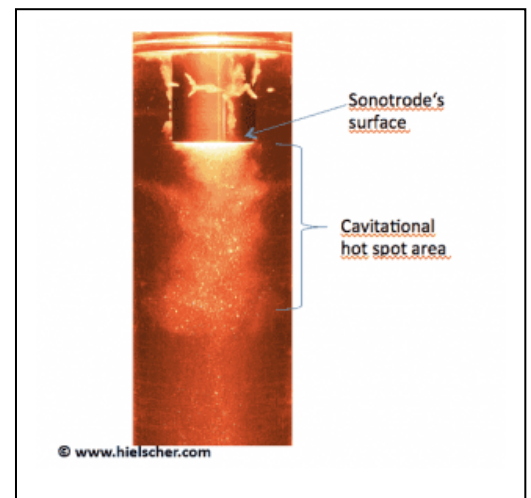


Sonoframmentazione - L'effetto dell'ultrasuono di potenza sulla rottura delle particelle

La sonoframmentazione descrive la rottura di particelle in frammenti di dimensioni nanometriche mediante ultrasuoni ad alta potenza. Contrariamente alla comune deagglomerazione e macinazione ad ultrasuoni - dove le particelle sono principalmente macinate e separate da una collisione tra particelle -, la frammentazione sono è distinta dall'interazione diretta tra particella e onda d'urto. Gli ultrasuoni ad alta potenza / bassa frequenza creano cavitazione e quindi intense forze di taglio nei liquidi. Le condizioni estreme del collasso della bolla cavitazionale e della collisione interparticolare macinano particelle di materiale di dimensioni molto fini.

Produzione e preparazione ad ultrasuoni di nanoparticelle

Gli effetti degli ultrasuoni energetici per la produzione di nano materiali sono noti: dispersione, deagglomerazione e macinazione e macinazione nonché frammentazione mediante sonicazione sono spesso l'unico metodo efficace per trattare le nanoparticelle. Ciò è particolarmente vero quando si tratta di nano materiali molto fini con funzionalità speciali in quanto con nano dimensioni vengono espresse caratteristiche particellari uniche. Per creare nano materiale con funzionalità specifiche, è necessario garantire un processo di sonicazione uniforme e affidabile. Hielscher fornisce apparecchiature ad ultrasuoni dalla bilancia da laboratorio alle dimensioni della produzione commerciale completa.



Sono-frammentazione per cavitazione

L'input di potenti forze ultrasoniche nei liquidi crea condizioni estreme. Quando gli ultrasuoni propagano un mezzo liquido, le onde ultrasoniche provocano cicli di compressione e rarefazione alternati (cicli di alta e bassa pressione). Durante i cicli di bassa pressione, nel

liquido sorgono piccole bolle di vapore. Queste bolle di cavitazione crescono durante diversi cicli di bassa pressione fino a quando non raggiungono una dimensione quando non sono in grado di assorbire più energia. In questo stato di massima energia assorbita e dimensione della bolla, la bolla di cavitazione collassa violentemente e crea condizioni localmente estreme. A causa dell'implosione della cavitazione bolle, temperature molto elevate di ca. 5000K e pressioni di ca. 2000atm sono raggiunti localmente. L'implosione provoca getti di liquido con velocità fino a 280 m / s (≈ 1000 km / h). La frammentazione sono descrive l'uso di queste forze intense per frammentare particelle in dimensioni più piccole nell'intervallo sub-micron e nano. Con una sonicazione progressiva, la forma delle particelle passa da angolare a sferica, il che rende le particelle più preziose. I risultati della sonoframmentazione sono espressi come tasso di frammentazione che viene descritto in funzione della potenza assorbita, del volume sonico e delle dimensioni degli agglomerati.

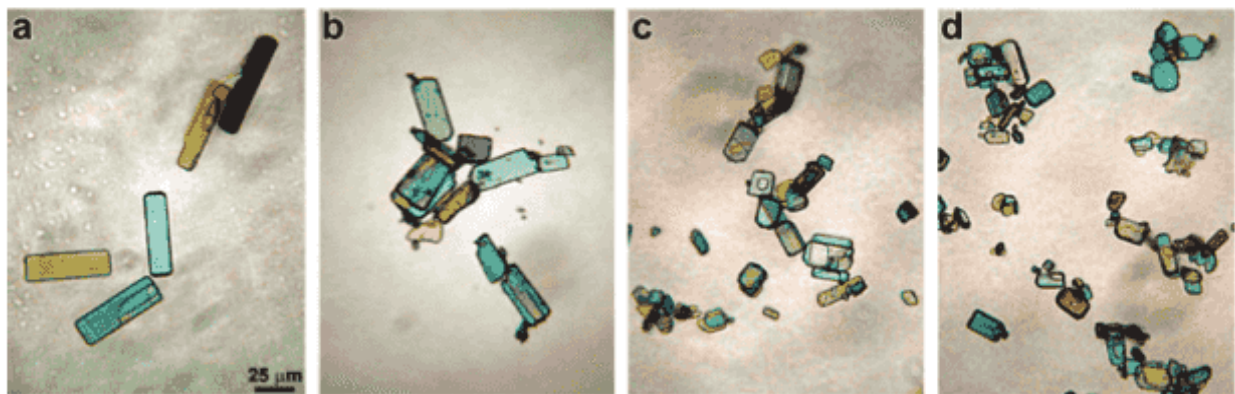
Kusters et al. (1994) hanno studiato la frammentazione ad ultrasuoni degli agglomerati in relazione al suo consumo di energia. I risultati dei ricercatori „indicano che la tecnica di dispersione ad ultrasuoni può essere efficiente quanto le tecniche di macinazione convenzionali. La pratica industriale della dispersione ad ultrasuoni (ad es. Sonde più grandi, rendimento continuo della sospensione) può alterare un po' questi

Sonotrodo ad ultrasuoni che trasmette onde sonore in liquido. L'appannamento sotto la superficie del sonotrodo indica l'area del punto caldo cavitazionale .

risultati, ma soprattutto si prevede che il consumo specifico di energia non sia la ragione per la scelta di questa tecnica di comminutrone ma piuttosto la sua capacità di produrre particelle estremamente sottili (submicroniche). “[Kusters et al. 1994] Soprattutto per erodere polveri come la silice o zirconia, l'energia specifica richiesta per unità di massa in polvere è risultata inferiore mediante macinazione ultrasonica rispetto a quella dei metodi di macinazione convenzionali. L'ultrasuono influenza le particelle non solo mediante macinazione e macinazione, ma anche lucidando i solidi. Pertanto, si può ottenere un'elevata sfericità delle particelle.

Sono frammentazione per la cristallizzazione di nanomateriali

„Sebbene non vi siano dubbi sul fatto che si verifichino collisioni interparticolarie in fanghi di cristalli molecolari irradiati con ultrasuoni, non sono la fonte dominante di frammentazione. Contrariamente ai cristalli molecolari, le particelle di metallo non sono danneggiate direttamente dalle onde d'urto e possono essere influenzate solo dalle collisioni interparticolarie più intense (ma molto più rare). Lo spostamento dei meccanismi dominanti per la sonicazione delle polveri metalliche rispetto ai fanghi di aspirina evidenzia le differenze nelle proprietà delle particelle metalliche malleabili e dei cristalli molecolari friabili. “[Zeiger / Suslick 2011, 14532]



Sonofragmentation of aspirin particles: (a) before sonication, (b) after 1 min of sonication, (c) after 3 min of sonication, and (d) after 10 min of sonication. Source: Zeiger, B.; Suslick, K.S. (JACS 2011)

Sonofragmentazione delle particelle di aspirina [Zeiger / Suslick 2011]

Gopi et al. (2008) hanno studiato la fabbricazione di particelle di ceramica di allumina submicrometrica ad alta purezza (prevalentemente nell'intervallo inferiore a 100 nm) da mangimi di dimensioni micrometriche (ad esempio, 70-80 µm) usando la sonofragmentazione. Hanno osservato un cambiamento significativo nel colore e nella forma delle particelle di ceramica di allumina a causa della frammentazione. Le particelle in micron, submicron e nano range di dimensioni possono essere facilmente ottenute mediante sonicazione ad alta potenza. La sfericità delle particelle aumenta con l'aumentare del tempo di ritenzione nel campo acustico.

Dispersione in tensioattivo

A causa dell'efficace rottura delle particelle ad ultrasuoni, l'uso di tensioattivi è essenziale per prevenire la deagglomerazione delle particelle sub-microniche e nanometriche ottenute. Minore è la dimensione delle particelle, maggiore è il rapporto apicale della superficie, che deve essere coperto con tensioattivo per mantenerli in sospensione ed evitare la coagulizzazione delle particelle (agglomerazione). Il vantaggio dell'ultrasuono risiede nell'effetto di dispersione: simultaneamente alla macinazione e alla frammentazione, gli ultrasuoni hanno disperso i frammenti di particelle macinate con il tensioattivo in modo da evitare (quasi) completamente l'agglomerazione delle nanoparticelle.

Produzione industriale

Per servire il mercato con nano materiale di alta qualità che esprime funzionalità straordinarie, sono necessarie apparecchiature di elaborazione affidabili. Gli ultrasuoni con un massimo di 16kW per unità che sono raggruppabili consentono l'elaborazione di flussi di volume praticamente illimitati. Grazie alla scalabilità completamente lineare dei processi ad ultrasuoni, le applicazioni ad ultrasuoni possono essere testate senza rischi in laboratorio, ottimizzate in scala da banco e quindi implementate senza problemi nella linea di produzione. Poiché l'equipaggio ad ultrasuoni non richiede un ampio spazio, può anche essere adattato a flussi di processo esistenti. L'operazione è semplice e può essere monitorata ed eseguita tramite telecomando, mentre la manutenzione di un sistema ad ultrasuoni è quasi trascurabile.

Letteratura / Riferimenti

- Ambedkar, B. (2012): Lavaggio ad ultrasuoni del carbone per disincenerimento e de-solforizzazione: ricerca sperimentale e modellistica meccanicistica. Springer, 2012.
- Eder, Rafael JP; Schrank, Simone; Besenhard, Maximilian O .; Roblegg, Eva; Gruber-Woelfler, Heidrun; Khinast, Johannes G. (2012): cristallizzazione continua dell'acido acetilsalicilico (ASA): controllo delle dimensioni dei cristalli. *Crystal Growth & Design* 12/10, 2012. 4733-4738.
- Gopi, KR; Nagarajan, R. (2008): progressi nella fabbricazione di particelle di ceramica nanoalumina usando la sonoframmentazione. *Transazioni IEEE su nanotecnologia* 7/5, 2008. 532-537.
- Kusters, Karl; Pratsinis, Sotiris E .; Thoma, Steven G .; Smith, Douglas M. (1994): Leggi sulla riduzione delle dimensioni dell'energia per la frammentazione ultrasonica. *Powder Technology* 80, 1994. 253-263.
- Zeiger, Brad W .; Suslick, Kenneth S. (2011): Sonofragmentation of Molecular Crystals. *Journal of the American Chemical Society*. 2011 .