

## **XII. Límites del Proceso**

- **Límite de Presión Máxima de Inyección**
- **Límite Bajo del Colchón**
- **Límite Alto del Colchón**
- **Tiempo Límite de Plastificación**
- **Límites de Contra Presión**

Los límites del proceso de moldeo por inyección son alarmas necesarias y siempre deben configurarse.

Hemos observado que muchos en la industria del moldeo por inyección ignoran los límites del proceso. Algunos de estos límites son el límite de presión máxima de inyección, los límites alto y bajo del colchón (*“cushion upper and lower limits”*) y el tiempo límite de plastificación (*“recovery time limit”*). Estas alarmas protegen el equipo y la calidad de las piezas moldeadas.

¿Por qué son ignorados? Aunque algunos lo hacen por dejadez, la mayoría de los operadores los ignoran porque no conocen sus beneficios. Las consecuencias son muchas; utilice estos límites de manera adecuada y disfrutará de sus beneficios y ahorros.

### **¿Qué causaría que se alcanzara el límite de presión máxima de inyección y cuáles podrían ser sus consecuencias?**

Alcanzar el límite de presión máxima de inyección podría ser el resultado de una cavidad bloqueada, ya sea porque una parte se quedó atrapada en la cavidad o un bebedero (*“gate”*) se tapó. Si por alguna razón una cavidad está obstruida, el control no tiene forma de saberlo y continuará inyectando, causando altas presiones de inyección. Estas presiones podrían causar rebaba en las piezas, fugas de fundido en el sistema de coladas caliente o fugas de fundido entre el casquillo del molde (*“sprue bushing”*) y la punta de la boquilla (*“nozzle tip”*). Otra posibilidad podría ser que la posición de plastificación se incrementó, provocando un llenado excesivo en la etapa de inyección, superando considerablemente el 95% del llenado del molde.

### **¿Qué causaría que se alcanzara el límite bajo del colchón y cuáles podrían ser sus consecuencias?**

Alcanzar el límite bajo del colchón es un indicador de que el fundido se está filtrando a alguna parte; por lo general, es el resultado de una anilla (*“check ring”*) sucia o defectuosa, además podría ser que el fundido se esté filtrando entre el casquillo (*“sprue bushing”*) y la punta de la boquilla (*“nozzle tip”*). Esta situación de fuga de fundido, si se ignora durante tiempos prolongados, podría hacer que la masa fundida alcance algunas de las bandas del calentador del barril, podría alcanzar el cableado del

sistema de coladas caliente (“*hot runner*”), colarse entre actuadores del molde dañando el molde, en general causar daños sustanciales. Además, si la posición del colchón alcanza cero, unidad de inyección totalmente vacía, anulará la etapa de empaque y cambios en las dimensiones de las piezas podrían surgir.

### **¿Qué causaría que se alcanzara el Límite Alto del Colchón y cuáles podrían ser sus consecuencias?**

Alcanzar el límite alto del cojín es un indicador de una cavidad bloqueada o un bebedero obstruido. Además, si se trata de un molde con colada caliente, podría ser que una punta caliente esté obstruida o dañada. Las consecuencias podrían ser el sobre empaque de alguna de las piezas, causando atascamiento de piezas en las cavidades.

### **¿Qué causaría que se alcanzara el tiempo límite de plastificación y cuáles podrían ser sus consecuencias?**

Alcanzar el límite de tiempo de plastificación podría deberse a la falta de material. La masa fundida delante de la anilla (“*check ring*”) es la que empuja el tornillo hacia la posición de plastificación y si se interrumpe la alimentación de resina, el tiempo de recuperación se extenderá. Los sistemas que integran dosificación de pigmento en la garganta de la unidad de inyección podrían observar variaciones en el color de las piezas. No olvide que, si el tiempo de plastificación alcanza el tiempo de enfriamiento, en algunas máquinas se dispararía una alarma.

El flujo de resina inconsistente puede deberse a que el calor del barril está afectando la garganta de alimentación, lo que provoca la aglomeración del material. Este problema puede surgir por varias razones, como una temperatura del barril demasiado alta o pobre enfriamiento de la garganta de alimentación.

### **¿Cuál es un límite superior e inferior adecuado para la contra presión?**

Antes de opinar, debería dar una descripción general. Durante la plastificación, el tornillo gira y el fundido se bombea a través de la válvula antirretorno (“*check valve*”) hacia al frente del tornillo. La masa fundida que se acumula en la parte delantera del tornillo es quien lo empuja hasta a la posición de plastificación. La contrapresión (*CP*) es el

resultado de una fuerza, controlada, opuesta a ese desplazamiento. El propósito del *CP* es asegurar un fundido consistentemente homogéneo (o mejorar la dispersión de aditivos en el fundido) y aumentar o disminuir la fricción (“*shear rate*”) durante la carga.

Cambiar la contrapresión tiene múltiples consecuencias. Por ejemplo, cuando se aumenta:

1. Se aumenta la capacidad de mezcla de los aditivos.
2. La degradación de materiales sensitivos y la ruptura de las fibras aumenta.
3. Se aumenta el desgaste del tornillo y del cañón (barril).
4. La contribución de calor por fricción aumenta o la contribución de calor por las bandas (“*heater bands*”) disminuye.
5. La cantidad de masa fundida aumenta; dado que los termoplásticos fundidos son compresibles, más plástico puede plastificarse en el mismo volumen. En consecuencia, se transferirá más material al molde durante la etapa de inyección.
6. La viscosidad del fundido se reduce, en la mayoría de los casos, a consecuencia del calor en forma de fricción. Consecuentemente, los valores de reología en máquina cambiarán.

Hay tres opciones típicas para los límites de *CP*:

1. Fijar *CP* sin límite superior o inferior.
2. Establecer límites de *CP* con un rango validado.
3. Sin restricciones, permitiendo que el moldeador decida su manipulación.

La industria controlada (médica) normalmente utiliza una o dos resinas validadas y en muchos casos no se permite el molido, y por eso se justifica fijar un valor para *CP* sin límite superior e inferior. Si por alguna razón tienen que utilizar límites de *CP*, por el uso de molido, establezca límites cerrados y validados de *CP* y fije una repetitiva razón de virgen y molido.

Eso no significa que la industria no controlada deba tener ajustes abiertos de *CP*, o que su ajuste deba dejarse a la discreción del operador. La industria no controlada, que utiliza múltiples marcas de resina para el mismo producto y la relación virgen / triturado no está controlada, no tiene sentido establecer un estrecho límite superior e inferior de *CP*.

Comprenda su material antes de establecer límites superiores e inferiores de *CP*. Pregúntese:

1. ¿El material, está cargado de fibras?
2. ¿Se degrada fácilmente?
3. ¿El proveedor de materiales cambia con el precio del mercado?
4. ¿Se dosificarán aditivos, como pigmentos o ablandantes?
5. ¿La relación virgen/triturado cambia con las limitaciones del almacén?

Para la industria no controlada, la práctica de dejar que el operador manipule la contrapresión no debería ser la opción. Aunque el índice de fluides cambia con el proveedor de material y con la relación virgen / molido, se debe establecer un límite superior e inferior restringido y revisarlo de acuerdo con el cambio de material.

## Preguntas

1. Un proceso, llenando 97% en la etapa de inyección, está creando rebaba. El procedimiento para verificar y resolver la situación es:
  - a) Después de apagar la etapa de empaque, la rebaba continúa, identificando que demasiado material se está llenando en la etapa de inyección. Gradualmente reduzca la posición de plastificación hasta que el defecto de rebaba desaparezca. Para evitar que se repita la situación, ajuste un alto límite de plastificación.
  - b) Después de apagar la etapa de empaque, la rebaba continúa, identificando que demasiado material se está llenando en la etapa de inyección. Gradualmente reduzca la posición de transferencia hasta que el defecto desaparezca.
2. En un proceso se disparó la alarma de presión de inyección máxima. La razón pudo haber sido
  - a) una cavidad bloqueada o la etapa de inyección se ajustó para llenar muy poco, menos del 95%.
  - b) una cavidad bloqueada o la etapa de inyección se ajustó para llenar demasiado, más del 95%.
3. ¿Qué causaría que se alcanzara el límite bajo del colchón?
  - a) Anilla (“*check ring*”) sucia o defectuosa, fundido fugándose entre el casquillo (“*sprue bushing*”) y la punta de la boquilla (“*nozzle tip*”), el fundido se está colando en el molde ya sea como rebaba, o filtración entre actuadores o dentro del sistema de colada caliente.
  - b) Se ajustó la posición de plastificación alta, provocando más del 95% de llenado en la etapa de inyección, o se ajustó la posición de transferencia muy alta, provocando más del 5% de llenado en la etapa de empaque.
4. ¿Qué causaría que se alcanzara el límite alto del colchón?
  - a) Cavidad bloqueada o un bebedero obstruido y si se trata de un molde con colada caliente, podría ser que una punta caliente esté obstruida o dañada.
  - b) Anilla (“*check ring*”) sucia o defectuosa, fundido fugándose entre el casquillo (“*sprue bushing*”) y la punta de la boquilla (“*nozzle tip*”), o el fundido se está colando en el molde.

5. ¿Qué causaría que se alcanzara el tiempo límite de plastificación?
- a) Fundido fugándose entre el casquillo (“*sprue bushing*”) y la punta de la boquilla (“*nozzle tip*”).
  - b) Flujo de resina inconsistente a consecuencia que se está quedando sin resina la tolva de alimentación. Además, podría deberse a que el calor del barril está afectando la garganta de alimentación, lo que provoca la aglomeración del material.