



Le dieci domande più frequenti sulla precisione dei dosatori. [Un'introduzione sui principi e la pratica del dosaggio di prodotti solidi.](#)





Le dieci domande più frequenti sulla precisione dei dosatori

Un'introduzione sui principi e la pratica del dosaggio di prodotti solidi

La precisione nel dosaggio è una preoccupazione di ogni produttore che deve controllare la portata di prodotti solidi sfusi. Questo documento rappresenta una piccola guida che prova a rispondere alle più comuni domande riguardanti l'argomento della precisione nel dosaggio e dovrebbe servire a formare una conoscenza operativa sui principi del dosaggio continuo. Mentre le applicazioni possono variare dal semplice dosaggio di un prodotto fino al più complesso e sofisticato sistema di dosaggio e miscelazione multicomponente che coinvolge molti dosatori e linee di produzione, questa discussione sarà focalizzata sulla precisione individuale del dosatore. Attraverso la combinazione tra la teoria sulla precisione di un dosatore assieme agli aspetti pratici applicativi ed il mondo reale dell'operatività produttiva, speriamo, con questo strumento, semplificare la comprensione di questo argomento.

1. Come è definita la precisione di un dosatore?

Per definire in modo completo la precisione di un dosatore è necessario indirizzare tre aree distinte e separate legate alle prestazioni di un dosatore: la ripetibilità, la linearità e la stabilità. La ripetibilità definisce quanto fedele è la portata di scarico del dosatore rispetto al valore operativo impostato, la linearità stima quanto preciso è il dosatore nella portata media impostata all'interno del suo intero campo di lavoro, la stabilità misura la deriva delle prestazioni nel tempo.

Ripetibilità

Questa misura la precisione del dosatore, è la prestazione statistica più familiare agli utilizzatori di dosatori. Quantifica il livello di consistenza, a breve termine, di una portata. La ripetibilità è fondamentale per garantire la qualità perché misura la variabilità prevista di un flusso di prodotto.

La misura di ripetibilità viene fatta prendendo una serie consecutiva di campioni a tempo prelevati dal flusso di scarico di un dosatore, vengono pesati e quindi viene calcolata la deviazione standard dei campioni pesati espressa come percentuale del valore medio degli stessi. La misurazione viene tipicamente rilevata al valore nominale stabilito di portata del dosatore. (Se il dosatore deve operare su un ampio campo di portate, la misura di ripetibilità può essere presa a diverse portate all'interno del campo.)

Per esempio, data la natura casuale degli errori di ripetibilità, se il campionamento dimostra una deviazione del $\pm 0.3\%$ si può affermare che il 68.3% dei campioni cadrà all'interno del $\pm 0.3\%$ della banda di errore (1 Sigma), il 95.5% entro il $\pm 0.6\%$

(2 Sigma), e il 99.7% entro il $\pm 0.9\%$ (3 Sigma).

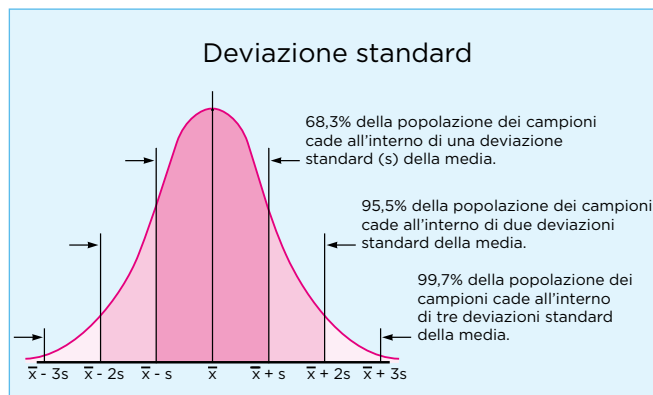
Tradizionalmente, la ripetibilità è stata espressa a due deviazioni standard (2 Sigma) con campionamenti della durata di un minuto. Comunque, a seguito dell'aumento delle prestazioni delle macchine di processo a valle dei dosatori e dell'aumento degli standard qualitativi dei prodotti finiti, alcuni produttori richiedono ripetibilità fino a 6 Sigma o tempi di campionamento molto brevi pari pochi secondi. Dove sono richiesti campionamenti così brevi bisogna aspettarsi un deterioramento della precisione.

Per esprimere in modo completo la ripetibilità statistica, l'espressione deve contenere i seguenti elementi: l'errore $\pm$ in percentuale, il livello di Sigma ed i criteri di campionamento. Per esempio, la definizione della ripetibilità può prendere la seguente forma: $\pm 0.5\%$ della media dei campioni (@ 2 Sigma) basata su 30 campionamenti consecutivi della durata di un minuto, un chilo, un giro completo del nastro, 30 giri delle viti di dosaggio, quale di questi più grande.

Linearità

La ripetibilità statistica non rivela assolutamente niente riguardo al dosatore se sta dosando mediamente la portata richiesta. La ripetibilità misura solamente la variabilità della portata. Invece è la linearità statistica che riporta quanto fedelmente il dosatore dosa la portata media desiderata nel campo di lavoro assegnato. La linearità perfetta è rappresentata da una linea retta di corrispondenza tra il valore di portata impostato ed il valore medio misurato, attraverso il campo di lavoro operativo, partendo dalla portata massima richiesta.

Per definire la misura di linearità alcuni gruppi di campionamenti, a tempo, devono essere prelevati dal flusso di scarico di un dosatore. Normalmente vengono presi e pesati dieci campionamenti consecutivi alle seguenti portate: 5%, 25%, 50%, 75% e 100% del fondo scala. (La portata testata più bassa dovrebbe rappresentare il campo di lavoro massimo del dosatore —in questo caso il campo di lavoro del dosatore 20:1 da una portata operativa minima del 5%.) Per ognuno dei cinque gruppi di campionamenti viene calcolata la media. La differenza



tra la media calcolata ed il valore del campione teorico viene registrata. (Notate che quando la media di un gruppo di campioni è inferiore al valore teorico la differenza sarà negativa.) Questi errori di peso possono essere espressi in percentuale del valore richiesto, dividendo ogni differenza per il rispettivo valore teorico moltiplicando poi per 100. Il risultato è un gruppo di cinque valori di errore che riflettono la prestazione media di portata all'interno del campo operativo del dosatore.

Per eliminare ogni eccesso rimediabile attraverso semplice calibrazione e per ridurre questi cinque gruppi di valori di errore in un singolo numero che caratterizza la prestazione di linearità del dosatore, il gruppo degli errori viene elaborato. Il risultato esprime la prestazione di linearità del dosatore in percentuale rispetto al valore operativo richiesto.

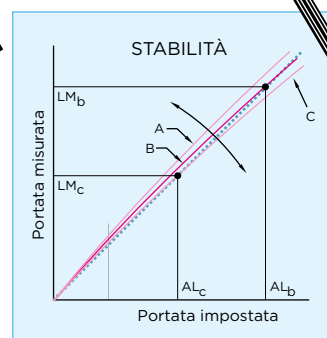
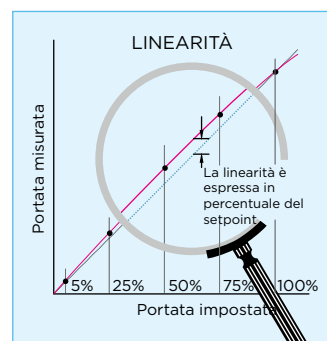
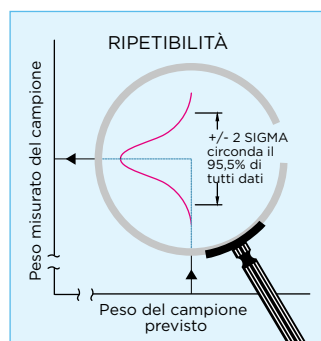
La prestazione di linearità è, perciò, espressa correttamente solo quando contiene i seguenti elementi: la percentuale $\pm$ dell'errore basato sulla portata impostata, il criterio di campionamento ed il campo di lavoro rispetto il fondo scala. Per esempio, la definizione di prestazione di linearità può prendere la seguente forma: $\pm 0.2\%$ della portata impostata basata su dieci campionamenti consecutivi della durata di un minuto, un chilo, un giro completo del nastro, trenta giri delle viti di dosaggio, quali di questi più grande entro un campo operativo di 20:1 rispetto al fondo scala. Notate che la curva di linearità sopra rappresentata è esagerata per motivi illustrativi.

Stabilità

Un ottimo dosatore non è degno di nota se non può mantenere le sue prestazioni per lunghi periodi. Molti fattori possono, potenzialmente, contribuire allo scostamento delle prestazioni, ad esempio il tipo di dosatore, la stabilità del sistema di pesatura e controllo, le caratteristiche e la variabilità del prodotto da dosare, la configurazione meccanica del dosatore, la manutenzione e le condizioni ambientali in cui la macchina lavora.

Gli scostamenti sono rilevate attraverso controlli di calibrazione e, normalmente, aggiustati con semplici calibrazioni di peso. Nel diagramma in alto a destra, la linea A mostra una condizione nella quale il dosatore si è scostato molto dal punto di calibrazione. In nessuna parte del campo operativo del dosatore il valore misurato è uguale al valore impostato. Attraverso la regolazione dell'indicazione del peso del dosatore la curva di linearità è ruotata in modo da ottenere una perfetta corrispondenza tra il valore misurato e quello impostato in ogni punto della scala. (es. 90% del fondo scala per la linea B o 50% del fondo scala per la linea C).

L'utilizzatore determinerà, in ultima analisi, la giusta frequenza per effettuare controlli di calibrazione basandosi sull'esperienza operativa, ma la questione sulla stabilità deve essere tenuta in debita considerazione quando si deve acquistare un nuovo dosatore. Una continua e significativa riduzione dei costi in termini di manodopera per la manutenzione, scarti di produzione, potenziali arresti di produzione, possono essere realizzati scegliendo un dosatore progettato per avere una operatività stabile e priva di scostamenti. Per ulteriori informazioni sulla calibrazione vedere la domanda n°3.



La "precisione" di un dosatore è la combinazione di tre parametri di accuratezza: ripetibilità, linearità e stabilità. La ripetibilità definisce quanto fedele è la portata di scarico del dosatore rispetto al valore operativo impostato, la linearità stima quanto preciso è il dosatore nella portata media impostata all'interno del suo intero campo di lavoro, la stabilità misura la deriva delle prestazioni nel tempo.

Ripetibilità e linearità sono in funzione della configurazione del dosatore così come dalle caratteristiche del prodotto e dalle condizioni ambientali. La stabilità, o caratteristica di scostamento, viene corretta attraverso calibrazioni periodiche effettuate prelevando dei campioni. Errori di linearità sulle portate medie impostate sono eliminati attraverso la ricalibrazione che, essenzialmente, ruota la curva di linearità della macchina ristabilendo la perfetta corrispondenza tra valore misurato e valore impostato.

? due

"Come posso tradurre le esigenze di processo nelle specifiche di precisione di un dosatore?"

Trascurando al momento il divario tra le prestazioni relative al dosatore e la qualità del prodotto finito, iniziamo ad analizzare le specifiche e gli standard di qualità. Sulla base dei dati disponibili, può essere definita la specifica di prestazione del dosatore semplicemente lavorando al contrario.

Sappiamo che gli standard di formulazione di un prodotto finito sono normalmente espressi come la somma dei prodotti relativi alla ricetta e che la prestazione del dosatore è relativa alla sua portata individuale.

Per tradurre le richieste di processo nelle esigenze di prestazioni del dosatore bisogna, inoltre, aggiungere una seria valutazione sui tempi di processo. Per esempio, nel settore del compound delle materie plastiche il tempo di processo, relativo alle prestazioni del dosatore, può essere definito come tempo di residenza del prodotto nell'estrusore per eseguire la mescola - in alcuni casi può essere inferiore a sette secondi.

I fattori che possono influenzare la precisione di un dosatore

in un tempo di processo così breve sono: la scelta ed il dimensionamento del dosatore, la risoluzione del ponte di pesatura, rapidità ed efficienza del sistema di controllo nonché le condizioni ambientali come le vibrazioni e gli urti. Per esempio, ad una determinata portata, un diametro più piccolo di vite estrattrice del dosatore farà girare più velocemente la macchina rispetto ad un diametro più grande. Questo minimizza l'effetto della pulsazione del flusso dosato. Passare da un dosatore monovite ad uno bivate comporta anche una riduzione della pulsazione. Un sistema di pesatura ad alta risoluzione discriminerà in modo più accurato le variazioni di peso, rendendo possibili più interventi di correzione, in brevi intervalli di tempo, migliorando decisamente le prestazioni nel dosaggio con tempi di processo molto brevi. Un sistema di pesatura progettato per sopprimere gli effetti delle vibrazioni ridurrà la contaminazione del segnale di peso, consentendo al dosatore di lavorare, istante per istante, ad un livello superiore di precisione. Una discussione più ampia su questo importante argomento è contenuta in un documento tecnico intitolato "Short Timescale Feeding in Critical Process Applications" (documento T-900010), disponibile su richiesta a Coperion K-Tron.

Il prodotto stesso ha una parte essenziale nell'equazione. Per loro natura alcuni materiali possono essere dosati in modo molto preciso, altri sono decisamente considerabili come una sfida. Alcuni prodotti possono essere dosati precisamente in una forma fisica e non in un'altra. Domande come la seguente devono essere prese in considerazione quando vengono determinate le specifiche realistiche di processo e dosaggio: Quali sono le caratteristiche fisiche e di flusso del prodotto? Può essere dosato in modo preciso come richiesto? Può cambiare le sue caratteristiche al variare delle condizioni di stoccaggio, tempo, condizioni ambientali o tipo di fornitore? Molti produttori di dosatori saranno felici di poter eseguire dei test sui materiali per determinare la configurazione ottimale del dosatore ed i suoi realistici livelli di prestazione.

? tre

"Come posso decidere se scegliere un dosatore volumetrico o gravimetrico?"

Per definizione, i dosatori gravimetrici, in una maniera o nell'altra, misurano il peso del flusso di materiale, quindi regolano l'uscita del dosatore per ottenere e mantenere il valore impostato. I dosatori volumetrici, anche per definizione, non pesano il flusso di materiale. Essi operano scaricando volumi di materiale per unità di tempo quindi trasformati in peso supposto a mezzo di calibrazione eseguita campionando il flusso di materiale.

Come tali, i dosatori volumetrici anche se semplici ed economici, sono apparecchiature ad "anello aperto" nel senso che non possono rilevare od aggiustare le variazioni del peso specifico del prodotto. Per i materiali la cui densità non varia in modo significativo, i dosatori volumetrici possono soddisfare le richieste di precisione. Comunque, la densità o le caratteristiche di flusso di molti, se non la grande parte, dei prodotti varia in modo abbastanza significativo per decidere sul dosaggio gravimetrico soprattutto se viene richiesta precisione di alimentazione. Molti costruttori di dosatori hanno le risorse per determinare se un dato materiale può essere dosato volumetricamente alla

precisione richiesta, o se è necessario utilizzare un dosatore gravimetrico.

Come già detto sopra i dosatori volumetrici sono apparecchiature ad "anello aperto" dal punto di vista del flusso di scarico, variazioni di battente ed incrostamento delle viti di dosaggio fanno variare il rapporto volume per giro di vite vanificando, senza avviso, la calibrazione eseguita. I dosatori gravimetrici rilevano automaticamente le variazioni e di conseguenza le aggiustano.

L'acquisizione dei dati e la comunicazione sono adesso una parte sempre più importante in molti processi produttivi, l'automazione e l'integrazione completa nell'impianto è diventata più che una norma. I dosatori gravimetrici, in questi casi, mantengono il primato e gran parte dei produttori ora offrono sistemi completamente interfacciabili e compatibili con la maggioranza dei PLC e sistemi di acquisizione dati (SCADA).

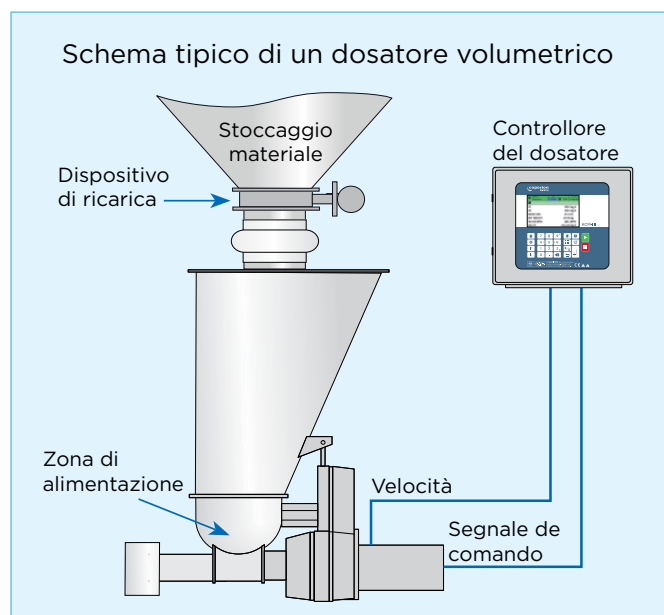
? quattro

"Quali fattori determinano la precisione di un dosatore volumetrico a vite?"

Come già detto sopra, i dosatori volumetrici operano scaricando determinati volumi per unità di tempo. Cambiamenti di portata sono realizzati modificando la velocità dell'estrattore a vite. Una varietà di viti diverse, dimensioni e geometrie così come sistemi rompiponte sono disponibili per ottimizzare il dosaggio rispetto al prodotto da dosare.

I dosatori volumetrici a vite rappresentano una soluzione economica in molte applicazioni di dosaggio dove la precisione non è un aspetto cruciale e dove la misura diretta del flusso non è richiesta.

Fondamentalmente, sono tre i fattori che influenzano la precisione del dosatore: l'uniformità del volume scaricato ogni giro



vite, la precisione della misura di velocità della vite, la variabilità di densità del prodotto.

Naturalmente, la precisione più alta può essere ottenuta con materiali liberamente scorrevoli che riempiono la vite in modo uniforme e la loro densità rimane ragionevolmente costante senza riguardo al livello nella tramoggia, per esempio i pellets di materiali plastici. In questo caso i volumi di materiale scaricati ogni giro vite sono piuttosto costanti.

Quando si dosano, con un dosatore monovite, prodotti più difficili come polveri molto fluide, o appiccicose o poco scorrevoli può avvenire un cambiamento, drastico ed imprevedibile, di volume per giro vite. I prodotti appiccicosi e tendenti a fare ponte sulla vite, abbassano il rapporto volume per giro vite vanificando la calibrazione effettuata in origine. Polveri fluide, quando areate, possono fluire, attraverso la vite, in modo non controllato rendendo il rapporto volume per giro vite privo di significato. Prodotti friabili o altri la cui densità può variare in modo significativo, limitano notevolmente le prestazioni di precisione di un dosatore volumetrico a vite.

Per ogni dosatore volumetrico l'arresto parziale o totale del flusso di prodotto sopra l'estrattore causano delle interruzioni di flusso non rilevabili se non con un rilevatore di flusso di cui dovrebbe essere equipaggiato il dosatore. Similmente prodotti molto fluidi possono scappare dal controllo in modo non rilevabile. I dosatori gravimetrici possono rilevare automaticamente queste condizioni ed allarmare l'operatore.

Quando considerate un dosatore volumetrico conviene un approccio prudente lavorando assieme al fornitore che dovreb-

be essere in grado di consigliarvi la miglior configurazione possibile del dosatore per il materiale da dosare, suggerire sistemi rompiponte o altre opzioni per aiutare il flusso e minimizzare le variazioni di densità e determinare la precisione ottenibile.

Il controllo di velocità è l'altra metà dell'equazione dosaggio volumetrico, non fondamentale ma bisogna prestare attenzione in quanto un errore nel controllo della velocità si traduce direttamente in un errore di portata (es. un errore del 1% in velocità da come risultato di un 1% di errore portata). Comunque, attualmente, gran parte dei produttori impiega sistemi di controllo della velocità (sia digitali che analogici) nei loro dosatori volumetrici in modo di mantenere un controllo più stretto rispetto al passato quando la velocità non veniva controllata.

Nonostante ciò il potenziale acquirente sarà bene informato per richiedere il tipo, la precisione e la stabilità a lungo termine del sistema di controllo della velocità.

? cinque

“Come lavora un dosatore a perdita di peso e quali sono i problemi che possono compromettere le sue capacità di dosare in modo preciso?”

Il principio è semplice ma raggiungere lo scopo rappresenta una sfida. Un dosatore a perdita di peso consiste di una tramoggia ed un dosatore svincolati da ogni altra macchina di processo in modo che si possano entrambe pesare in modo continuo. Il dosatore scaricando il materiale fa diminuire il peso del sistema. Il controllore del dosatore regola la velocità dell'estrattore in modo di produrre un valore di perdita di peso uguale a quella necessaria per ottenere la portata impostata.

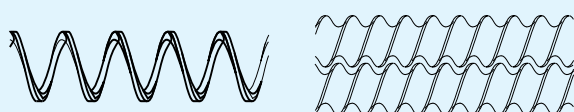
La sua grande precisione gravimetrica, forte capacità nel dosare prodotti difficili, innate capacità di contenimento dei prodotti e l'abilità di dosaggio preciso con portate molto basse, rendono il dosatore a perdita di peso a vite il sistema di dosaggio preferito in molte applicazioni e tipologie di industria.

Presunto di aver ben selezionato e dimensionato un dosatore volumetrico, per ottenere prestazioni accurate bisogna tenere in considerazione diversi fattori.

Primo è il sistema di pesatura. Per ottenere, istante per istante, alte precisioni il sistema di pesatura deve essere capace di discriminare piccoli cambiamenti sul peso complessivo del sistema. Questo richiede una risoluzione molto elevata, un sistema molto stabile che non è influenzato dalle perturbazioni ambientali. Siccome la pesatura viene fatta in modo continuo, il sistema di pesatura deve essere molto sensibile, avere un'isteresi ed uno scostamento trascurabili. Guardate alla domanda 7 per avere più informazioni sulla pesatura.

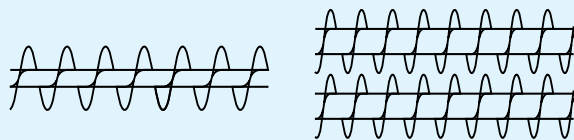
Un secondo fattore è incentrato sulle condizioni ambientali operative. Vibrazioni, scosse possono corrompere la misurazione di peso, vanificando le basi del controllo della portata. Raccordi flessibili ed antivibranti aiutano ad isolare il sistema di dosaggio e filtrare parzialmente le accelerazioni associate alle condizioni ambientali dell'impianto. Il sistema di pesatura e di controllo devono essere progettati per discriminare tra le letture “buone” di peso ed i disturbi causati dalle vibrazioni e dalle scosse. Guardate la domanda 8 per avere più informazioni

Doppia vite è sempre meglio di una



Spirale singola

Doppia vite



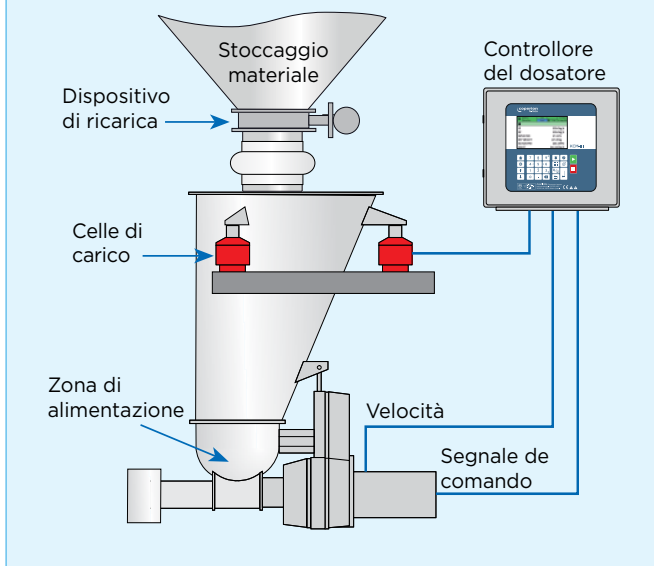
Coclea singola

Doppia coclea

Dosatore a vite singola tradizionale, sia che usi una vite a coclea o a spirale, non lavora bene con la maggior parte dei prodotti difficili. Così nel 1970 Coperion K-Tron introdusse il dosatore bivate. Utilizzando due viti con profilo concavo, compenetranti ed autopulenti che formano tasche sigillate che catturano, trasportano e scaricano prodotti molto fluidi così come prodotti a basso scorrimento.

Per ottimizzare le prestazioni di dosaggio con materiali particolari come prodotti fibrosi, grumosi o friabili esiste una variante costruttiva della classica bivate a profilo concavo, le doppie coclee. Attualmente la famiglia dei dosatori bivate è riconosciuta come la migliore scelta quando si utilizzano prodotti difficili.

Schema tipico di un dosatore a perdita di peso

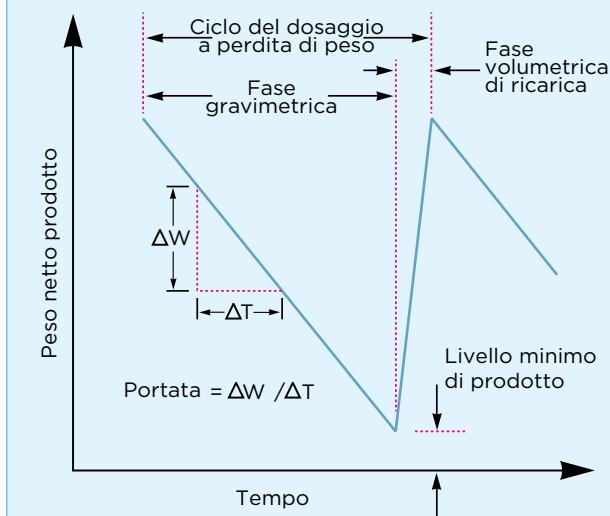


sulle vibrazioni e scosse.

Un terzo fattore mette a fuoco gli argomenti relativi alla ricarica. Durante la ricarica della tramoggia (che sia manuale o automatica), il peso del sistema aumenta e chiaramente non può essere utilizzato come base per controllare la portata. In passato i dosatori a perdita di peso mantenevano la velocità dell'estrattore costante durante la ricarica fino al completamento del riempimento, quindi una volta rilevato la diminuzione di peso la velocità dell'estrattore tornava ad essere nuovamente controllata.

Con questo approccio sono associate due problemi. Primo, durante la ricarica l'estrattore agisce come dosatore volumetrico. Secondo, una volta tornati al controllo reale della perdita di peso, possono intervenire cambiamenti bruschi di velocità dosatore aventi come risultato di ottenere, in quel momento (anche prolungati nel tempo), una portata

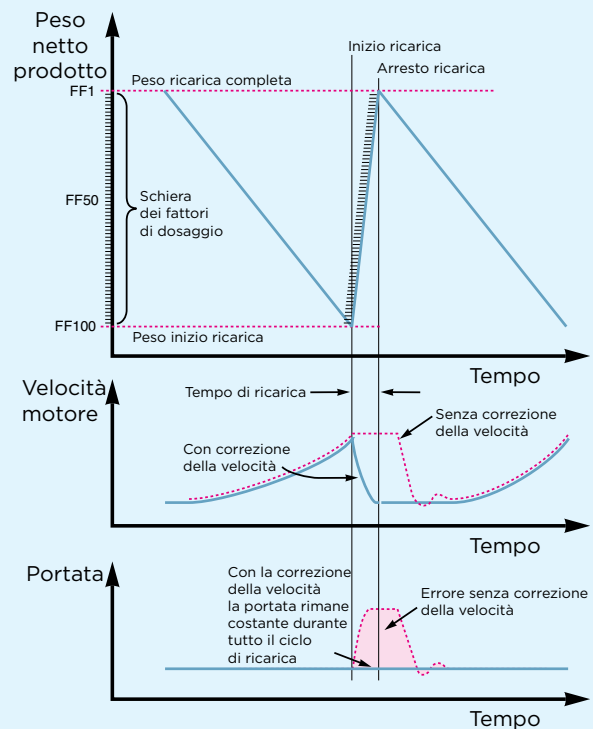
Principio di ricarica a perdita di peso



sbagliata fino a che il sistema reagisce aggiustando la velocità dell'estrattore. Questi cambiamenti bruschi di velocità avvengono in quanto il coefficiente di riempimento della vite cambia durante la ricarica e la densità del prodotto, al fondo della tramoggia, è in qualche modo più alta rispetto al momento in cui inizia la ricarica, questo è dovuto all'aumento del battente nella tramoggia.

Per rimediare a questi problemi è necessario ricorrere a delle misure di controllo durante la fase di ricarica per compensare dolcemente l'incremento di densità o battente del prodotto da dosare. Questo può essere realizzato modificando gradualmente la velocità del dosatore in modo da rispecchiare fedelmente gli effetti dell'aumento della densità o del battente. Per determinare, nella fase di ricarica, la giusta velocità ad ogni livello di prodotto, viene messa in relazione la portata e il valore di comando al dosatore, ottenendo dei fattori di dosaggio che vengono memorizzati durante l'intera fase gravimetrica dell'operazione. Quindi, durante la ricarica, viene fatto riferimento a questa schiera di fattori di dosaggio in modo che la giusta

Ottimizzazione della prestazione di un dosatore a perdita de peso durante la ricarica



Senza speciali misure di controllo, durante la ricarica di un dosatore, errori di portata prevedibili possono intervenire dovuti alla dinamica dei prodotti ed alla transizione dopo la ricarica. Vengono misurati e memorizzati i parametri di portata assieme ai valori di comando al dosatore durante la fase di dosaggio gravimetrico precedente. La velocità del motore viene poi regolata durante la fase di ricarica compensando questi effetti. In aggiunta si evitano cambiamenti bruschi di velocità motore quando viene completata la ricarica ed il dosatore ritorna al controllo della vera fase gravimetrica.

velocità sia applicata al motore basandosi sulle misure di peso mentre la tramoggia viene riempita.

Utilizzando questo sofisticato approccio è possibile uscire dolcemente dalla fase di ricarica e ritornare al vero dosaggio gravimetrico. In aggiunta, controllando la velocità del dosatore durante la fase di ricarica basandosi sulla prestazione storica più recente, si consente di preservare la precisione gravimetrica anche durante questa fase di non controllo della perdita di peso.

? sei

“Quando dovrei scegliere un dosatore gravimetrico a nastro e cosa ho bisogno di sapere circa le sue prestazioni potenziali?”

Dovuto al suo principio operativo i dosatori gravimetrici a nastro sono spesso una buona scelta quando usati con prodotti relativamente scorrevoli che non richiedono contenimento. I dosatori gravimetrici a nastro funzionano pesando in continuo un letto di materiale trasportato, viene misurata la velocità del nastro e così si ottiene la portata di scarico richiesta. A differenza dei sistemi a perdita di peso i quali devono adattare la loro dimensione in base all'incremento di portata, i dosatori a nastro possono raggiungere alte portate rimanendo compatti. Questo è possibile attraverso la combinazione tra la regolazione manuale della geometria del letto di materiale e l'incremento della velocità del nastro.

I fattori che possono influenzare le potenziali prestazioni di un dosatore a nastro comprendono: l'uniformità della vena di prodotto (formata nel suo passaggio attraverso una serranda verticale regolabile), la risoluzione, la sensibilità, le condizioni ambientali in cui lavora il sistema di pesatura, l'efficacia delle varie parti meccaniche ed elettroniche per consentire una misura di peso accurate attraverso il nastro.

Riguardo l'uniformità della vena di prodotto, è evidente che una vena stabile e ben formata riduce la necessità di correzioni di velocità nastro migliorando la precisione globale. In funzione delle proprietà del prodotto ed il campo di portata richiesto, il produttore tipicamente determina la giusta geometria della vena

e la relativa possibilità di aggiustamento attraverso l'apposita saracinesca.

La risoluzione del sistema di pesatura deve essere elevata specialmente a velocità nastro alte dove il prodotto transita sopra la sezione di pesatura in un tempo pari ad una frazione di secondo.

Inoltre il sistema deve essere capace di pesare nelle condizioni ambientali dove livelli di vibrazione e colpi possono intervenire. (Leggete le prossime domande per ottenere più informazioni su questo importante argomento)

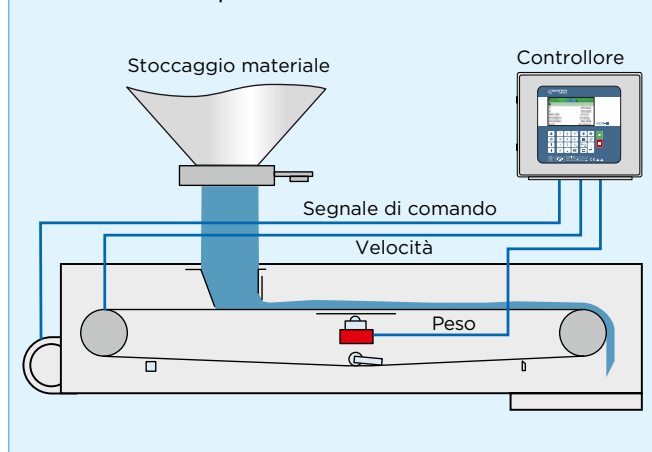
La misura precisa del prodotto attraverso il nastro in movimento richiede che la tensione del nastro sia sempre mantenuta, entro certi limiti, costante. Variazioni di tensionamento producono errori di pesatura dovuti ad un effetto catenario e può anche causare lo slittamento del nastro. Su alcuni dosatori si utilizzano sistemi di tensionamento nastro statici. E' preferibile utilizzare un sistema di tensionamento dinamico che applica una tensione costante senza riguardo al carico, all'usura ed all'allungamento del nastro.

Una seconda misura da prendere per assicurare una pesatura accurata attraverso il nastro è quella di mantenerlo centrato. Un sistema automatico di centraggio nastro lo mantiene in posizione e previene spostamenti laterali che causano errori di misura del peso dovuti al contatto del nastro con le sponde laterali.

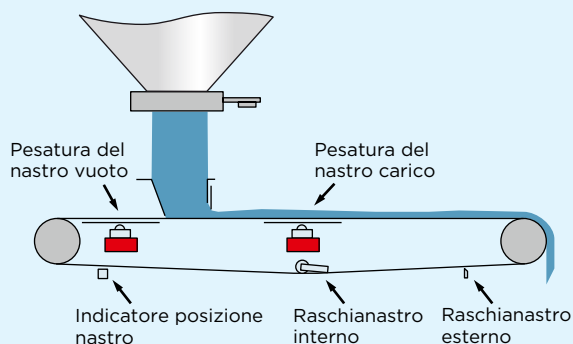
La terza misura riguarda la taratura o azzeramento. E' una questione di grande interesse quando si deve pesare attraverso il nastro in quanto viene pesato insieme al prodotto ed ogni errore nella tara produce un errore sistematico e ripetitivo della portata. Fonti di variazione potenziale nella tara comprendono l'usura del nastro, l'impregnazione di prodotto nel nastro e l'adesione del prodotto sul nastro. Cambiamenti del peso del nastro dovuti al deposito di prodotto sono inevitabili e l'uso di raschia nastro allo scarico o in altre parti del dosatore riducono l'effetto ma con molti prodotti non si riesce ad eliminare il problema. Storicamente, perciò, la taratura periodica è sempre stata richiesta.

Sensibili a questo problema, alcuni produttori di dosatori, hanno semplificato ed automatizzato la procedura di taratura implementando anche la funzione di auto tara che consiste, una

Schema tipico di un dosatore a nastro



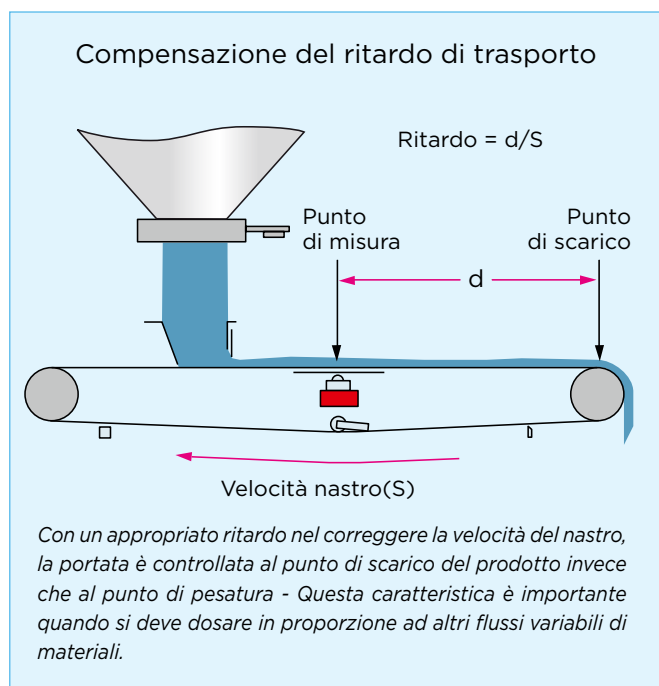
Taratura automatica continua in linea



Con l'aggiunta di un secondo ponte di pesatura, a monte dell'ingresso del prodotto, è possibile tarare in nastro in modo continuo senza l'intervento dell'operatore.

volta richiesta dall'operatore, nel far eseguire un giro completo del nastro vuoto ed automaticamente calcolarne il peso (tara). Questa caratteristica è stato un passo in avanti verso la giusta direzione, un altro ancora più sofisticato verrà di seguito descritto. Per considerare le variazioni di peso del nastro su tutta la lunghezza è stato inserito un sistema di indicizzazione in modo che il peso del nastro possa essere misurato centimetro per centimetro. Durante il dosaggio questo nastro indicizzato fornisce i valori di tara in ordine corrispondente al passaggio dei segmenti sopra la zona di pesatura.

Con l'introduzione del suo Dosatore a Nastro Smart (SWB) Coperion K-Tron ha intrapreso quello che può essere il passo finale per risolvere i problemi legati alla taratura del nastro con la TARATURA AUTOMATICA CONTINUA IN LINEA. Aggiungendo un secondo ponte di pesatura SFT a monte dell'ingresso del materiale, il nastro adesso può essere continuamente, accuratamente ed automaticamente pesato in linea senza svuotare il dosatore. Questo approccio elimina tutti i problemi relativi alla taratura del nastro assicurando la precisione massima possibile.



In ultimo, il fenomeno del ritardo al trasporto ha la sua importanza in alcune applicazioni con i dosatori a nastro. Siccome necessariamente esiste una breve distanza tra il punto di pesatura ed il punto di scarico del prodotto, i dosatori a nastro con la compensazione del ritardo di trasporto richiama un ritardo appropriato nella regolazione della velocità del nastro per generare la portata richiesta esattamente al punto di scarico. Questa caratteristica è importante quando si deve dosare in proporzione ad altri flussi variabili di materiali.

? sette

“Come si differenzia un sistema di pesatura per dosatore gravimetrico rispetto alle altre applicazioni?”

Le richieste di prestazioni riposte sui sistemi di pesatura per dosatori gravimetrici sono decisamente più alte rispetto a quelle richieste per un sistema di pesatura statica. Per meglio spiegare, considerate questo scenario. Un dosatore a perdita di peso per polvere e deve dosare ad una portata massima di 100 kg/hr con un campo di lavoro pari a 20:1. Il dosatore e la tramoggia pesano insieme 100 kg e possono contenere 50 kg di prodotto. Assumiamo che il peso complessivo del dosatore sia di 200 kg e che tutte le fonti di errore di dosaggio, a parte la pesatura, vengano ignorate. Per ottenere una precisione del $\pm 0.25\%$ a 2 Sigma sulla pesatura alla portata massima di 100 kg/hr con letture di peso fatte ogni 5 secondi, il sistema deve rilevare intervalli di perdita di peso poco inferiori a 140g con una deviazione standard di soli 0.17g! Al massimo del campo di lavoro dove il dosatore opera con una portata di soli 5 kg/hr, il sistema deve rilevare intervalli di perdita di peso pari a 6.9g con una deviazione standard di circa novantuno millesimi di grammo.

Le prestazioni di pesatura sopra illustrate richiedono la risoluzione massima di misura possibile.

Inoltre quando si realizza che questo deve essere effettuato in condizioni ambientali spesso ostili all'ottenimento di queste precisioni, lo scopo di questa ardua sfida diventa più chiaro.

In entrambe i dosaggi a perdita di peso ed a nastro la misura del peso deve essere effettuata molto velocemente. E' necessario sottolineare l'importanza di un sistema di pesatura molto sensibile che non abbia deviazioni e dimostri di non avere isteresi o scostamenti significativi. Inoltre deve dimostrare una stretta linearità se deve essere preciso su tutto il campo operativo. Infine un sistema di pesatura appropriato per dosaggi in continuo deve dimostrare un altissimo livello di stabilità della misura per evitare scostamenti dalla calibrazione, con riferimento alla temperatura, umidità ed altri fattori ambientali.

Una più completa presentazione su questi argomenti, soluzioni e tecnologie sulla pesatura in continuo è contenuta nel catalogo, di otto pagine, intitolato Smart Force Transducer - Setting New Weighing Standards in Process Feeding & Batching disponibile su richiesta a Coperion K-Tron.

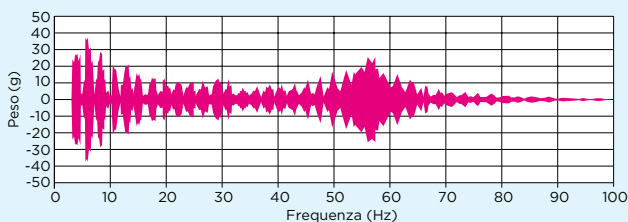
? otto

“Come posso ridurre gli effetti delle vibrazioni e delle scosse nelle applicazioni del dosaggio gravimetrico?”

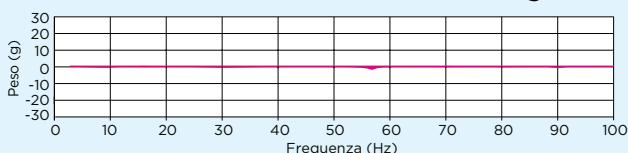
Come se le sfide descritte nelle domande precedenti non fossero già abbastanza, l'impatto che hanno le scosse e le vibrazioni ambientali in un sistema di pesatura di un dosatore gravimetrico continuo richiede un trattamento separato. Da una prima analisi può sembrare non fruttuoso il tentativo di ricerca della precisione nella pesatura in un contesto dove le vibrazioni sono una regola, colpi, urti e spinte occasionali similmente sono prevedibili.

Comunque, in questa era di macchine intelligenti, le misure

Sensore a corda vibrante senza filtro digitale



Sensore a corda vibrante con filtro digitale



Confrontando la tecnologia di filtraggio del peso convenzionale non digitale, il filtro digitale è molto più efficiente nel sopprimere gli effetti delle vibrazioni sull'intero campo delle frequenze riscontrate in un tipico ambiente industriale.

tradizionali quali raccordi flessibili ed antivibranti sono state incrementate dall'innovazione nel progettare una potente tecnica di calcolo, in tempo reale, di segnali di processo capace di realizzare l'estrazione di valori significativi anche in un ambiente di pesatura caotico e disturbato.

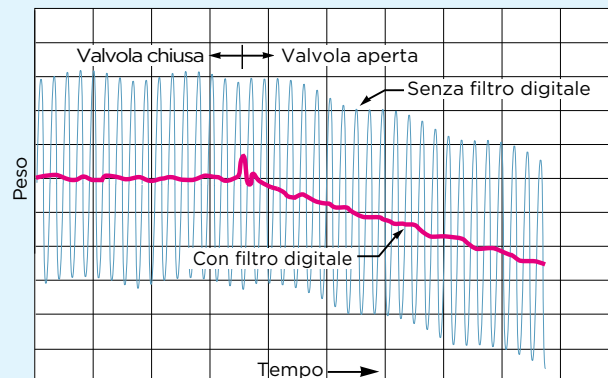
La tecnologia avanzata sui sensori di peso preposta a minimizzare la contaminazione del segnale durante la misura è combinata con una tecnica molto sofisticata di post-misura per minimizzare gli effetti delle scosse e vibrazioni trasmesse al dosatore dall'ambiente circostante. Per rendere meglio l'idea di questa presentazione due esempi dovrebbero essere sufficienti a meglio illustrare la potenza di questa innovazione.

Nell'esempio riportato sopra a sinistra, due ponti di pesatura con cella a corda vibrante, ognuno caricato con un peso statico di 10 kg, viene soggetto a una vibrazione verticale di +0.025 G ad una frequenza variabile da 3 a 100Hz. Un ponte utilizza un filtro non digitale; l'altro invece lo impiega. Sono state registrate misurazioni di peso ogni mezzo secondo con intervalli di 0.25 Hz dentro il campo del test. Intervalli della durata di 5 secondi erano permessi tra le misure ad ogni passo di frequenza.

La registrazione in alto dimostra la contaminazione significativa del segnale e gli effetti di risonanza associati al sensore che non applica il filtro digitale. In contrasto la registrazione in basso dimostra l'efficienza del filtro digitale nel sopprimere le vibrazioni. Sebbene attivo su tutto il campo, il filtro digitale Coperion K-Tron è stato configurato specialmente per sopprimere le vibrazioni più comuni negli ambienti industriali: vibrazioni a 10Hz sono diminuite con un fattore pari a 20.000, a 20 Hz di 200.000.

Per dimostrare la sensibilità della pesatura dinamica a piccoli cambiamenti di peso mentre sono presenti vibrazioni prendete in considerazione il seguente esperimento. Qui, ancora, vengono comparati due ponti di pesatura con cella a corda vibrante, uno con e l'altro senza filtro digitale. Sopra ad ogni ponte viene posizionato un serbatoio contenente del liquido. Ognuno è provvisto di un rubinetto leggermente aperto in modo da far scendere delle gocce di prodotto. Entrambe i ponti sono

Riposta dinamica di pesatura con filtro digitale rispetto a quella senza filtro digitale



In un ambiente incline alle vibrazioni il filtro digitale consente misure precise anche di piccole variazioni di peso, dove il filtro convenzionale fallisce nel discriminare tra le forze indotte dalle vibrazioni e le vere variazioni di peso.

montati su una tavola vibrante. Il segnale di uscita di ogni ponte è illustrato in alto a destra. Il ponte che impiega il filtro digitale riporta chiaramente la differenza di peso di ogni goccia caduta, mentre l'uscita del ponte senza filtro digitale è completamente corrotto dalle forze indotte dalle vibrazioni.

? nove

“Come faccio a misurare la precisione di un dosatore nel mio impianto?”

Il campionamento preciso è fondamentale per misurare accuratamente le prestazioni di un dosatore, indipendentemente dal fatto se prelevati automaticamente o manualmente. Attualmente, sapendo dell'importanza della precisione dei campionamenti, molte aziende hanno automatizzato la procedura di campionamento. Il campionamento automatico elimina gli errori umani associati a quello manuale come la non precisione nella durata del campionamento, inoltre, semplifica la gestione dei dati di processo. Il campionamento automatico coinvolge l'uso di una bilancia di precisione con l'uscita collegata ad un computer. Un software controlla l'acquisizione dei valori di peso prelevati da un contenitore, posto sopra la bilancia, su cui scarica il dosatore da controllare.

Per la procedura di campionamento Coperion K-Tron utilizza esclusivamente quella chiamata “campionamento dinamico differenziale”. Questo metodo, così accurato, prevede letture di peso frequenti fino ad una per secondo ed automaticamente viene calcolata la differenza tra le successive micro campionature. Questi valori vengono, quindi, totalizzati fino al raggiungimento del campione richiesto o del periodo necessario a formare un singolo micro campione. Questo procedimento è ripetuto fino a raggiungere i richiesti trenta micro campioni (per la misura della ripetibilità) o dieci micro campioni (per la misura di linearità). Il campionamento automatico è l'unico mezzo disponibile per determinare in modo attendibile la precisione di un dosatore

per tempi di campionamento inferiori ad un minuto. Quando si prelevano campioni brevi, l'errore umano nella tempistica diventa dominante per produrre risultati significativi.

Sebbene la tendenza porti al campionamento automatico, quello manuale è ancora molto utilizzato quando viene calibrato un dosatore su un impianto. Gli attrezzi necessari includono un cronometro, due contenitori, una bilancia di precisione, un foglio su cui riportare i dati ed una calcolatrice. Indipendentemente se testiamo la ripetibilità o la linearità, la procedura è la stessa. Con il valore di portata impostato ed il dosatore che lavora in gravimetrico, il flusso di materiale viene scaricato passando attraverso un deviatore (o similari) in uno dei contenitori. All'avvio del tempo di campionamento l'operatore devierà il flusso nel secondo contenitore (vuoto e pulito) in modo che tutto il prodotto vi cada dentro. Al termine del tempo di campionamento l'operatore devierà il prodotto nel primo contenitore (vuoto e pulito) e potrà pesare il contenuto del secondo. L'operatore procede in questa maniera (pesa un campione mentre l'altro è in preparazione) fino ad aver ottenuto il numero di campioni consecutivi desiderato. Il calcolo statistico convenzionale viene effettuato per determinare la caratteristica di ripetibilità (deviazione standard) o di linearità (media dei pesi campione).

Per ridurre gli errori nel campionamento manuale vanno rispettate alcune precauzioni:

- 1) Anche se non ci sono grandi differenze in peso tra un contenitore e l'altro, ognuno deve essere tarato separatamente. Se la bilancia usata per pesare i campioni non può memorizzare due valori di tara, il contenitore più pesante dovrebbe essere tarato ed il peso in differenza tra i due, indicato sul secondo più leggero, in modo da aggiungere al peso del campione questo valore.
- 2) Il valore in peso del campione deve essere grande abbastanza da rendere l'errore umano trascurabile. La maggioranza dei costruttori di dosatori specificano che i campioni devono essere della durata minima di un minuto o un chilogrammo di peso, quale sia il più importante. Altre limitazioni potrebbero essere applicate.
- 3) Per ridurre le variazioni nella tecnica di campionamento, lo stesso operatore dovrebbe prelevare tutti i campioni.
- 4) I campioni devono essere prelevati consecutivamente.
- 5) La risoluzione della bilancia di controllo deve essere un ordine di grandezza più grande rispetto alla più piccola deviazione del campione. Per esempio, se i campioni sono misurati con una deviazione di 0,01g, la risoluzione della bilancia deve essere di 0,001g.

L'esperienza indicherà la frequenza dei controlli di calibrazione per ogni applicazione di dosaggio. Si raccomanda, perciò, di conservare i dati di calibrazione ottenuti per confrontarli con i successivi in modo di valutare le prestazioni del dosatore nel tempo.

dieci

“Quali sono i problemi più comuni relativi alla manutenzione ed alla ricerca dei guasti nei dosatori?”

Presumiamo che un dosatore sia stato scelto e progettato nel modo giusto per l'applicazione e che le apparecchiature a monte ed a valle operano in modo corretto, gran parte dei problemi nascono per un'installazione non adeguata, scarsa manutenzione, mancanza di addestramento del personale, cambiamenti nei prodotti da dosare, al variare condizioni operative e dalle richieste.

Molti problemi possono essere evitati semplicemente assicurando una adeguata installazione e addestrando il personale addetto alla manutenzione ed alla conduzione degli impianti. Specialmente per i più complessi sistemi di dosaggio prevedere, per contratto, l'assistenza all'installazione vi darà più sicurezza contro i gravosi rischi di problemi potenziali e ritardi all'avviamento dell'impianto. L'addestramento degli operatori/manutentori non solo aiuta il personale a famigliarizzare con le apparecchiature ma incrementa anche la loro abilità, attraverso l'esposizione ai metodi ed alla pratica della ricerca guasti.

Dato per scontato che un dosatore sia stato progettato e configurato per dosare un specifico prodotto ad una determinata portata, cambiamenti nel prodotto e/o richieste operative sono fonte significativa di problemi non previsti. In alcuni casi, semplicemente cambiando il fornitore del prodotto, ha causato problemi nel dosaggio dovuti alle differenze delle caratteristiche fisiche del nuovo prodotto. Se il dosatore è chiamato ad operare a portate fuori dal campo iniziale previsto, è possibile avere problemi di prestazione. Alcuni dosatori sono stati progettati per essere riconfigurati in modo semplice direttamente in campo, certo sapere in anticipo questa esigenza aiuta molto nella scelta del dosatore giusto. Inoltre se le condizioni di processo quali temperatura ambiente e prodotto, livello di vibrazioni cambiano in modo significativo e vengono notate differenze nelle prestazioni del dosatore è più prudente consultare il fornitore.

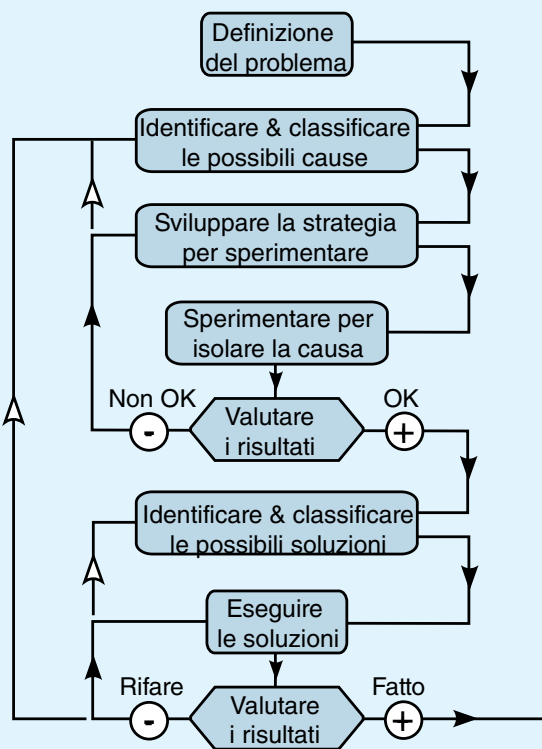
Certamente non tutti i problemi possono essere attribuiti alle cause sopra accennate. A parte i guasti meccanici o elettrici dei componenti del dosatore, alcuni problemi nascono dal loro principio operativo. Siccome i dosatori volumetrici, a perdita di peso ed a nastro operano con differenti principi di dosaggio ognuno sarà trattato separatamente.

Dosatori Volumetrici

I più semplici come principio, i dosatori volumetrici a vite, controllati in velocità, sono normalmente i più semplici da diagnosticare quando intervengono dei problemi. Ancora assumiamo che il dosatore sia stato giustamente configurato per l'applicazione, le più probabili cause di problema sono l'integrità del sistema di controllo della velocità ed il cambiamento di rapporto tra volume trasportato per giro vite.

Se il sensore di velocità del dosatore non funziona perfettamente o è guasto, il controllo non è possibile. In funzione delle specifiche del sistema di rilevazione una pulizia o la sostituzione dello stesso è consigliata in accordo alle istruzioni del fornitore, ma prima di tutto bisogna controllare che non sia un problema di connessione elettrica.

Diagramma di flusso per la ricerca dei Guasti



Se il problema non è la velocità, il cambiamento di rapporto tra volume trasportato per giro vite sarà la causa. Questi cambiamenti normalmente intervengono quando il prodotto si attacca sulla vite o un ponte sopra la vite, che impedisce il corretto riempimento della stessa. Rimedi immediati, ma temporanei, sono la pulizia della vite, del tubo di scarico e/o la tramoggia. La soluzione definitiva, a episodi ripetuti, può richiedere un cambio della configurazione della vite, della tramoggia o del sistema rompiponte o altri interventi.

Dosatori a perdita di peso

Normalmente utilizzano dosatori a vite per dosare prodotti solidi, I problemi accennati sopra relativamente ai dosatori volumetrici vengono anche applicati ai dosatori a perdita di peso. Si nota, comunque, che un dosatore a perdita di peso controllando primariamente la diminuzione del peso, al posto della velocità, compensa automaticamente l'intasamento della vite o la formazione di ponti generando degli allarmi che informano l'operatore. In queste condizioni la prima cosa da fare è quella di controllare lo stato della vite o indagare sulla formazione dei ponti.

Dato che il dosatore a perdita di peso si fida della misura accurata dell'intero sistema di dosaggio, è importante che il sistema sia isolato dalle vibrazioni dell'impianto. Per ottenere questo il problema va trattato principalmente con: un'installazione robusta e stabile, evitare forti correnti d'aria nelle vicinanze dei dosatori, utilizzare raccordi flessibili e antivibranti. Inoltre dopo una manutenzione è sempre bene controllare che tutti i raccordi flessibili a bordo dosatore vengano rimontati nel giusto modo per evitare che le vibrazioni indotte da altre macchine possano influenzare il dosatore. Se si presentano problemi di ripetibilità

in relazione alle macchine vicine al dosatore o si nota un decadimento delle prestazioni dopo una manutenzione il problema potrebbe essere dovuto ad un aumento delle vibrazioni che raggiunge il dosatore. Si ricorda che alcuni sistemi di pesatura oggi in commercio hanno implementato delle protezioni contro le vibrazioni.

Il sistema di pesatura, indiscutibilmente l'elemento più critico in un dosatore a perdita di peso, può essere fonte di problemi di prestazione. La tecnologia di pesatura ha fatto grandi passi in avanti negli ultimi venti anni, ma continuano ad esistere grandi diversità, in termini di qualità e capacità, nei sistemi attualmente utilizzati.

Alla luce di queste diversità, problemi come la risoluzione, la stabilità, la sensibilità, l'integrità del segnale di peso, la sensibilità alle vibrazioni, l'affidabilità e la trasmissione dei dati devono essere attentamente analizzati dall'utilizzatore prima di acquistare l'impianto. Dopo l'installazione, un programma di controlli regolari delle prestazioni è il miglior metodo per monitorare le prestazioni dell'impianto e rivelare preventivamente eventuali problemi di scostamento.

In ultima analisi, altri problemi nei dosatori a perdita di peso sono relativi alle condizioni operative al carico ed allo scarico della macchina. Al carico, se la ricarica viene eseguita in modo automatico attraverso un sistema di riempimento, ogni perdita di prodotto nel sistema di chiusura produce errori di dosaggio. Allo scarico, quando la pressione operativa non è quella ambientale, ogni perdita di tenuta o pulsazione di pressione che raggiunge il dosatore può generare errori di dosaggio. Questi problemi sono normalmente facili da risolvere ma possono essere difficili da individuare. La soluzione migliore è di controllare periodicamente la tenuta positiva e completa del dosatore.

Dosatori gravimetrici a nastro

Per un dosatore a nastro applicato propriamente, la gran parte dei problemi tipici riscontrati con questo tipo di macchina è relativo al sistema meccanico associato direttamente al nastro; tenerlo pulito, centrato e teso costantemente. Ogni produttore intraprende, in qualche maniera, la propria strada per raggiungere lo scopo, così la presentazione dei rimedi ai problemi potenziali va oltre lo scopo di questo documento. Comunque, è importante menzionare che, indipendentemente dal sistema utilizzato, gran parte dei problemi si innescano dalla mancanza di manutenzione, pulizia e monitoraggio dei sistemi meccanici di controllo del nastro. La soluzione migliore qui è la prevenzione attraverso ispezioni regolari e la sostituzione delle parti usurate in accordo alle raccomandazioni del fornitore.

Per un regolare funzionamento la ghigliottina di ingresso prodotto deve essere posizionata per produrre un letto, con una certa altezza e larghezza, di prodotto da dosare. Se deve essere dosato un prodotto diverso o se la densità del materiale originale è cambiata in modo significativo, la ghigliottina deve essere regolata per ottenere una geometria richiesta per: a) evitare scivoli via dal nastro o che venga in contatto con le sponde laterali; b) generare un adeguato valore di carico sul nastro (kg/m). Ignorare questa considerazione significa esporsi ad eventuali problemi.

Lo slittamento del nastro interviene quando c'è insufficiente attrito tra il nastro e il rullo condotto. Lo slittamento causa direttamente degli errori di portata, l'insufficiente tensione del nastro e/o l'accumulo di prodotto dentro la macchina. Una adeguata

manutenzione del nastro, del suo sistema di tensionamento aiuterà ad evitare lo slittamento. In caso di persistenza del fenomeno potrebbe essere necessario riconfigurare la macchina in modo da farla funzionare con velocità più basse. Alcuni produttori di dosatori offrono sistemi di rilevamento dello slittamento nastro.

Per ultimo, dovuto al suo principio di funzionamento, basato sulla pesatura del prodotto attraverso il nastro, la taratura frequente rappresenta un problema. Come già detto alla sesta domanda ora è disponibile la taratura continua in linea. Comunque, di norma, l'operatore deve eseguire regolarmente la tara del nastro.

che altro?

Oggi fuori ricetta, scarti di materiali, contestazioni sui prodotti sono diventati troppo dispendiosi per essere considerati inevitabili. Assicurare la precisione dei dosatori è basilare per evitare di cadere in queste trappole. Sviluppare una buona familiarità con i principi di dosaggio e farne pratica rappresenta un buon primo passo. Ma di cos'altro necessita l'utilizzatore per garantire la soluzione corretta, affidabile ed economica dei suoi problemi di dosaggio?

La risposta si trova nel scegliere il miglior fornitore e fare uso estensivo dei servizi di supporto che gli mette a disposizione prima e dopo l'acquisto. Valutate con attenzione il fornitore, chiedetegli referenze e parlate con i loro clienti. Considerate la sua esperienza, i suoi esperti di processo e le sue capacità di progettazione. Cercate di conoscere i suoi programmi sulle prove di laboratorio, ricambi ed assistenza.

In breve comunicate ed indagate prima sul processo. Il tempo e gli sforzi spesi saranno sicuramente ben ripagati per gli anni a venire.

