



Elementos Pala de STEER al Rescate en extrusores de doble tornillo

Resumen

El perfil en los elementos del tornillo juega un rol importantísimo en la zona de alimentación en un extrusor de doble tornillo co-rotante. Por lo normal en una zona de alimentación lo que se usa son elementos bi-locales normales tipo SKE de una sola cuerda. Algunos materiales clave de polvo fino y baja densidad a granel como lo es el talco o negro de carbón son usados cada vez más a altos niveles de concentración. Cuando tales aplicaciones procesadas en un extrusor, existe un límite de capacidad-a-ingerir al inundar la tolva con material, y esta condición la llamamos "alimentación-restringida". Los elementos "Pala" son diseñados específicamente para mejorar en la zona de alimentación y zona del cargador lateral la capacidad a ingerir a altas velocidades en el tornillo. Cuando la capacidad-a-ingerir incrementa, la energía específica disminuye considerablemente dando la oportunidad para utilizar una gama de extrusores de alta velocidad. Es por eso que un extrusor de 40mm puede entregar la misma producción que uno de 80mm.

Introducción

Los primeros extrusores co-rotantes traían cuerda del tornillo de poca profundidad, diseñados para ser operados con tolva llena igual como se opera una inyectora o extrusor de mono-husillo. Mientras la tecnología fue avanzando también el incremento en la profundidad de la cuerda en el tornillo, y con ello la necesidad de adaptarse a un avance diferente de cómo alimentar un extrusor. Este avance que ahora es común le llamamos "starve-feeding" o alimentación-restringida.

Con este avance fue necesario el uso de alimentadores que regulen el flujo de material en la entrada del extrusor. La tolva ya no es un recipiente pero un simple conducto por el cual llega el material al extrusor. En muchos de los casos, se pudiera notar que el extrusor tiene mucha capacidad de alimentación, pero sin un sistema de controles para regularla se atascaría o rompieran piezas mecánicas o el sistema eléctrico de arranque. Por lo tanto el factor limitante es la disponibilidad de torque. Si bien la alimentación de polímeros no llevara cargas minerales, el material alimentado sería una fracción (0.05-0.20) de la capacidad volumétrica del extrusor. Dado que habría poco material en varias de las zonas, se consideraría que el extrusor está en "alimentación-restringida".

Resolviendo el limitante de alimentación-restringida

Durante una alimentación-restringida, la capacidad-de-ingestión del extrusor dependerá de las RPM del tornillo, la geometría del elemento, el volumen libre y paso de la cuerda, la forma y densidad aparente del material alimentado. Adicionalmente, la eficiencia del transporte dependerá del grado de relleno del tornillo, el tipo de material alimentado (coeficiente de fricción y el grado de compactación), la longitud de la zona de alimentación, y la presión de descarga en el dado al final de la zona.

La fórmula para encontrar la capacidad-de-Ingestión es:

Capacidad = Área libre X Paso de Cuerda X RPM del Tornillo X Densidad a Granel X Eficiencia de Transporte X Grado de Relleno.

Dado que ambos "área libre y "paso de cuerda" se relacionan con el diámetro del tornillo (D_e), se puede observar que la capacidad de un extrusor varía al igual como el cubo de diámetro del tornillo (D_e)

En una zona de alimentación de 8 L/D en longitud que requiere una compresión de 20 bar en la fundición, mientras que el talco alimentado tiene un coeficiente de fricción (alrededor de 0.2, la eficiencia de transporte es generalmente alrededor de un 20% en elementos normales tipo (RSE), SK o (SKE) con



un grado de relleno inferior a 0.2. Con elementos normales, a mayor grado de relleno, la eficiencia del transporte disminuye considerablemente. Es esta la razón, que un extrusor en estado de alimentación-restringida la tolva nunca se debe llenar o inundar de resina.

Al procesar materiales de baja densidad a granel, se puede observar que prácticamente una tolva llena de resina tiene menos capacidad-de-ingerir que una vacía. Es decir, una vez rellena la zona de alimentación (grado de relleno = 0.1), la eficacia de transporte disminuye a menos de un 4%.

Si bien, la mayoría de polímeros alimentados con un coeficiente de fricción mediano (alrededor de 0.4), la eficiencia del transporte es de 30% aun cuando el grado de relleno llegara al 0.4. Con cargas de calcio (coeficiente de fricción 0.74), la eficiencia de transporte más alta sería (alrededor de 50%) con proporciones de relleno similares. En estos materiales, el incrementar el grado de relleno disminuye muy poco la eficiencia del transporte. Por lo consiguiente, mayores capacidades se pueden lograr cuando la pista/cuerda del tornillo está completamente rellena; por esta es la razón una tolva inundada con cualquier tipo de material va a generar siempre sobrecargas en el extrusor.

En un extrusor con tornillo profundo en la cuerda ($D_e / D_i = 1,71$) la capacidad-de-ingestión aumenta debido al incremento de área- libre, y mejoras en la eficiencia del transporte. Ahora, aparte de tener la ventaja de una mayor capacidad-de-ingestión, la cuerda profunda del tornillo da un mejor rendimiento y reduce la relación-de-corte "shear-rate" en un extrusor de doble tornillo. Esta característica es de ventaja para el incremento de velocidad en el tornillo, manteniendo la relación de mezcla, y aumentando la capacidad volumétrica de la máquina.

Evolución de los extrusores

La relación entre el diámetro externo del tornillo (D_e) y el diámetro interior o la raíz del tornillo (D_i) es el factor que determina el volumen libre. La evolución de los extrusores basada en la relación D_e/D_i se describe en la Tabla 1.

Las primeras máquinas fueron diseñadas con una relación de 1.27 y traían perfil de tres lóbulos. La necesidad de mejorar la capacidad de los extrusores se tradujo en aumentar la relación hasta 1.71. El aspecto más importante a ser considerado durante la selección en la relación, fue en la capacidad de carga o torque específico del extrusor. Una relación más alta es de buena ventaja siempre y cuando no afecte la capacidad de carga del extrusor.

El perfil de los elementos en la zona de alimentación juega un papel importante en la eficiencia y la capacidad de transporte. Tradicionalmente, los perfiles en las zonas de alimentación son de elementos bi-locales estándar con el paso de cuerda de 1.0 a 1.5 diámetro x longitud (Fig. 1). O elementos modificados como los son los SK (Fig. 2) que tienen un 20% más de volumen libre y proporcionan una mejora correspondiente en la capacidad.

La necesidad de los Elementos Pala SFV

Hoy existen varias aplicaciones donde se añaden cargas a porcentajes muy altos. La mayoría de las aplicaciones con el talco o carbono extremadamente fino difíciles de procesar debido a la severa limitación en capacidad de la zona de alimentación o en la del alimentador lateral. Mientras que son varias las aplicaciones limitadas por torque también lo son por ingestión. Nuevos elementos de perfil tipo Pala (SFV) se pueden utilizar para mejorar en gran medida la capacidad de ingestión mientras generan alimentación-restringida. Los elementos Pala encuentran su aplicación en procesos donde la cuerda del tornillo es necesaria que sea profunda, en extrusores de alta velocidad, y pueden manejar las aplicaciones más difíciles limitadas por ingestión.

Los elementos Pala (Fig. 3 patentado pendiente muestra un elemento tipo Pala llamado SFV) son diseñados específicamente para mejorar la eficiencia de transporte. Estos, a bajas velocidades en el



tornillo son capaces de compactar el material durante su transporte. Un incremento en la capacidad de ingestión de casi 200% se puede lograr entre 150 a 900 RPM.

En un ensayo (Fig. 4) llevado a cabo con pre-mezcla de 50% talco y 50% LLDPE granulado, a 900 RPM la velocidad y rendimiento vario linealmente con torque limitado, arriba de este límite el rendimiento fue constante, convirtiendo el estado de alimentación-restringida a torque limitado.

Con un extrusor de 40 mm, se experimentaron incrementos en capacidad de hasta 300% con elementos Pala a velocidades de 1100 RPM en el tornillo. Se espera que el elemento genere algo de vacío y succione el material de la tolva compactándolo al mismo tiempo que lo transporta. En una formulación diferente con 40% talco, un efecto de succión fue observado a 1100 RPM y un aumento repentino en la capacidad alimentación, dejando la limitante al torque del extrusor.



Figura 1: Elementos bi-locales cuerda derecha

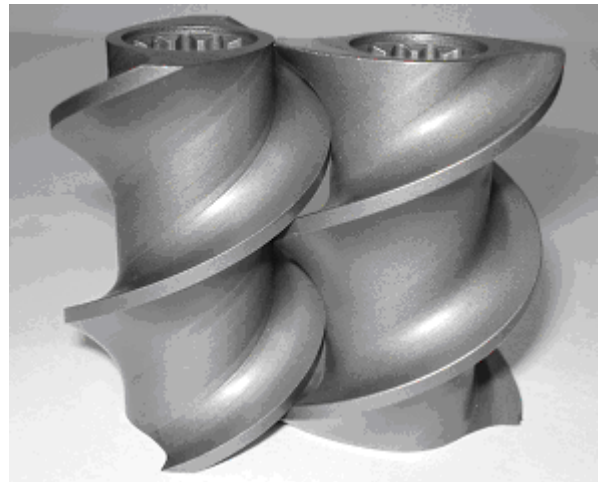


Figura 2: Elementos tipo SK para zona de alimentación



Figura 3: Nuevos elementos Pala (SKV) para alto consumo

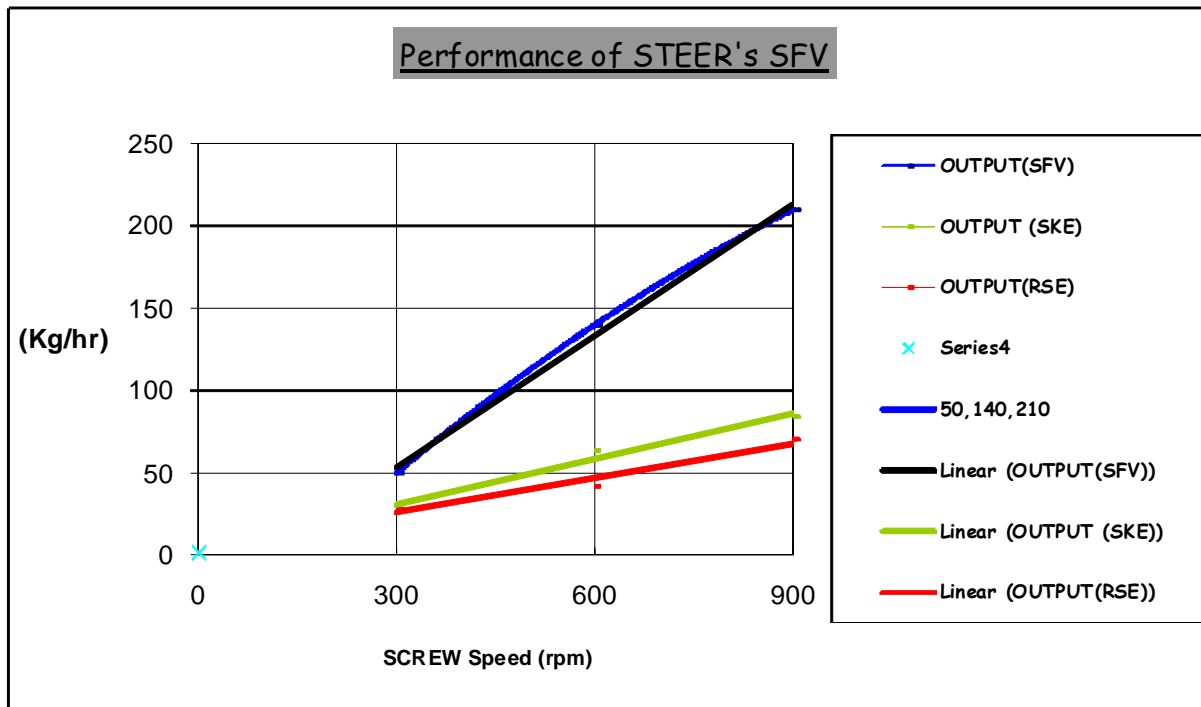


Figura 4: Rendimiento del los elementos Pala (SFV) en un extrusor de doble tornillo OMEGA-40

Las Principales Ventajas de los Elementos Pala SFV

- Convierten el estado de alimentación-restringida a torque limitado
- Mejoran el rendimiento del proceso al reducir la energía específica
- Alimentar otros ingredientes con el cargador lateral sigue siendo posible, porque el extrusor opera en estado de alimentación-restringida

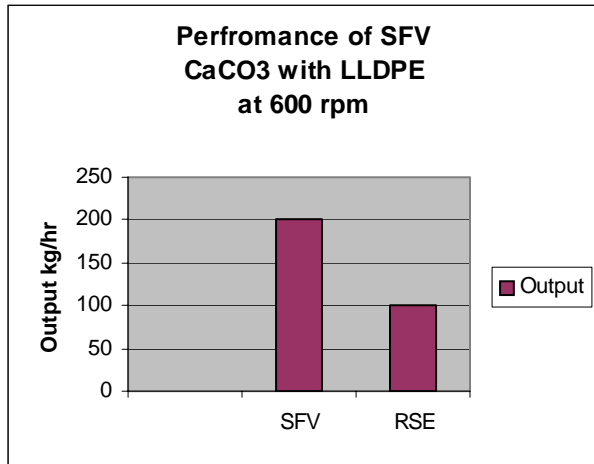
Datos y Rendimiento de los elementos Pala SFV

Algunas cargas como lo es CaCO_3 , talco negro de carbón, wollastonite, etc., son de partículas que van desde 20 a 60 μm en tamaño y se consideran materiales de baja densidad a granel. Con estos materiales hay restricciones de proceso durante el uso de elementos normales bi-locales.

Superar limitaciones del proceso e incremento en producción se pueden logran con elementos Pala SFV; además, la capacidad de transportar polvos en la zona de alimentación es mucho más alta.

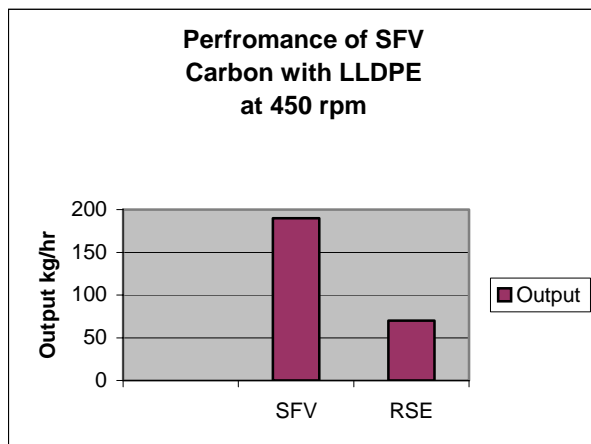
Ensayo 1: CaCO_3 Con LLDPE en Polvo: Extrusor Steer Omega 40

Un Masterbatch con 80% CaCO_3 de carga y 20% LLDPE forma la pre-mezcla. Polímero (M26500) LLDPE con índice de fluidez de 50 (MFI) forma la base la mezcla con CaCO_3 de 20 μm . Este es la pre-mezcla alimentada en el extrusor 40 mm. Los ensayos se realizaron a una velocidad constante de 600 RPM usando elementos RSE y SFV en la zona de alimentación. La comparación de los resultados se muestra en la gráfica 1.



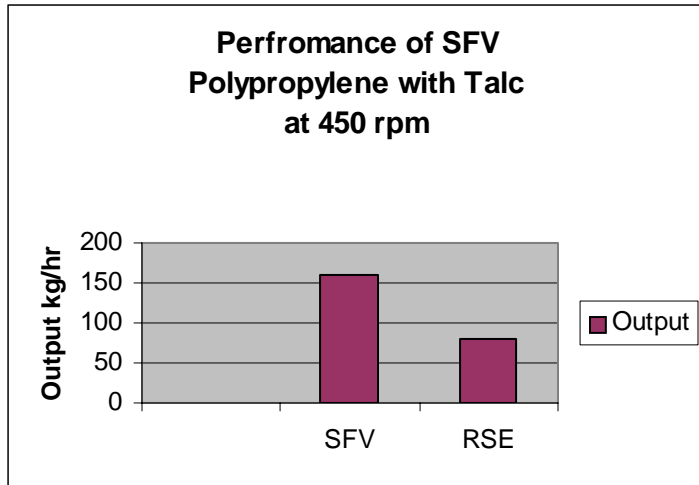
Ensayo 2: Negro de Carbón con LLDPE Granulado: Extrusor Macross NR11 46 SG

Este es un compuesto de Masterbatch con 60% de carga; LLDPE (72250) con índice de fluidez 50 MFI mezclado con negro de carbón N330 con tamaño de partícula de 20 a 30 μm . El rendimiento del los elementos Pala SFV fue extraordinariamente bueno en la zona de alimentación del extrusor 46mm. El mismo ensayo se comparo usando elementos normales RSE a 450 RPM. La comparación de los resultados se muestra en la gráfica 2.



Ensayo 3: Polipropileno con talco: Extrusora STEER OMEGA 40

Este es un compuesto de Masterbatch con 40% de carga de talco; Polipropileno con índice de fluidez 11 MFI y talco EBT con tamaño de partícula 20 μm . La pre-mescla del polímero y carga es pelletizado en un extrusor de 40 mm donde los elementos usados en la zona de alimentación fueron tipo Pala. El mismo ensayo fue comparado con elementos normales RSE a 450 rpm. La comparación de los resultados se muestra en el gráfico 3.



Conclusión

En todos los ensayos realizados con los elementos PALA SFV en la zona de alimentación, un aumento sustancial en la producción fue observado y un bajo consumo específico de energía, dando la oportunidad para una mejor utilización de la máquina en gran medida.

Los Elementos SFV son una parte integral en los Extrusores STEER especialmente en la serie OMEGA TSE's

This article is contributed by Dr. Babu Padmanabhan, Managing Director and Founder of Steer Engineering. He is a PhD in Mechanical Engineering from Virginia Polytechnic Institute and State University Blacksburg VA



JMLORD International LLC en USA, somos representantes exclusivos de STEER para todo Latinoamérica. Si desea más información puede llamarnos a los teléfonos 281-924-6040 o escribir a info@jmlordinternational.com