

Preparazione e miscelazione polvere

Caratterizzazione delle polveri

Le proprietà che influenzano sia la compattazione delle polveri che le proprietà del prodotto finale sono valutate periodicamente.

Morfologia

La forma delle particelle, la dimensione e la distribuzione delle dimensioni sono variabili importanti.

1. La forma delle particelle è un fattore importante nella determinazione delle caratteristiche del processo ed è soggetta a uno standard ISO.

Possono essere utilizzati metodi formali di analisi morfologica; in modo meno quantitativo, si è soliti parlare di particelle sferoidali, nodulari (rotonde leggermente allungate), irregolari, lamellari (piatte), aciculari (a forma di aghi) e dendritiche.

Le particelle sottili lamellari agglomerano in una polvere a scaglie; aghi lunghi e sottili in polveri fibrose; e particelle sferiche o irregolari in polveri granulari.

Alcune polveri sono porose, mentre altre sono sfere cave più o meno complete o aventi altre forme.

2. La dimensione delle particelle non deve essere né troppo grande né troppo piccola

Le particelle troppo grandi potrebbero non avere la struttura desiderata, nel senso che potrebbero presentare segregazioni. La certezza della struttura è la ragione della scelta della polvere come materiale di partenza; inoltre non possono permettere lo sviluppo di densità elevate.

Le particelle troppo piccole possono essere difficili da gestire e tendono ad agglomerarsi; inoltre, il loro ampio rapporto area/volume può portare all'assorbimento di grandi quantità di sostanze indesiderate e di ossidi.

3. La distribuzione della dimensione delle particelle viene analizzata passando la polvere attraverso una serie di setacci di dimensioni progressivamente minori (numero crescente di fori per area unitaria).

La frazione di particelle che passano un certo setaccio viene data in percentuale (di solito in peso).

La dimensione del setaccio è citata come numero di mesh (per mesh di 50 e superiori, il diametro delle particelle, in millimetri, è 15 diviso per numero di mesh).

L'analisi col setaccio è di solito condotta a secco, ma è necessaria una setacciatura sotto vuoto o allo stato umido per polveri inferiori a 325 mesh, cioè con dimensione inferiore a 45 micron.

Tecniche basate sulla diffrazione laser, sulla fluttuazione dell'intensità luminosa, sugli impulsi elettrici o sulla sedimentazione sono adatti per analizzare distribuzioni ampie di dimensioni.

La microscopia elettronica a scansione ed ottica e possono essere utilizzate sia per analisi dimensionali che di forma.

Proprietà fisiche

La polvere possiede una serie di proprietà che sono importanti per l'ulteriore lavorazione:

1. L'area specifica della superficie (area/unità di massa, in unità di m^2/g o, per i metalli, spesso cm^2/g) è determinata mediante assorbimento fisico di gas o assorbimento chimico di un colorante.

Indica la superficie disponibile per la formazione di legami e anche l'area in cui possono essere presenti film o contaminanti assorbiti.

2. La densità vera (detta anche densità teorica) è la massa per unità di volume del pieno, ed è una proprietà del materiale.

La densità apparente o la massa per unità di volume (g/cm^3) è un valore molto importante perché definisce il volume effettivo riempito dalla polvere non legata. Si esprime spesso come percentuale della densità vera.

La densità disponibile è ottenuta colpendo o sottoponendo a vibrazione il recipiente ed è una misura di compattazione realizzabile senza pressione.

Entrambe le densità apparente e disponibile dipendono dalla forma e dalla distribuzione delle particelle così come dall'attrito tra particelle.

3. La capacità di flusso è data dalla portata (il tempo necessario per far uscire una quantità specifica di polvere attraverso un imbuto standard) e dall'angolo di riposo (l'angolo di base di un cono di polvere appoggiato su una piastra circolare).

4. La comprimibilità descrive la variazione della densità in verde, cioè prima della sinterizzazione, aumentando la pressione di compattazione.

Di solito viene data la densità ad una determinata pressione o, in forma grafica o tabulare, a diverse pressioni.

Preparazione della polvere

La maggior parte delle polveri sono sottoposte a varie fasi preparatorie.

Classificazione

Questo è il processo di separazione in frazioni sulla base della dimensione delle particelle.

A volte la macinazione è necessaria per spezzare gli agglomerati, appiattire le particelle o modificare le loro proprietà per mezzo dell'incrudimento.

Le particelle eccessivamente grandi vengono rimosse e, se richiesto, le classi dimensionali vengono separate filtrando una sospensione. Anche la deposizione da una soluzione liquida oppure la classificazione di polveri asciutte in un flusso d'aria all'interno di un ciclone sono utili anche per separare le polveri fini.

Le particelle molto fini possono essere rimosse con la separazione a scoria conduttrice (?).

Condizionamento della polvere

Alcuni metalli, come il ferro, hanno ossidi che sono facilmente ridotti da un'atmosfera adatta durante la sinterizzazione.

Altri, come il titanio, dissolvono il loro ossido e sono quindi ragionevolmente adatti per il processamento sotto forma di polvere.

Gli ossidi di alluminio contribuiscono al rafforzamento per dispersione.

Altre leghe sono ricoperte da un film di ossido sottile ma molto tenace e persistente che compromette notevolmente le proprietà del componente finale e questi materiali (tipicamente quelli contenenti cromo e, in genere, le superleghe per alte temperature) devono essere trattati con tecniche speciali per mantenere il contenuto di ossigeno molto basso.

Alcune polveri, come le polveri di acciai rapidi atomizzati ad acqua, vengono ricotte e disossidate in un'unica operazione, rendendole più comprimibili e più facili da sinterizzare.

I contaminanti che si concentrano in superficie sono destinati a creare non solo problemi di compattazione e di sinterizzazione, ma peggiorano notevolmente le caratteristiche di servizio del materiale.

Qualsiasi residuo non bagnabile di pellicola superficiale ai bordi dei grani può agire come iniziatore di cricche.

Le polveri metalliche finemente distribuite possono essere pericolose e devono essere trattate con particolare attenzione. Alcune (come berillio e piombo) sono tossiche, altre (come zirconio, magnesio, alluminio) possono esplodere, molte altre sono piroforiche (si accendono spontaneamente a contatto con l'aria) al di sotto di determinate dimensioni particellari.

È anche possibile una reazione alla termite, in cui un ossido (come l'ossido di ferro) viene ridotto da un altro metallo più reattivo (come l'alluminio) e porta ad alte temperature.

Miscelazione

Una singola polvere può non soddisfare tutti i requisiti relativi alle proprietà richieste in produzione o in servizio; in questo caso le polveri vengono miscelate. La miscelazione può servire a diversi scopi:

L'uniformità della distribuzione delle dimensioni è garantita se la massa è grande,

Si può controllare la risposta alle sollecitazioni imposte (reologia) per migliorare la gestione, Si corregge la densità della massa dopo compattazione, e si cambiano la composizione o le proprietà in servizio.

La miscelazione deve essere sempre accurata, con i vari componenti uniformemente dispersi. Spesso si usa un mulino a biglie.

1. La miscelazione di una frazione più grossolana con una frazione più fine assicura che gli interstizi tra le particelle grandi siano riempiti. Quindi, possono essere ottenute densità disponibili oltre il 65% della densità teorica con polvere di forma favorevole (sferica o nodulare).

2. Le leghe metalliche possono essere realizzate miscelando diverse polveri di singoli elementi (per alcuni acciai, bronzi e leghe di Al e Ti).

La lega è formata nel corso della sinterizzazione; la forza motrice è il gradiente di potenziale chimico dovuto alle differenze di concentrazione.

3. Nell'intensa macinazione di due metalli altrimenti immiscibili, un forte incrudimento, il verificarsi di fratture e saldature a freddo provocano la formazione di una lega per via meccanica; la macinazione di due fasi (come un metallo e un ossido) può essere utilizzata per produrre materiali induriti per dispersione.

Sono anche realizzati compositi tra metalli e non metalli (come WC legato da Co).

4. Additivi lubrificanti riducono l'attrito tra le particelle e tra le particelle e la parete dello stampo.

5. I leganti (quali cera o polimeri termoplastici) vengono aggiunti alle polveri che altrimenti non riuscirebbero a sviluppare un'adeguata resistenza in verde.

6. Si aggiungono coadiuvanti alla sinterizzazione per accelerare la densificazione durante il riscaldamento.

7. Quando la polvere deve essere usata in sospensione, si aggiungono sostanze chimiche per impartire caratteristiche reologiche favorevoli.

8. L'essiccazione a spruzzo garantisce una distribuzione uniforme dei costituenti nelle polveri fini e consente la formatura con polveri che altrimenti non scorrerebbero.

Gli ingredienti, con l'aggiunta di acqua o di un liquido organico, diventano una sospensione, che poi viene atomizzata con aria o gas. Il liquido evapora durante il volo e viene raccolta la polvere pressoché sferica così ottenuta.

È il metodo principale per la preparazione di leghe rinforzate con ossidi e leghe cementate. Si ottengono forme meno favorevoli quando una miscela allo stato umido viene forzata attraverso fori in una piastra o in una parete.