

NOTA SOBRE LOS DOSIFICADORES Y SU DESEMPEÑO

DESTACANDO EL TEMA DE LA PRECISIÓN DE LOS DOSIFICADORES

La precisión de los dosificadores es un asunto a tener en cuenta durante el control de flujo de material sólido a granel. A pesar de que las aplicaciones pueden extenderse desde la simple regulación de un material simple hasta los sumamente complejos, mezclas de varios ingredientes que involucran varios dosificadores y líneas de proceso, el objetivo de este artículo está limitado a la precisión de los dosificadores en forma individual.

DEFINIENDO LA PRECISIÓN DE LOS DOSIFICADORES

La precisión de un dosificador se mide por el cumplimiento de tres estadísticos distintos: Repetitividad, Linealidad y Estabilidad.

La repetitividad mide la consistencia de la producción de descarga del dosificador; la linealidad estima la precisión con que el dosificador descarga en la proporción deseada; y la estabilidad indica el cumplimiento de la dosis a lo largo del tiempo.

REPETITIVIDAD:

La repetitividad cuantifica la consistencia en un corto período de la proporción de descarga y es importante para el aseguramiento de la calidad porque mide la variabilidad esperada de la corriente de descarga.

La repetitividad es medida a través de la correlación de una serie de muestras consecutivas muy cuidadosamente medidas de la corriente de descarga. Las muestras son pesadas, y entonces se calculan las desviaciones estándar positivas y negativas, expresadas como un porcentaje del valor promedio de las muestras tomadas. Por ejemplo, si en la muestra se observa una desviación estándar de +/- 0,3 %, puede decirse que el 68,3 % de los pesos muestreados se encuentran entre un +/- 0,3 % de la banda de error (1 Sigma), 95,5 % se ubicarán entre +/- 0,5 % (2 Sigma), y 99,7 % lo harán entre +/- 0,9 % (3 Sigma).

Una repetitividad estadística debe contener: un valor de % de error, un nivel de Sigma y un criterio de muestreo. El nivel de Sigma es la medida de variabilidad de las muestras pesadas. Por ejemplo, una declaración de cumplimiento de repetitividad debe tomar la siguiente forma:

+/- 5 % del promedio de muestra (a 2 Sigma), basado en 30 muestras consecutivas de 1 minuto, 1 kilogramo (Kg.), una revolución de cinta o 30 revoluciones de tornillo, el que sea más grande.

LINEALIDAD:

La linealidad perfecta está representada por una línea recta en correspondencia entre el Setpoint y la proporción de dosificación promedio actual a lo largo de todo el rango del dosificador.

En una medición lineal, varios grupos de muestras cronometradas tomadas deben ser tomadas de la corriente de descarga del dosificador. Usualmente, 10 muestras consecutivas son pesadas al 5 %, 25 %, 50 %, 75 % y 100 % del total de la escala. Para cada uno de los 5 conjuntos de datos, se calcula el peso de la muestra promedio, y el porcentaje de desviación entre el promedio calculado y el promedio esperado. Cada desviación basada en peso es luego expresada como un porcentaje; la desviación se divide por el peso de muestra esperado, y el resultado se multiplica por 100. El resultado es un conjunto de 5 valores de errores, que reflejan el promedio del cumplimiento de la proporción de alimentación a lo largo del rango de operación de la unidad.

Para eliminar cualquier sesgo que pudiera ser salvado con una simple calibración, y para reducir este conjunto de 5 valores de errores a un número simple que caracterice el cumplimiento de la linealidad del dosificador, se calcula el rango del conjunto de errores. El resultado expresa el cumplimiento de la linealidad del dosificador en porcentaje de la proporción deseada de operación.

El cumplimiento de la linealidad queda correctamente expresado solo cuando contiene un valor +/- % de error basado en el establecimiento de la proporción, el criterio de muestreo y el rango de desplazamiento por debajo de la escala completa. Por ejemplo, el cumplimiento de linealidad declarado debe tomar la siguiente forma:

+/- 0,2 % de la proporción establecida basado en 10 muestras consecutivas de 1 minuto, 1 kilogramo, una revolución de cinta o 30 revoluciones de tornillo, el que sea más grande, en un rango de 20:1 de la escala total.

Notar que la curva de linealidad en la figura 1 ha sido exagerada por motivos ilustrativos.

ESTABILIDAD:

Un dosificador que e desempeñe perfectamente no tiene mucha utilidad si no puede mantener su desempeño a lo largo del transporte. Muchos factores pueden contribuir con el desempeño del transporte, incluyendo el tipo de dosificador, control y la estabilidad del sistema de pesaje, las características del manipuleo y variabilidad del material, los sistemas mecánicos del dosificador, mantenimiento y el mismo entorno operativo.

El transporte se rectifica con pruebas de calibración, y generalmente es corregido por un simple ajuste de medición de peso. En la figura 1, la línea A ilustra una condición en la cual el dosificador ha salido de calibración. En ningún punto a lo largo del rango de operación del dosificador la proporción medida iguala la proporción establecida. Un ajuste de medición de peso establecido del dosificador alterna la curva de linealidad para establecer la perfecta correspondencia entre la proporción establecida y la proporción medida en cualquier punto (ej. 90 % de la escala total para la línea B, o 50 % de la escala total para la línea C).

El usuario último determinará la frecuencia apropiada de las pruebas de calibración basadas en la experiencia de operación, pero la cuestión de la estabilidad se tiene en cuenta al momento de adquirir un dosificador nuevo. Disminución significativa de costos relacionados con la reducción de las tareas de mantenimiento y disminución potencial del tiempo de proceso pueden ser realizados mediante la selección de un dosificador diseñado para una operación de transporte libre y estable.

¿DOSIFICADORES VOLUMÉTRICOS O GRAVIMÉTRICOS?

Los dosificadores gravimétricos miden el flujo másico, y entonces ajustan la salida del dosificador para alcanzar y mantener el Setpoint establecido. Los dosificadores volumétricos no pesan el flujo; operan transportando un cierto volumen de material por unidad de tiempo, del cual un flujo proporcional en peso se obtiene por la calibración del proceso.

Los dosificadores volumétricos son dispositivos de ciclo abierto, ellos no pueden detectar o ajustar variaciones en la densidad del material. Para materiales con una densidad que no varía significativamente, los dosificadores volumétricos pueden desempeñarse aceptablemente. Sin embargo, la densidad o las propiedades del flujo de varios materiales varía significativamente lo suficiente para justificar dosificadores gravimétricos si los requerimientos de precisión así lo requieren. La mayoría de los fabricantes de dosificadores tienen los recursos para determinar si un material determinado puede ser dosificado volumétricamente con la precisión requerida, o si un dosificador gravimétrico es necesario.

El hecho de que los dosificadores volumétricos sean dispositivos de ciclo abierto desde el punto de vista de la proporción de descarga, variaciones en la alimentación y la compactación del material en la tolva del dosificador cambian la relación volumen por revolución, saliendo de calibración sin ninguna señal externa aparente. Los dosificadores gravimétricos detectan y se ajustan a estas condiciones automáticamente.

La toma de datos y las comunicaciones se están tornando factores muy importantes en muchos procesos como la automatización y la integración de planta se vuelve una norma. Los dosificadores gravimétricos miden activamente el flujo más que intervenir en él, y la mayoría de los fabricantes de dosificadores ahora ofrecen interfaces de comunicación completamente basadas en PC con controladores lógicos programables (PLCs) y otros sistemas de monitoreo y adquisición de datos de planta.

DOSIFICADORES POR DECREMENTO DE PESO:

Un dosificador por decremento de peso consiste en una tolva y un dosificador que están aislados del proceso para que el sistema estero pueda ser pesado en forma continua. A medida que el dosificador descarga material, el sistema de pesaje decae. El controlador del dosificador por decremento de peso ajusta la velocidad del dosificador para brindar una proporción de pérdida de peso igual a la proporción deseada en el Setpoint.

Gracias a su alta precisión gravimétrica, alta capacidad de manipulación de materiales, diseño de contención de material innato y la habilidad de dosificar en forma precisa en bajas proporciones, los dosificadores a tornillo por decremento de peso se han vuelto los sistemas preferidos de dosificación en un gran número de industrias y aplicaciones. Ver la figura 2.

Asumiendo que el dosificador gravimétrico sea elegido y dimensionado apropiadamente, un desempeño preciso se basa en varios factores. Para alcanzar alta exactitud, el sistema de pesaje debe ser capaz de detectar muy pequeñas variaciones en el peso total del sistema rápidamente. Esto requiere de un sistema de pesaje eficiente, de alta respuesta y también estable que no sea afectado por las variaciones del entorno.

En planta las sacudidas y vibraciones pueden afectar la señal de peso, destruyendo la base del control para la dosificación proporcional. Conexiones flexibles y soportes anti vibratorios ayudan a aislar el sistema de dosificación; sin embargo tanto el sistema de pesaje como el de control deben ser diseñados para identificar entre lecturas de peso significativas y la estimulación provocadas por fuerzas asociadas a sacudidas y vibraciones.

Otro factor se centra en el tema de la recarga. Durante la recarga de la tolva el sistema de pesaje incrementa y no puede ser utilizado para controlar la proporción de alimentación. Los primeros dosificadores por decremento de peso mantenían la velocidad del dosificador constante mientras se recargaba hasta que la carga estaba completa y un decremento de peso fuera registrado, en cuyo momento la velocidad del dosificador era controlada nuevamente.

Dos problemas están asociados con esta aproximación. Primero, el dosificador actúa en forma de dosificador volumétrico a velocidad constante durante la recarga. Segundo, cuando se regresa al control por decremento de peso el dosificador puede experimentar cambios de velocidad bruscos, que resultan en errores de control de flujo hasta que el dosificador queda establecido en una nueva velocidad apropiada. Estos cambios de velocidad violentos ocurren debido a los cambios de eficiencia de llenado del tornillo durante la recarga, y la densidad del material en el fondo de la tolva, pueden ser de alguna manera mayores de lo que lo es antes de la recarga debido al incremento de la sobrecarga.

Para remediar esta situación, las plantas deben invocar a las mediciones de control durante la recarga para compensar paulatinamente el aumento de densidad o sobrecarga de material que será descargado. Esto puede ser alcanzado mediante la variación gradual de la velocidad del dosificador para compensar los efectos del aumento de la densidad y sobrecarga. Para determinar la velocidad apropiada a cualquier nivel de tolva en el proceso de recarga, la proporción de flujo y la salida de control de flujo del dosificador son memorizado durante la fase de dosificación gravimétrica. Entonces, durante la recarga, se hace referencia a esta información establecida, y se ajusta la velocidad apropiada del motor basado en el peso medido por el sistema durante la recarga de la tolva.

SELECCIONANDO UN DOSIFICADOR GRAVIMÉTRICO A CINTA:

Los dosificadores gravimétricos a cinta usualmente son una buena opción para dosificar materiales de flujo libre que no requieren contención. Los dosificadores gravimétricos a cinta operan pesando continuamente una cama móvil de material en un transportador corto, y controlando la velocidad de la cinta para obtener la proporción deseada en la descarga. Ver figura 3.

Los factores que afectan el potencial desempeño de un dosificador gravimétrico a cinta incluyen la consistencia de la cama de material (que se forma a medida que el material que ingresa pasa a través de una válvula de entrada ajustable), la resolución, respuesta y sensibilidad al ambiente del sistema de pesaje, y la eficiencia de los sistemas mecánicos y electrónicos del dosificador.

Una cama estable y formada apropiadamente minimiza la necesidad de variaciones correctivas en la velocidad de la cinta, lo que resulta en un mejoramiento general de la exactitud. Basados en las propiedades del material y el rango de flujo proporcional deseado, el fabricante de dosificadores generalmente determina la geometría apropiada de la cama y el rango permisible de ajuste de la boca de alimentación.

La precisión del sistema de pesaje debe ser elevada (a pesar de que no sea tan elevada como el sistema de dosificación por decremento de peso), especialmente a velocidades de cinta elevadas

donde el material podría pasar por el corto tramo de pesaje en fracción de segundo. El sistema también debe ser capaz de pesar en forma exacta en un ambiente de proceso en el cual niveles de sacudidas y vibración ocurren en forma desconocida.

La precisión en el pesaje de material a través de una cinta móvil requiere que se mantenga la tensión en la cinta dentro de los límites todo el tiempo. Variaciones en la tensión producen errores en el pesaje debido a exceso de abastecimiento de la cinta y también podría resultar en un deslizamiento de la cinta. A pesar de que pueden encontrarse dispositivos estáticos para tensionar las cintas en algunos dosificadores, la solución preferible es un dispositivo para tensionar dinámico que aplique una tensión constante sin tener en cuenta la carga, el consumo o la extensión de la cinta.

Tarar y establecer en cero es una inquietud importante cuando se pesa a través de una cinta porque cualquier error en la tara produce un error sistemático en la proporción de alimentación. Las fuentes de error en la tara incluyen el consumo de la cinta, impregnación de material en la cinta y adhesión de material en la cinta. Cambios en el peso de la cinta como resultado de acumulación de material frecuentemente son inevitables. El uso de un rascador de cinta en la descarga y en cualquier otro punto del dosificador minimizan las adherencias para varios materiales, pero no pueden eliminar el problema. A pesar de todo se requiere tarar periódicamente.

Muchos dosificadores gravimétricos a Cinta modernos incluyen una opción de tarado automática que cuando el usuario lo determina, vacía el dosificador mediante una revolución de la cinta y automáticamente calcula la corrección del valor promedio de tara.

Si la aplicación lo requiere, mejoras en la exactitud del pesaje, un registrador proporciona información de la variación de la tara cm a cm en que avanza la cinta a lo largo de la misma. Durante el funcionamiento del proceso, los valores registrados de los segmentos de la cinta son llamados a medida que pasa el segmento correspondiente sobre la sección de pesaje. La capacidad de tara más avanzada agrega un segundo sensor anterior a la entrada de material.

PREVINIENDO LOS PELIGROS LATENTES DEL PROCESO:

¿Qué necesita hacer el usuario para garantizar una solución efectiva, confiable y costo-prestación ventajosa para los problemas de dosificación? Debe seleccionar al mejor fabricante y hacer el mayor uso de los servicios de asistencia posible, tanto antes como después de la compra. Específicamente, el usuario debe:

- seleccionar cuidadosamente al fabricante, obtener referencias y consultar a otros clientes.
- Evaluar la experiencia del fabricante, el conocimiento de la aplicación y las capacidades ingenieriles del sistema.
- Consultar sobre el programa de prueba, servicios y repuestos del fabricante.