveri metalliche e sulla teoria alla base di tale processo. Sono stati eseguiti studi su nanopolveri di nickel e di rame prodotti da una soluzione sia con anodi insolubili che con anodi solubili. Oltre a ciò ho cominciato a utilizzare il SEM, grazie al tutoraggio della mia collega Ing. Anna Lando.

Si è perseguita l'idea dell'acquisto di un nuovo generatore di ultrasuoni. Sono andate avanti le ricerche, nello specifico verso nuovi materiali: Oro e Argento. Tali materiali sono stati studiati in collaborazione con il dipartimento "Giulio Natta" di Milano. Per tutti i materiali studiati finora sono state eseguite caratterizzazioni con il microscopio a scansione, con il microscopio a trasmissione e per alcuni con il light scattering o con il granulometro laser. Sono state effettuate anche parecchie prove per trovare un adeguato isolamento elettrico della punta del sonicatore, in quanto questa particolarità influenza molto l'ottenimento di polveri nanometriche, senza impurezze quali si possono considerare i grossi agglomerati.

Per quel che riguarda l'attività svolta nella Pometon S.p.A. essa si può suddividere in due filoni principali di ricerca, tuttora in atto. Nel primo si vuole conseguire un processo di tipo industriale per produrre polveri di vari elementi di granulometria nanometrica o comunque submicrometrica. Nel secondo si trattano tutti i vari rami di produzione ed applicazione di polveri micrometriche.

Dunque il primo indirizzo di ricerca riguarda lo scale-up dell'impianto sonoelettrochimico da laboratorio verso un prototipo industriale. Si sono studiati e realizzati alcune diverse strutture con concetti alla base differenti. La prima struttura utilizzata è stata un impianto basato su reti posizionate nel medesimo asse e su cui si

propagavano le onde ultrasonore generate da un sonificatore posto all'estremità dell'asse. Tutta la struttura era immersa nella soluzione per permettere lo scambio ionico. Successivamente è stato modificato completamente l'aspetto del sistema, utilizzando delle lastre di acciaio come elettrodi, necessariamente immerse nella soluzione, investite dalla onde ultrasonore del trasduttore, anch'esso immerso. Un ulteriore passo è stato adottare lo stesso trasduttore come catodo della fase elettrolitica del processo, in maniera tale da avere la massima potenza (quella iniziale) direttamente dove occorre, sul catodo, al momento di staccare tramite sonolisi lo strato di metallo elettrodeposto.

Riguardo il secondo filone si sono seguiti più lavori, passando da materiali ferrosi ai non ferrosi.

Il primo lavoro ha interessato la caratterizzazione dal punto di vista meccanico, di prodotti a base di leghe non ferrose, solitamente utilizzati per pezzi non strutturali quali boccole autolubrificanti e filtri. Lo scopo è quello di poter valutare il possibile utilizzo di queste polveri in campi ritenuti esclusivi di particolari ottenuti dal metallo fuso.

Sono state esaminate cinque tipologie di polvere, due di rame, due di bronzo ed una di ottone prodotte dall'azienda.

Le polveri sono state testate utilizzando forme dettate dalle norme internazionali; dopo la fase di pressatura si è poi passati alla sinterizzazione seguendo cicli termici industriali.

Il secondo lavoro è suddiviso in due fasi, realizzazione, produzione (come prima fase) e successivo trattamento termico (seconda fase) di una nuova famiglia di polveri contenenti cromo fino al 3%, denominate CrM e Castro. Entrambe hanno come denominatore comune il cromo e sono prodotti ad elevate caratteristiche meccaniche. Dopo la realizzazione e la caratterizzazione al verde, il percorso ha seguito la strada della caratterizzazione del materiale sinterizzato per poter realmente testare le caratteristiche meccaniche ottenibili. I risultati ottenuti sono stati a dir poco soddisfacenti, riscontrando un aumento di resistenza di più del doppio.

La seconda parte del lavoro svolto ha riguardato l'effettivo processo di riduzione della polvere contenente cromo rendendo quindi necessaria una notevole campagna di prove sperimentali a supporto delle ipotesi fatte.

Nonostante i lusinghieri risultati ottenuti, devono ancora essere fatti notevoli sviluppi per poter ridurre i costi, aumentare la produzione oraria, la qualità del prodotto e l'efficienza di tutte le fasi del ciclo. Per far questo è necessario migliorare il processo e introdurre impianti dedicati: è assai difficile ottenere una polvere contenente un elemento molto affine all'Ossigeno come il Cromo applicando con qualche variante il processo con cui solitamente si ottengono polveri a base Ferro ed è indispensabile utilizzare forni dedicati alla riduzione di questo particolare tipo di polveri. Bisogna in particolare affinare la fase di atomizzazione, che è la parte del processo più critica.

In un altro lavoro è stata promossa la ricerca di un nuovo materiale per sostituire il Co nelle matrici degli utensili diamantati partendo dallo studio di una lega meccanica tra Fe e Cu (60/40). Gli studi effettuati hanno messo in evidenza le doti di questo materiale che però è troppo tenero per questo tipo di applicazione. Per aumentare la durezza di questa lega è stata miscelata con percentuali crescenti di una lega meccanica tra Fe e P (85/15) fino ad un tenore massimo di P di 6,75%.

Si è evidenziato come l'aumento di durezza sia consistente anche sopra il target prefissato (la durezza del Co) e a scapito della resilienza che precipita. Al punto in cui si sono interrotte le attività la concentrazione di P si attestano al 4,2%, che corrisponde ad una durezza di poco superiore a quella massima del Co e ad una tenacità alquanto inferiore.

Nel corso dello studio è stato possibile stimare l'energia liberata durante il trattamento termico di distensione ed osservare gli effetti sulla sinterizzazione. Per migliorare la ritenzione del diamante si è sperimentata l'aggiunta di Mn, con l'idea di sfruttare la sua capacità di combinarsi in carburi, benchè non sia tra i più forti formatori, poco più affine al C del Fe. Il materiale è stato adoperato in processi industriali per formare gli utensili diamantati e testato in reali condizioni di taglio riportando un discreto risultato.