

Eastman PET

Moldeo por inyección
preformas para botellas de
poliéster de PET Eastman

EASTMAN

Contenido

Introducción	1
Factores importantes en el moldeo de preformas	2
Tipos generales de equipos de moldeo por inyección	2
Husillo oscilante.	2
Preplastificadora de rosca	3
Características de los equipos de moldeo	3
Diseño del husillo.	3
Características del poliéster de PET Eastman	4
Peso molecular	4
Viscosidad intrínseca del PET	4
Efectos de la viscosidad intrínseca	4
Consideraciones sobre el procesamiento	5
Secado del poliéster de PET Eastman	5
Uso del material recuperado	6
Enfriamiento del molde	6
Generación del acetaldehído	6
Guía para solucionar problemas	7

Las equivalencias de los valores acostumbrados entre el sistema de medidas de EE.UU. y el decimal se han redondeado, y por lo tanto, no pueden ser exactas.

Introducción

En 1863, el editor neoyorquino John Wesley Hyatt se propuso inventar un sustituto para el marfil, esperando ganar un premio de \$10.000 que ofrecía la compañía americana productora de bolas de billar, Phelan y Collender. Aun cuando no tuvo éxito, recibió de todas maneras una licencia, en 1872, para producir artículos de nitrato de celulosa utilizando un émbolo accionado hidráulicamente, conjuntamente con un molde cerrado.

Por mucho tiempo, el proceso de Hyatt fue poco importante. Varios factores contribuyeron a su falta de éxito, incluyendo la inflamabilidad del nitrato de celulosa y las limitaciones del equipo. No obstante, a comienzos de la década de los años veinte, se desarrolló un material mejorado, denominado acetato de celulosa. Más o menos en la misma época, se introdujeron las máquinas de moldear accionadas mecánicamente y el proceso se convirtió en viable para uso comercial. A comienzos de la década de los años treinta aparecieron las máquinas totalmente automáticas. Desde entonces, el moldeo por inyección ha pasado a ser uno de los principales procesos en el mundo para convertir los plásticos en productos útiles.

A comienzos de la década de los años setenta, Du Pont recibió la primera licencia que contemplaba el uso de tereftalato de poli(etileno), conocido genéricamente como PET, para la fabricación de botellas de bebidas. En 1972, Du Pont y la Pepsi-Cola Company llevaron a cabo la primera prueba de mercado exitosa. Sin embargo, debieron transcurrir otros cinco años, mientras se desarrollaban equipos de alta velocidad, hasta que en 1977 se lanzaron al comercio por primera vez las botellas de PET. Poco después, en 1978, Eastman ingresó en el mercado con el primer poliéster de PET verde, introducido bajo la marca registrada **Kodapak**. Este producto se comercializa usando la marca de fábrica **Eastman**.

Desde entonces, Eastman Chemical Company se ha convertido en la mayor compañía proveedora del mundo de poliéster de PET para uso en envases.

Factores importantes en el moldeo de preformas

Esta publicación ofrece una visión general de los factores más importantes que afectan a la adecuación de las preformas para botellas. Primero, las preformas se moldean por inyección, después se las convierte en botellas terminadas mediante un proceso de moldeo por soplado con recalentamiento (RHB, por sus siglas en inglés). Las propiedades ópticas y físicas de las botellas terminadas, incluyendo su aspecto general, se ven afectadas en gran medida por las características de las preformas a partir de las cuales se soplan estas botellas.

En gran parte, las características de las preformas son controladas por una serie de factores que incluyen:

- Los parámetros de los equipos de moldeo por inyección.
- Características de las resinas, especialmente la viscosidad intrínseca (V.I.).
- Consideraciones de suma importancia con respecto al procesamiento, tales como secado, uso de material recuperado, enfriamiento, temperatura de fusión, duración de los ciclos y presiones.

Estos parámetros se analizan en las páginas que vienen a continuación. Además, se adjunta una guía para solucionar problemas.

Tipos generales de equipos de moldeo por inyección

Las máquinas de moldeo por inyección se componen de dos partes principales: la unidad de inyección y la unidad de cierre. La función de la unidad de inyección es fundir los gránulos de plástico e inyectar el material derretido en un molde frío. La función de la unidad de cierre es cerrar el molde, mantener juntas sus dos mitades durante la inyección y enfriamiento, y luego abrir el molde y expulsar las partes moldeadas.

Salvo una que otra excepción, la unidad de inyección será del tipo husillo oscilante o tipo de preplastificadora de rosca. A continuación aparece una breve descripción de cada uno de estos tipos.

HUSILLO OSCILANTE

Con este tipo de unidad, el ciclo comienza con el cierre de molde. Inmediatamente después, se introduce con fuerza el plástico derretido dentro del molde mediante el movimiento hacia adelante del husillo. Por lo general, aproximadamente el 95% del disparo se realiza a una velocidad de inyección relativamente rápida y a alta presión. Esa presión se reduce más o menos en el último 5% del disparo. Esto se hace para poder llenar el molde lentamente y se pueda ajustar al encogimiento del plástico que ocurre dentro del molde.

Una vez terminado el proceso de llenado, el husillo

comienza a girar y lleva el plástico desde la tolva hasta el barril calentado, donde se lleva a cabo la fusión. El calor que derrite el plástico proviene de los calentadores del barril y también de la acción de cizalla del husillo. En efecto, la mayor parte de la energía calórica en la mayoría de las máquinas de tamaño comercial por lo general proviene del esfuerzo cortante del husillo.

A medida que el material derretido se acumula adelante del husillo, la presión causada por la acumulación del material obliga al tornillo a desplazarse hacia atrás. Durante este período, el material que previamente había sido inyectado en el molde se está enfriando y solidificando. Después de que el husillo ha transportado una cantidad de material equivalente al tamaño del disparo, el husillo deja de girar. Muy pronto después de haber ocurrido lo anterior, el molde se abre y se expulsan las partes moldeadas. Luego, el molde se cierra y el ciclo vuelve a repetirse.

Generalmente, las máquinas de husillo oscilante corrientes necesitan ciclos más largos que las máquinas del tipo preplastificadoras de rosca. Ello se debe a que el husillo oscilante debe esperar hasta que el molde se cierre para hacer el disparo y luego debe mantener una presión baja sobre el plástico derretido para acomodar el encogimiento que se produce a medida que el plástico se va enfriando en

el molde. Estas demoras pueden redundar en un aumento considerable de la duración del ciclo, a menos que se pueda aumentar la velocidad del husillo lo suficiente. Frecuentemente, esto se ve limitado por el calor cizallante adicional que se genera.

A fin de evitar esta demora innecesaria, algunas máquinas de husillo oscilante están equipadas con un dispositivo de llenado que está ubicado justo delante del husillo. Inmediatamente después de que el husillo ha efectuado el disparo, el dispositivo de llenado entra en operación y mantiene la presión baja sobre el plástico derretido, permitiendo que el husillo comience a girar para plastificar el próximo disparo.

PREPLASTIFICADORA DE ROSCA

Este tipo de máquina es algo similar a la máquina de husillo oscilante. No obstante, en vez de disparar el material derretido directamente al molde, el husillo introduce con fuerza el plástico derretido en un receptáculo, el cual se denomina generalmente “pote de disparo”. Posteriormente, se dispara el material desde el pote de disparo al molde. Al igual que con el dispositivo de llenado que se mencionó anteriormente, el pote de disparo ayuda a reducir la duración del ciclo. Una vez más, la disminución del ciclo se debe a que el husillo es desacoplado de las secuencias de inyección y llenado.

Las compañías que fabrican estos tipos de equipos pueden proporcionar mayor información acerca de sus características.

CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS DE MOLDEO

Las características generales de las máquinas de moldeo por inyección pueden describirse de la siguiente manera:

1. **FUERZA DE ABRAZADERA:** Es la cantidad máxima de fuerza disponible para mantener el molde cerrado. Por lo general, se mide en toneladas. Para el PET, la fuerza de abrazadera necesaria es de aproximadamente 0,465 a 0,620 toneladas por centímetro cuadrado del área de la parte que sobresale.
2. **CAPACIDAD DE DISPARO:** Es la cantidad de material que se puede disparar en un solo movimiento completo del husillo. Normalmente, se hace referencia a esto en términos de poliestireno, ya que su densidad es de aproximadamente 1,0 g/centímetros cúbicos. Debido a que la densidad

del PET es de alrededor de 1,33 g/centímetros cúbicos, una máquina cuya capacidad es de 680,4 gramos sería capaz de realizar un disparo de $680,4 \times 1,33 = 905$ gramos de PET.

3. **TAMAÑO DEL HUSILLO:** Generalmente se indica en términos de su diámetro y de la relación que existe entre su longitud y el diámetro, como por ejemplo, 8,89 cms., 20:1 L/D. Un husillo como ése tendría un diámetro de 8,89 cms. y sería de $20 \times 8,89 = 177,8$ cms. de largo.

DISEÑO DEL HUSILLO

El elemento vital en toda máquina de moldear es el husillo, y su diseño es muy importante. La mayoría de los expertos concuerdan en que el buen diseño de un husillo se basa tanto en la ciencia como en la experiencia.

La profundidad de trayectoria de un husillo en un punto dado se determina restando el diámetro de la raíz en ese punto, del diámetro externo del tornillo y dividiendo los resultados por dos. La mayoría de los husillos tienen tres secciones que se diferencian por sus respectivas profundidades de trayectoria. La parte posterior se denomina sección de alimentación, la del centro es la sección de transición y la delantera es la sección de dosificación. La profundidad de trayectoria en la sección de alimentación siempre es un poco más profunda que en la sección de dosificación. La profundidad de trayectoria en la transición comienza a la misma profundidad que aquellas en la zona de alimentación y va disminuyendo hasta llegar al diámetro de la zona de dosificación. El número de trayectorias y sus profundidades son esenciales para el funcionamiento de la máquina de moldear.

Otro término común que se emplea cuando se describe un husillo es la “relación de compresión”. Esta es la proporción del volumen de una vuelta completa alrededor del husillo en la sección de alimentación, dividida por el volumen de una vuelta en la sección de dosificación. La mayoría de los husillos diseñados para el PET tienen una relación de compresión de aproximadamente 2, 5:1. Para otros termoplásticos, la proporción puede llegar a ser tan elevada como 4, 0:1 y tan baja como 2, 0:1. Por lo tanto, la relación de compresión en un husillo para PET está del lado bajo, en comparación con los husillos para otros termoplásticos.

Aunque el PET se puede procesar utilizando husillos con un rango de compresión alto o bajo, el resultado

puede ser no satisfactorio. Un husillo con una relación de compresión elevada puede incluir demasiado cizallamiento y la temperatura del PET puede ser demasiado elevada, redundando en un nivel de acetaldehído elevado. Un husillo con una relación de compresión baja tiene mucho menos cizallamiento y la temperatura del PET podría no ser lo suficientemente alta como para destruir completamente toda

la cristalinidad que contienen los gránulos de PET. En ese caso, aquellos lugares cristalinos actuarán como agentes de nucleación, produciendo más cristalización y preformas nebulosas. Un husillo con un rango de compresión bajo también tenderá más a bombear burbujas de aire hacia abajo en el barril, las cuales terminan introduciéndose en las preformas, lo cual no es deseable de ninguna manera.

Características del poliéster de PET *Eastman*

PESO MOLECULAR

Desde el punto de vista del procesamiento, la propiedad más importante del PET es su peso molecular. El peso molecular es una indicación del número promedio de unidades individuales de repetición de PET que se han juntado para formar una sola cadena molecular. Es de suma importancia que estas cadenas se mantengan lo más largas posibles cuando se esté procesando PET.

En realidad, esto no es tan complejo como parece. El PET se parece a un plato de tallarines en el cual cada cadena tiene 125-150 unidades de repetición aproximadamente unidas. Si uno pudiera separar las cadenas y contar el número de unidades de repetición en cada una, igual como cuando se suman las cuentas en una sarta, se podría calcular el número promedio de unidades de repetición en una cadena. Luego, se podría multiplicar por 192 para llegar al peso molecular real.

VISCOSIDAD INTRÍNSECA DEL PET

Debido a que es imposible contar físicamente las unidades de repetición, se puede hacer una prueba para medir la viscosidad del PET, la cual proporcionará una indicación directa de su peso molecular. Esto se hace disolviendo una pequeña cantidad de PET en un disolvente y empujando la solución con fuerza a través de un tubo con un diámetro pequeño. El tiempo necesario para que una unidad específica pase a través del tubo indica la viscosidad intrínseca o V.I. Las unidades correspondientes a V.I. se expresan en decilitros por gramo (dl/g).

EFFECTOS DE LA VISCOSIDAD INTRÍNSECA

La mayoría de las formulaciones de PET que se utilizan en la producción de botellas tienen una V.I.

que fluctúa entre 0,72 y 0,84 dl/g. En general, todas las propiedades de las botellas mejoran a medida que aumenta la V.I. Por otra parte, la V.I. tiene un efecto muy notorio sobre la procesabilidad durante el moldeo de las preformas y el soplado de las botellas. Una V.I. elevada requiere de más energía cuando se está moldeando preformas. No obstante, los materiales con una V.I. elevada tienen una tendencia mucho menor para producir preformas nebulosas. Además, una preforma con una V.I. elevada generalmente produce un grosor de las paredes mucho más uniforme en las botellas sopladas, y proporcionará un rango de temperatura significativamente más amplio sobre el cual pueden hacerse botellas transparentes en el proceso de soplado recalentado (RHB).

Es importante hacer notar que las preformas deben estar diseñadas para una V.I. determinada y si se emplea un material con una V.I. considerablemente mayor, podrían producirse problemas cuando las preformas sean posteriormente moldeadas por soplo en el proceso RHB. En particular, las preformas con una V.I. elevada podrían no estirarse lo suficiente en las condiciones normales del proceso RHB, dando origen a botellas nacaradas, lo cual requeriría un ajuste considerable de las condiciones de procesamiento. Por otra parte, si la V.I. de las preformas es demasiado baja, podrían ocurrir otros problemas. A continuación aparece un resumen de los efectos de la V.I.

1. Mientras más alta es la V.I., más energía se requerirá en la operación de moldeo de las preformas. Adicionalmente, se necesitarán mayores presiones de inyección para inyectar el material fundido en el molde.
2. Mientras más baja es la V.I., más rápidamente se producirá neblina cristalina. Por lo tanto, la neblina puede ser un problema cuando se

moldean preformas si la V.I. es más baja que lo normal. Aunque un incremento de la temperatura generalmente puede reducir o eliminar la neblina, ésta no es la forma apropiada de resolver el problema. Es muy probable que la V.I. baja y la neblina producto de ésta, se deban a otros factores que se analizarán más adelante.

Aun cuando la V.I. es demasiado baja como para producir una botella de otro modo aceptable, quizás todavía sería posible producir preformas con una claridad aceptable. Cuando la V.I. baja aproximadamente 0,68, las preformas pueden ser transparentes, pero el rango de temperatura del RHB sobre el cual pueden producirse botellas transparentes es muy estrecho. Cuando el V.I. llega a alrededor de 0,65 o menos, es imposible fabricar botellas transparentes.

3. Mientras más baja es la V.I. de las preformas, más difícil es producir una botella que tenga una uniformidad satisfactoria en el grosor de las paredes. Cuando la V.I. de las preformas baja demasiado, las paredes laterales de las botellas son demasiado delgadas y la base o la región del reborde demasiado gruesas.

4. Mientras más baja sea la V.I., más frágil es la botella, especialmente en las regiones no orientadas, tales como el acabado y el área alrededor de la abertura.

Bajo circunstancias normales, la V.I. de una preforma no debería cambiar durante el proceso RHB, ni tampoco a medida que se envejece.

Consideraciones sobre el procesamiento

SECADO DEL POLIÉSTER DE PET EASTMAN

No cabe duda que un secado correcto es el aspecto más crítico en el moldeo de preformas PET de alta calidad. Si hay humedad presente cuando el PET se está fundiendo en una máquina de moldear, se produce una reacción química que hace que se descompongan muchas de las cadenas PET. Se produce una disminución de la V.I. en relación con la cantidad de humedad que contiene el material. Cuando gránulos con una V.I. de 0,74 se secan y moldean correctamente, producen preformas con una V.I. de aproximadamente 0,72. Un secado o un procesamiento inadecuado puede resultar un V.I. de las preformas de entre 0,71 y 0,50. Por lo tanto, es esencial secar los gránulos correctamente antes de moldearlos.

El tiempo de secado y la temperatura también deben controlarse, a fin de evitar un secado excesivo del PET. La temperatura del secador siempre debe reducirse a aproximadamente 93 °C si se prevé una interrupción del trabajo que durará más de dos horas.

Debido a que el secado adecuado es de tanta importancia, se recomienda enfáticamente poner en vigor rigurosamente un programa de mantenimiento preventivo del secador. Dicho programa debería contemplar un control del punto de rocío del secador, limpieza del filtro de aire, inspección de las mangueras para detectar cualquier fuga, etc.

Para mayor información sobre el secado de PET, solicite las publicaciones TRC-S91, y TRC-113, o llame al representante del servicio técnico de Eastman que le corresponda, a la dirección que aparece en la tapa posterior de esta publicación.

USO DEL MATERIAL RECUPERADO

Otro factor muy importante que afecta a la V.I. de las preformas es la cantidad de material recuperado que se mezcla con los gránulos de PET vírgenes. Debido a que generalmente la V.I. del material de PET recuperado es menor que la de los gránulos vírgenes, la cantidad utilizada no debe ser superior al 10%. Además, el nivel del material recuperado debe mantenerse constante. De lo contrario, puede haber una marcada fluctuación en la V.I. de las preformas. Cuando hay fluctuaciones, esto podría causar problemas en el proceso de soplado. Las preformas producidas con un alto nivel de recuperado (y por lo tanto menor viscosidad intrínseca) tenderán a producir neblina en las botellas. Aquellas producidas con un bajo nivel o nada de recuperado tenderán a producir perlescencia. Si la preforma no está en su punto óptimo de viscosidad, esto puede solucionarse cambiando la temperatura de recalentamiento (reduciéndola para eliminar la neblina, o aumentándola para eliminar perlescencia). Sin embargo, los ajustes para corregir un problema agravarán el otro. Por lo tanto, es muy importante evitar variaciones de viscosidad intrínseca.

ENFRIAMIENTO DEL MOLDE

El factor limitante en la duración de los ciclos para la mayoría de los procesos de moldeo por inyección es el tiempo de enfriamiento en el molde. Cuando se moldean preformas de PET, las partes deben estar lo suficientemente frías como para mantener su forma o configuración, sin sufrir ningún tipo de distorsión luego de haber sido expulsadas. También deben estar lo suficientemente frías como para evitar que se peguen unas con otras cuando se las deja caer sobre la correa transportadora que las lleva al cajón de almacenaje. A menudo, esta preocupación se supera utilizando robots que sacan del molde aquellas preformas que están relativamente calientes y las mantienen separadas hasta que estén frías.

El principal método para controlar la duración total del ciclo es mantener la temperatura baja en el molde. Para lograr esto, es fundamental tratar de minimizar los depósitos minerales que se producen en los canales de enfriamiento del molde. Si aun no rigen medidas preventivas, se recomienda ponerse en contacto con el fabricante de moldes para obtener consejos sobre el tratamiento químico adecuado del agua de enfriamiento.

Además de producirse ciclos más prolongados, un enfriamiento ineficaz del molde puede dar origen a preformas nebulosas. Ello se debe a la neblina cristalina que se produce cuando el PET es enfriado demasiado lentamente. Como es de esperar, la probabilidad de que surjan problemas de enfriamiento aumenta a medida que aumenta el grosor de las preformas.

La condensación de humedad también puede ser motivo de preocupación si se permite que ésta se acumule en el molde. Podrían producirse defectos en las preformas que en algunas ocasiones no se detectan sino hasta soplar las botellas. Para evitar que esto suceda, se recomienda encerrar el área que rodea el molde y utilizar un aparato de aire acondicionado para deshumidificar el aire.

GENERACIÓN DEL ACETALDEHÍDO

El acetaldehído (AA) es un producto de degradación que puede producirse cuando se funde el PET, como sucede en el proceso de moldeo por inyección. Cantidades pequeñas de AA residual no se consideran peligrosas para los seres humanos. Ocurre en forma natural en nuestros organismos y en determinados alimentos, tales como frutas cítricas. No obstante, el AA puede afectar el sabor del contenido de los

envases, como el de las bebidas no alcohólicas del tipo de las colas.

La cantidad de AA que se genera en el proceso del moldeo depende de la temperatura de fusión y del lapso de tiempo en que el PET se mantiene fundido. Por lo tanto, las condiciones de procesamiento deben ser controladas de acuerdo con lo anterior. Normalmente, la mayoría de los procesos se ajustan para que se realicen lo más rápidamente posible, y es muy poco lo que se puede hacer para reducir el tiempo en que el PET se mantiene fundido, aunque a menudo se pueden hacer algunos ajustes para reducir la temperatura de fusión. Para minimizar la temperatura, deben hacerse tres ajustes claves en las condiciones de la máquina.

- Reducir la temperatura que tiene fijada el barril. No es práctico sugerir un ajuste óptimo porque cada máquina es diferente. Por consiguiente, se recomienda fijar las temperaturas de los barriles lo más bajo posible, evitando que se produzcan preformas nebulosas o que se sobrecargue el motor que impulsa el husillo. No obstante, si las condiciones de temperatura muestran que los calentadores del barril se están sobrepasando debido al calor cizallante proveniente del husillo, probablemente no servirá de mucho que se reduzcan los ajustes.
- Reducir la contrapresión que se ejerce sobre el husillo. Con esto se reducirá la cantidad de calor cizallante sobre el husillo, y podría impedir que se sobrepase la temperatura del barril. Habrá que tener cuidado cuando se haga este ajuste, ya que una presión posterior baja podría producir burbujas y/o masas no fundidas en las preformas. En general, la presión posterior óptima es de 3,7 a 7,3 kg/centímetros cuadrados.
- Reducir la velocidad del husillo. Esto, obviamente, reducirá el calor cizallante proveniente del husillo. Antes de hacer cualquier ajuste, observe el tiempo que el husillo permanece en la posición trasera después que ha dejado de girar. Si ese tiempo (generalmente denominado “tiempo muerto”) es superior a 2 segundos, la velocidad del husillo debe ser ajustada de manera de hacerla volver a aproximadamente 2 segundos. Este ajuste debe efectuarse en pequeños incrementos, observando el tiempo muerto después de cada reducción. Si el husillo se devuelve demasiado lentamente (sin que haya tiempo muerto), el tiempo total del ciclo aumentará y el trabajo de la máquina podría interrumpirse del todo.

Otras sugerencias para minimizar el nivel de AA son:

- Inyectar el PET fundido en el molde más lentamente, a fin de ayudar a reducir el calor cizallante.
- Utilizar un colchón de material mínimo delante del husillo y en el pote de disparo. Si se tiene una cantidad excesiva de material en cualquiera de estas dos partes, aumentará el tiempo promedio en cual el PET se mantiene fundido.
- Reducir todas las temperaturas del múltiple y abertura del molde.

Cuando se producen preformas utilizando un molde con cavidades múltiples, por lo general habrá ciertas cavidades que producirán una y otra vez

preformas con niveles más elevados de AA residual. Probablemente, ello se debe a que el material que va dirigido a esas cavidades en particular debe viajar a una distancia más larga y, por ende, se mantiene derretido por un período de tiempo más prolongado. Sin embargo, con la mayoría de los moldes resulta difícil evaluar la importancia de este factor. Aun así, se recomienda considerar cuidadosamente el diseño del sistema en que funciona el molde a fin de minimizar esta posibilidad.

Cabe hacer notar que la cantidad de AA en una preforma disminuye lentamente, a medida que va envejeciendo, aunque no cambia significativamente durante el proceso de soplado (RHB).

Guía para solucionar problemas

Si surgen problemas durante el proceso de moldeo de preformas de PET, puede utilizarse el siguiente procedimiento como guía para determinar las causas de éstos.

Verifique si otras máquinas que están funcionando con el mismo material están experimentando problemas similares. Determine si esas líneas tienen algo en común, como por ejemplo, que comparten el mismo mezclador de recuperado, el mismo secador, el mismo enfriador, etc. Si así fuera, determine si dicho equipo está funcionando correctamente.

Si la condición se limita a una sola línea, verifique si ocurre en todas las cavidades o sólo en determinadas cavidades. También determine si el problema ocurre con cada disparo o en forma aleatoria. Si el problema se produce solamente en ciertas cavidades y en cada disparo, lo más probable es que el problema resida en la máquina de moldear o en las condiciones en que ésta está siendo empleada.

NOTA: Aun cuando las lecturas en los pares térmicos y en los dispositivos de presión puedan haberse mantenido intactos, puede ser que no sean fiables. Los instrumentos pueden descalibrarse, y a menudo es el caso, por lo que se deben revisar. Sólo entonces deben hacerse los ajustes, en un intento por resolver el problema. Realice sólo un cambio a la vez y deje pasar el tiempo suficiente como para que la máquina se equilibre antes de evaluar el efecto que ha producido ese cambio.

Un porcentaje muy alto de los problemas que surgen en la producción de botellas de PET está directamente relacionado con una V.I. baja. Por lo tanto, si surge un problema siempre verifique que el secador esté funcionando correctamente. Esto incluye revisar el punto de rocío del aire secante, la temperatura del aire secante, el flujo del aire y el tiempo de residencia en el secador.

Es importante recordar que puede producirse una degradación del material dentro del secador si la máquina deja de producir durante dos horas o más, sin que se reduzca la temperatura del secador.

NOTA: Consulte la publicación TRC-S91 de Eastman para mayor información acerca del secado del PET, TR-108 (inglés) si desea información sobre la velocidad de circulación de aire y TRC-113 (inglés), acerca de la temperatura del aire del secador.

Si se está usando material recuperado, verifique que la cantidad de este último no sea superior a aproximadamente un 10% por peso de la mezcla total. También asegúrese de que el material recuperado y los gránulos vírgenes estén mezclados uniformemente (que no haya trozos deformes de material recuperado). Si hubiera dudas acerca de la cantidad o consistencia de la mezcla, deberá vaciarse el secador y cargarlo nuevamente con 100% de gránulos vírgenes.

Soluciones a los problemas en las preformas moldeadas por inyección

SÍNTOMA	CAUSAS POSIBLES
Acetaldehído (AA) elevado	Material demasiado caliente. Temperatura fijada en el barril demasiado elevada.
Presión posterior demasiado alta.	Velocidad excesiva del husillo. Velocidad excesiva de la inyección. Colchón de material demasiado grande. Abertura del molde y múltiple demasiado calientes.
Neblina en la pared lateral de la preforma	Baja V.I. debido a un secado inadecuado. Baja V.I. debido a una excesiva cantidad de material triturado por segunda vez. Temperatura de fusión del polímero demasiado baja. Enfriamiento del molde insuficiente. Presión de retención de la inyección demasiado alta. Preforma demasiado gruesa.
Toda la preforma está nebulosa	Contaminación, probablemente en el material recuperado.
Neblina en el área de la abertura	Temperatura inadecuada de la abertura y/o canal de distribución. Presión de retención de la inyección demasiado alta.
Orificios en la abertura	Temperatura de la abertura demasiado elevada. Colchón de material demasiado pequeño. Tiempo insuficiente de retención de la inyección.
Abertura filamentosa	Temperatura de la abertura demasiado elevada. Temperatura de fusión del polímero demasiado elevada. Presión de retención de la inyección demasiado alta.
Burbujas o partículas no fundidas	El material se funde muy despacio. Contrapresión demasiado baja. Velocidad excesiva del husillo. Diseño inadecuado del husillo. El material no está seco.

SÍNTOMA	CAUSAS POSIBLES
Marcas de hundimiento Material demasiado frío.	Presión de la inyección demasiado baja. Tiempo de retención de la inyección muy corto. Orificios de ventilación del molde obstruidos. Cojín demasiado pequeño. Alimentación insuficiente.
Disparos cortos	Lo mismo que “Marcas de hundimiento”, arriba.
Rebaba	Presión de la inyección demasiado elevada. Material demasiado caliente. Molde en malas condiciones.
Preformas amarillas	La máquina no ha funcionado por mucho tiempo. Cantidad excesiva de material recuperado. Material recuperado contaminado con adhesivo utilizado en la base de la botella. El material se secó estando demasiado caliente y/o por un tiempo muy prolongado.
Líneas de unión en el acabado	Orificios de ventilación del molde obstruidos. Velocidad de la inyección demasiado baja. Condensación de humedad en el molde. Material demasiado caliente (produciendo excesiva saturación por gas). Material demasiado frío (no se está entretejiendo en la soldadura).
Encogimiento excesivo	Tiempo de enfriamiento del molde demasiado corto. Temperatura del molde demasiado elevada. Temperatura del material demasiado elevada.
Mala concentricidad	La clavija para núcleos está torcida o desalineada. Velocidad excesiva de la inyección. Cerraduras cónicas gastadas.

Si persiste el problema, aun cuando se han hecho los esfuerzos razonables para resolverlo, se recomienda que se ponga en contacto con el representante del servicio técnico de Eastman que le corresponda, en la dirección que aparece en la tapa posterior de esta publicación.



EASTMAN

Eastman Chemical Company

P.O. Box 431

Kingsport, TN 37662-5280 U.S.A.

Teléfono

En EE.UU. y Canadá: 800-EASTMAN
(800.327.8626)

Desde otros sitios: (1) 423.229.2000

Fax: (1) 423.229.1193

www.eastman.com

E-mail: info@eastman.com

Las Hojas de Datos sobre Seguridad de Materiales (Material Safety Data Sheets), que estipulan las precauciones de seguridad que se deben observar durante el almacenamiento o la manipulación de los productos Eastman, están disponibles en línea o cuando las solicite. Usted deberá obtener y revisar la información disponible en relación con la seguridad del material antes de manipular cualquiera de estos productos. En caso de que los materiales mencionados no sean productos Eastman, las precauciones de higiene y seguridad industrial recomendadas por sus respectivos fabricantes deberán ser observadas.

Ni Eastman Chemical Company ni ninguna de sus afiliadas de ventas será responsable por el uso de esta información, o de cualquier producto, método, o aparato mencionados. Usted debe de tomar su propia decisión sobre la forma apropiada de utilizarlos en cada caso determinado, considerando la protección del ambiente, la salud y seguridad de sus empleados y los consumidores de sus productos. No se garantiza la comerciabilidad y conveniencia de ningún producto, y nada de lo aquí expuesto repudia ninguna de las condiciones de venta del Vendedor

Eastman y el logotipo de Eastman son marcas registradas de Eastman Chemical Company.

© Eastman Chemical Company, 2007.

Publication CP-S29

Enero 2007

Impreso en EE.UU.