SEPARAZIONE SOLIDI

Cristallizzazione ottimizzata con il corretto sistema di agitazione

Rappresentata in Italia da Ravizza & C., EKATO progetta e realizza sistemi di agitazione su scala industriale per ottimizzare i processi di cristallizzazione venendo così incontro alle esigenze dell'industria, che ha sempre più bisogno di ottimizzare tecnologie e tempi di realizzazione.

DI SVEN HANSELMANN(*) E BERND NIENHAUS(**)

(*) PRODUCT MANAGER CRYSTALLIZATION, EKATO
(**) SENIOR PROCESS ENGINEER R&D, EKATO

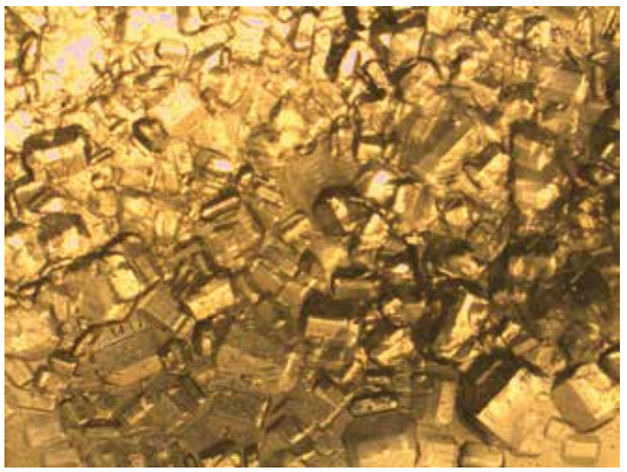

FIGURA 1 - VISTA DI CRISTALLI AL MICROSCOPIO

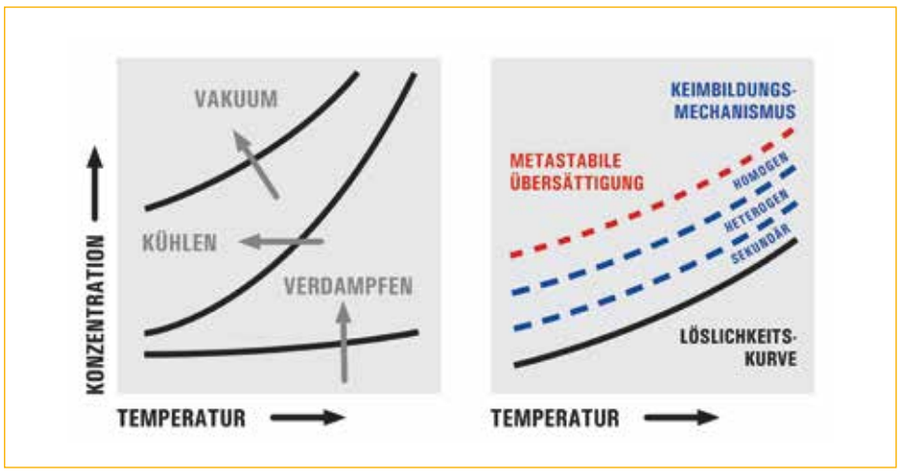

FIGURA 2 - DIPENDENZA DALLA TEMPERATURA E RANGE DI CONDIZIONI METASTABILI

La *cristallizzazione* è un'operazione unitaria presente in una vasta gamma di applicazioni industriali, come ad esempio la precipitazione di sali minerali, la produzione di prodotti chimici, di API e di alimenti. In base ai requisiti del processo, raffreddamento, evaporazione e/o precipitazione vengono selezionati per formare il prodotto solido in forma cristallina nel modo migliore. Di conseguenza, esistono diverse tipologie di macchinari.

Nei cristallizzatori a circolazione forzata la soluzione viene fatta circolare da una pompa, mentre la cristallizzazione per strati successivi è un processo statico. Nei servizi agitati ci sono due principali sistemi di miscelazione: il sistema aperto con girante hydrofoil e il sistema con draft tube.

Parametri di qualità nella cristallizzazione

Per effettuare una corretta progettazione di un cristallizzatore è importante conoscere i parametri rilevanti per l'applicazione richiesta. Esistono tre modalità principali per raggiungere le condizioni di supersaturazione: raffreddamento, evaporazione e precipitazione. Nel raffreddamento e nell'evaporazione l'obiettivo è quello di ottenere dimensioni delle particelle generalmente nell'intervallo da 100 μm sino a oltre 2000 μm (fig. 1).

L'applicazione di un profilo di raffreddamento o di evaporazione ottimizzato in molti casi migliora il risultato del processo in termini di una più ristretta distribuzione granulometrica delle particelle (PSD). Un'adeguata aggiunta di semi di cristallizzazione (piccoli cristalli già formati), in misura tra l'1 e il 10% in peso, può migliorare ulteriormente la qualità del cristallo.

I processi a precipitazione sono in genere orientati alla produzione di particelle fini, ad esempio nel campo 1-10 μm. In questi casi il duty di agitazione è l'alta dissipazione locale di energia, talvolta associata alla dispersione di gas. Esempi tipici sono il carbonato di calcio precipitato (PCC) o la precipitazione del ferro dal minerale.

Indipendentemente dal processo, un sistema di miscelazione *ad hoc* che comprenda anche la progettazione del serbatoio, delle sue componenti interne e delle posizioni di alimentazione e scarico, può offrire miglioramenti significativi nella PSD e nel consumo di energia.

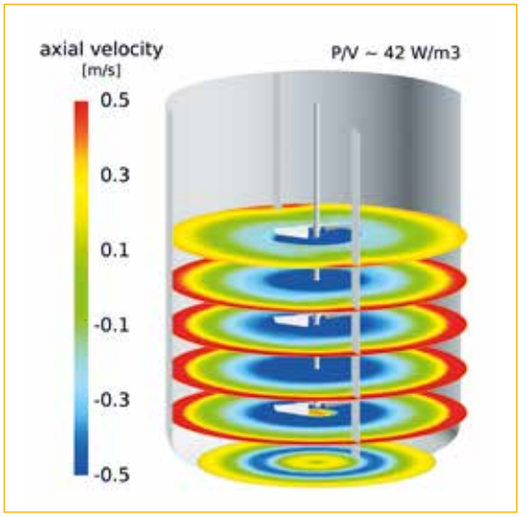

FIGURA 3 - DISTRIBUZIONE DEL FLUSSO ASSIALE IN UN SISTEMA APERTO

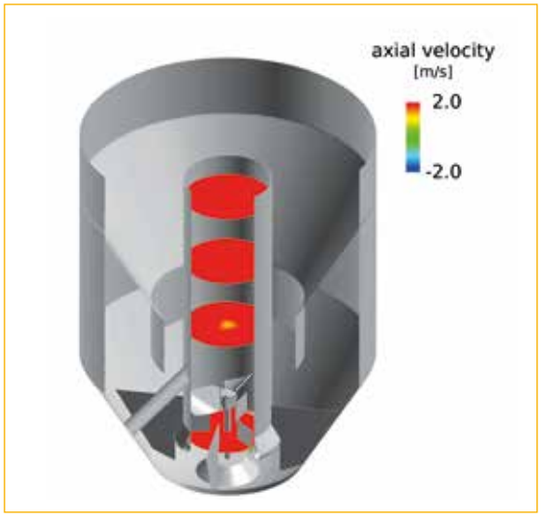

FIGURA 4 - DISTRIBUZIONE DEL FLUSSO ASSIALE ALL'INTERNO DEL TUBO DI UN'UNITA DTB (DRAFT TUBE BAFFLED)

MISCELAZIONE PER I PROCESSI A 360°

EKATO Fondato nel 1933 e leader mondiale per le tecnologie di miscelazione, il Gruppo EKATO, offre tramite quattro consociate soluzioni individuali per l'industria orientata al processo:

- EKATO Rühr- und Mischtechnik GmbH, quale leader mondiale nella tecnologia di processo da 80 anni, progetta e ottimizza agitatori e reattori per applicazioni liquide ed è la più grande consociata del Gruppo EKATO. Inoltre EKATO RMT offre soluzioni innovative per le tenute degli alberi in rotazione per tutti i tipi di impianti e di ingegnerizzazione di processi (EKATO ESD)
- EKATO FLUID Misch- und Dispergiertechnik GmbH produce agitatori serializzati per l'industria chimica e per le applicazioni di bioetanolo e di biodiesel.
- EKATO SYSTEMS GmbH si è specializzata in unità complete comprensive di sistemi di controllo di processi per il trattamento di solidi sfusi e per l'industria della cosmesi.
- EKATO Process Technologies GmbH consolida sotto lo stesso tetto tutte le consociate e le rappresentanze internazionali del Gruppo EKATO.

Una rete di assistenza mondiale con hotline attiva 24 ore su 24 assicura una disponibilità d'impianto ottimale per i clienti del Gruppo. Come risultato del consistente sviluppo tecnologico e della focalizzazione sulle innovazioni rivolte ai clienti, il Gruppo EKATO si è affermato come leader mondiale tecnologico e di mercato nella tecnologia di miscelazione e continua a espandere la sua posizione.
Per maggiori informazioni, vi invitiamo a visitare il sito *www.ekato.com*

Modalità di funzionamento

Per volumi piccoli e unità multiuso, è comune utilizzare operazioni in batch, prevalentemente con cristallizzazione per raffreddamento che offre un più semplice controllo di processo. In un'operazione batch, la curva di raffreddamento può essere ottimizzata per ottenere la massima crescita del cristallo e la massima resa di prodotto.
Utilizzando un variatore di frequenza (VFD) la potenza assorbita dall'agitatore può essere adattata ai requisiti di processo effettivi; ad esempio, bassa potenza per il pompaggio iniziale e maggiore potenza per la sospensione dei solidi verso la fine del batch. In questo modo una notevole quantità di energia può essere risparmiata. Per le produzioni di massa è più economico passare al funzionamento continuo dato che le dimensioni dei serbatoi e il consumo energetico possono essere ridotti rispetto alle unità batch di pari potenzialità.
Per la cristallizzazione per evaporazione vengono normalmente utilizzati cristallizzatori a circolazione forzata (FC) o con tubo di aspirazione (DTB, Draft Tube Baffled). La cristallizzazione per raffreddamento può essere fatta ad es. in una serie di serbatoi agitati in cascata.

Cristalizzazione controllata

Per mantenere una cristallizzazione controllata, è importante applicare la modalità corretta di cristallizzazione. In una prima fase è necessario determinare la curva di saturazione, cioè l'andamento della concentrazione in funzione della temperatura. In funzione dell'influenza della temperatura, verrà scelto il raffreddamento (influenza elevata) o l'evaporazione (influenza bassa). L'evaporazione può essere supportata dal vuoto.
In secondo luogo è necessario definire l'intervallo metastabile (fig. 2). All'interno di questo intervallo la cinetica della nucleazione secondaria, eterogenea e omogenea, è bilanciata, cioè la formazione di nuovi cristalli e la crescita dei cristalli procedono a velocità comparabili. Il superamento dell'intervallo metastabile porta a una cristallizzazione incontrollata, poiché la nucleazione prevale sulla crescita.

L'influenza dell'agitazione

Un sistema di agitazione ottimizzato influenza positivamente i risultati del processo. Brevi tempi di miscelazione riducono gradienti di temperatura e di concentrazione che supportano condizioni più uniformi all'interno del serbatoio.
Giranti a bassi sforzi di taglio riducono la nucleazione incontrollata e l'impatto sui cristalli. Si generano meno fini con conseguente maggiore resa e semplificazione della successiva separazione solido-liquido.

Le unità Draft Tube Baffled

I cristallizzatori a funzionamento continuo sono spesso dotati di tubo di aspirazione. Queste unità sono chiamate Draft Tube Baffled Crystallizers o DTBs. La girante si trova all'interno del tubo di aspirazione e applica un flusso assiale diretto che minimizza le turbolenze (fig.3 e 4).
I vantaggi della cristallizzazione in continuo emergono principalmente nelle produzioni monoprodotto ad alta capacità. Ad esempio, DTBs sono normalmente impiegati per trattare sali di potassio ed anche polimeri come il PET. Oltre alla portata elevata, è richiesta una costante qualità del prodotto e una separazione graduata dei cristalli. Le particelle più piccole devono rimanere nell'ambiente di reazione fino al raggiungimento di una dimensione minima.

FIGURA 5 - TORUSJET EKATO PER CRISTALLIZZATORI CON DRAFT TUBE

In questo ambito, EKATO ha sviluppato Torusjet, un sistema di circolazione tripala per draft tube, al fine di aumentare significativamente l'efficienza. Analizzando l'intero sistema, compresa la geometria del tubo di aspirazione e le lamiere di raddrizzamento del flusso appositamente progettate, il rapporto tra flusso assiale e flusso turbolento può essere considerevolmente aumentato. Quindi è richiesta meno energia per ottenere una determinata portata. Ciò influisce sia sugli investimenti che sui costi operativi. Come effetto collaterale, la struttura dei cristalli è preservata, poiché meno turbolenza significa anche meno collisioni e quindi meno fratture ai bordi dei cristalli.

Per garantire un esercizio sicuro e di lungo periodo, è utile verificare le tensioni mediante un'analisi agli elementi finiti (FEA) e le frequenze mediante un'analisi modale durante la fase di progettazione, poiché i cristallizzatori DTB sono esposti a vibrazioni e elevati carichi meccanici.

Sviluppi futuri

Negli ultimi anni è aumentata la richiesta di sistemi di agitazione più efficienti. L'ottimizzazione del consumo energetico e della PSD diventeranno importanti driver nel prossimo futuro. Una visione globale dell'intero processo diventa obbligatoria per comprendere i requisiti a monte e a valle dell'unità di cristallizzazione. EKATO sta collaborando con diverse aziende, ad es. nella separazione solido-liquido, per meglio comprendere le specifiche sfide che si presentano ed i possibili miglioramenti da apportare.

Allo stesso tempo, la profonda conoscenza dei parametri di qualità e il modo di influenzarli saranno continuamente ampliati e applicati nella progettazione.

DA OLTRE 60 ANNI AL SERVIZIO DEGLI IMPIANTI DI PROCESSO

RAVIZZA & C IMPIANTI E FORNITURE INDUSTRIALI

Presenti sul mercato dagli anni 50, Ravizza & C. rappresenta e distribuisce in Italia prodotti di società straniere di primissimo piano, ciascuna leader nelle proprie tecnologie. Questa scelta di fondo si è dimostrata vincente sia negli anni dell'industrializzazione italiana del secondo dopoguerra sia, successivamente, all'aumentare degli standard qualitativi imposti dall'aumentata concorrenza internazionale.

I settori di maggiore presenza sono in primo luogo l'industria chimica in senso lato, la petrolchimica, la generazione di potenza, la farmaceutica e, con alcune rappresentate, l'industria alimentare, mineraria, siderurgica e quella dei metalli non ferrosi.

Le linee guida dell'attività sono molto precise:

- collaborare, come rappresentante o distributore, solo con fornitori universalmente conosciuti come leader nel proprio campo e quindi dotati di know-how e di referenze di altissimo livello:
- immedesimarsi nelle necessità tecnico-commerciali e di esercizio del cliente e quindi essere considerati da questi un valido collaboratore sia prima che dopo l'ordine.

www.ravizza.it

Dopo un ampio studio sperimentale sull'efficienza della girante, completo di valutazione fluidodinamiche con studi CFD, EKATO ha sviluppato il sistema Torusjet ad alta efficienza per applicazioni in cristallizzatori DTB. Insieme a un corrispondente gruppo di palette di guida, questa girante offre una velocità di flusso assiale molto elevata e quindi aumenta significativamente l'efficienza di pompaggio nei cristallizzatori ad alta capacità. In una fase successiva, il nostro obiettivo sarà quello di adattare questo nuovo tipo di girante non solo per i processi di cristallizzazione, ma anche per altre applicazioni.

Riferimenti

1. Crystallization: Basic Concepts and Industrial Applications, 20.02.2013, Wolfgang Beckmann (Ed.)
2. EKATO Holding GmbH 2012. EKATO. The book, ISBN 978-3-00-037510-1. Emmendingen: Druckerei Hofmann.

info@ekato.com

www.ekato.com