

LOS "DIEZ PRINCIPALES" PROBLEMAS PRESENTADOS EN EL MOLDEO POR INYECCIÓN

Parte II.

F. Núñez, E. A. Poppe, Karl Leidig, Karl Schirmer - DUPONT
 ® Reproducido con la autorización expresa del editor

En esta segunda y última edición se tratarán los siguientes temas:

- 6. Temperatura de molde
- 7. Pobre acabado superficial
- 8. Problemas con los sistemas de canal caliente
- 9. Alabeos
- 10. Depósitos de molde

6. TEMPERATURA DE MOLDE

Cuando se inyectan plásticos semicristalinos tales como el POM (acetil), la PA (nylon), el PBT o el PET (poliésteres) es importante

asegurarse de que la temperatura de la superficie del molde es la correcta. Los requerimientos básicos para un óptimo proceso se encuentran en el diseño del molde. Tan solo con un molde bien diseñado el inyector será capaz de producir piezas de buena calidad con la ayuda de un equipo que controle la temperatura. Sirva esto para hacer una llamada a la cooperación en el diseño del molde durante la fase de desarrollo, para de esta manera evitar problemas de producción más adelante.

Posibles consecuencias negativas de una temperatura de molde inadecuada

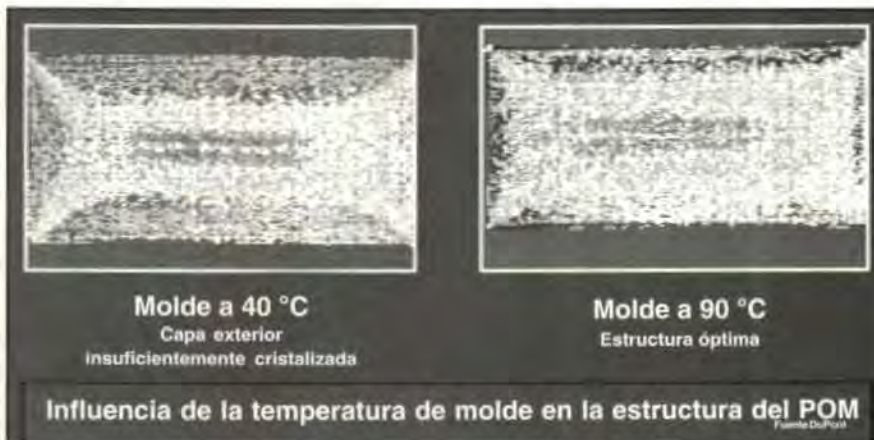
El síntoma más fácil de reconocer consiste en un pobre aspecto

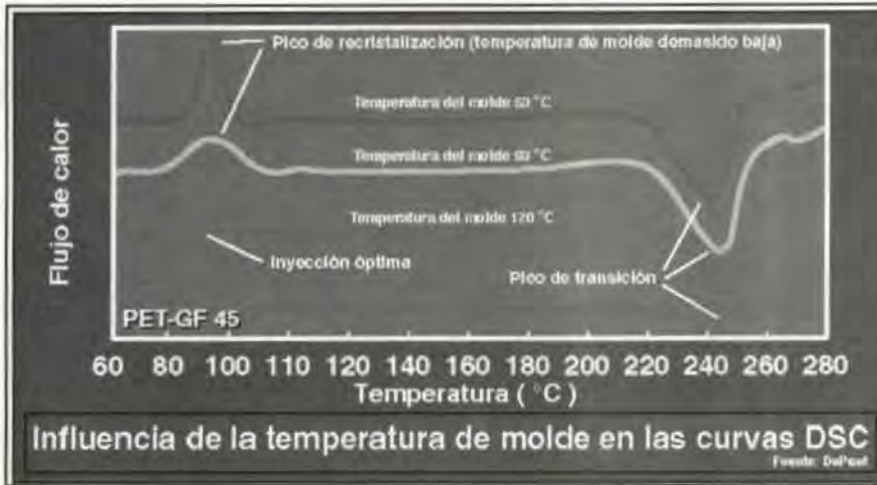
superficial de las piezas producidas. La causa suele ser una temperatura de molde demasiado baja.

La contracción de moldeo y la post-contracción en materiales semicristalinos es altamente dependiente de la temperatura de molde y del espesor de pared de la pieza. Una disipación irregular del calor en el molde puede por tanto provocar diferencias de contracción. Ello puede traducirse en una imposibilidad de mantener las tolerancias de la pieza. En las peores condiciones la contracción puede ser superior a las calculadas, tanto si se trabaja con resinas cargadas como sin carga.

Cuando las dimensiones de la pieza se hacen cada vez más pequeñas con el uso en aplicaciones con altas temperaturas, será generalmente debido al empleo de temperaturas de molde muy bajas. Con temperaturas muy bajas en la superficie de la figura la contracción de moldeo puede ser muy pequeña, siendo la post-contracción mucho más elevada.

Un periodo de arranque muy largo antes de que se estabilicen las dimensiones, será indicador de un pobre control de temperaturas de molde, ya que la temperatura del molde irá en aumento durante un





largo periodo de tiempo hasta que se alcance el equilibrio.

Un molde con mala disipación de calor en algunas zonas del mismo puede causar un aumento del tiempo de ciclo, provocando un aumento del coste de la operación.

En ocasiones, se puede llegar a detectar el uso de temperaturas de molde inadecuadas mediante métodos de laboratorio como el análisis de la estructura (vg. en el caso de POM) y un examen con DSC (differential scanning calorimetry, vg. con PET).

Recomendaciones para el correcto ajuste de la temperatura de molde

Cada vez se esta haciendo más difícil crear las condiciones más efectivas para el control de las temperaturas del molde debido a la creciente complejidad de estos. Excepto para piezas simples, el sistema de control de temperaturas es siempre un tema de resolución de compromisos. Por esta razón, la lista de recomendaciones que se presenta debe ser vista sólo como una guía de carácter general.

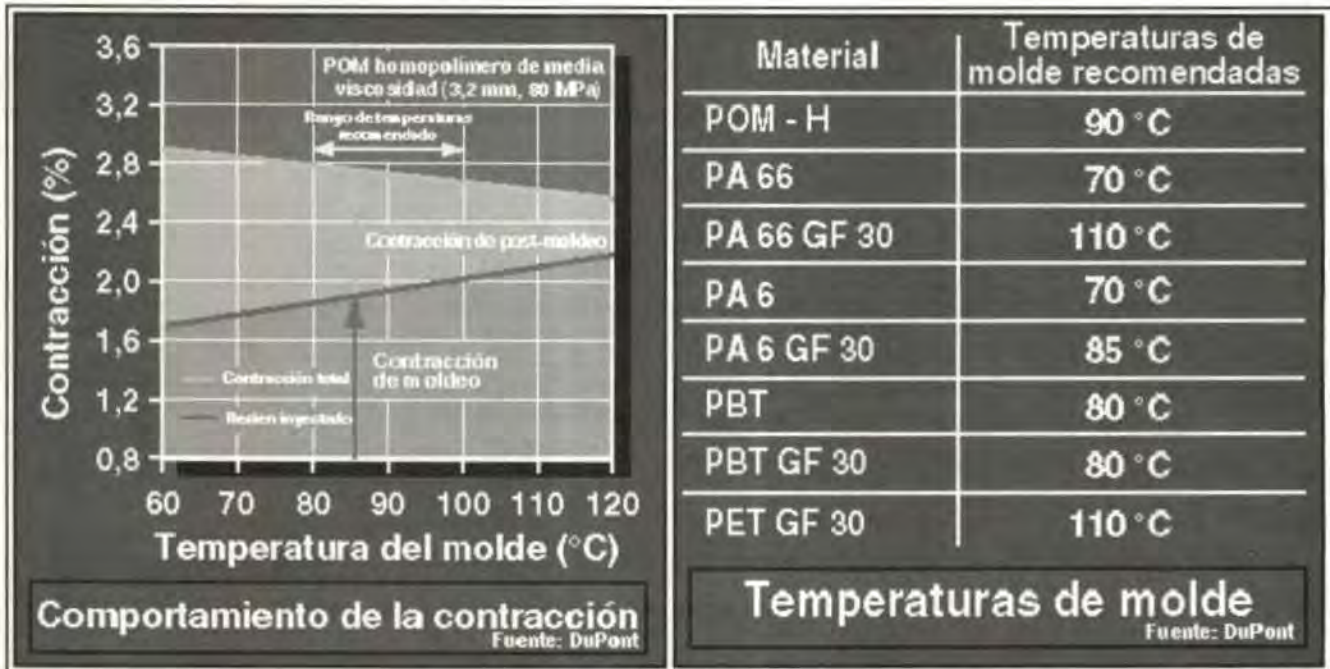
- El control de la temperatura de la cavidad debe considerarse

durante la fase de diseño del molde.

- Cuando se diseñan moldes para pequeñas coladas con grandes dimensiones, es muy importante durante la construcción facilitar una buena transferencia térmica posterior.
- Dimensionar generosamente las secciones de los canales en el molde y en las líneas de conducción del fluido. No emplear elementos que puedan restringir de forma importante el flujo del fluido empleado para el control de la temperatura del molde.
- Siempre que sea posible emplear agua presurizada como el medio de controlar la temperatura.
- Especificar el comportamiento del equipo de control de temperatura que se ajuste al molde. Los datos técnicos del moldista deben aportar los valores necesarios sobre las velocidades de flujo.
- Utilizar placas aislantes térmicamente entre los platos de la máquina y cada una de las mitades del molde.
- Emplear unidades de control

distintas para la parte móvil y la parte fija del molde.

- Emplear sistemas de control de temperatura independientes para cualquier corredera, machos o accionamiento que pudiera existir, de tal modo que se puedan ajustar diferentes temperaturas de inicio para la puesta en marcha del proceso.
- Conectar siempre distintos circuitos de control de temperatura en serie, nunca en paralelo. Si los circuitos se encuentran en paralelo, pequeñas diferencias en la resistencia al flujo pueden causar diferencias en las velocidades volumétricas del flujo del líquido que se este empleando para refrigerar, de tal forma que las variaciones de temperatura serán mayores que en el caso de emplear una conexión en serie. (La conexión en serie funcionará bien si la diferencia de temperatura es inferior a 5 °C entre la entrada y salida del molde.)
- Siempre será recomendable disponer de indicadores para la temperatura de entrada al molde y la de salida.
- Con la intención de realizar un



6.4

6.5

mejor control del proceso será recomendable disponer de un sensor de temperatura en el molde, de tal forma que se pueda comprobar la temperatura del mismo durante la producción.

El equilibrio térmico en el molde no se establece hasta transcurridos un cierto número de inyectadas en ciclo, normalmente por encima de las 10 inyectadas. La temperatura real de equilibrio dependerá de muchos factores. La temperatura real de la superficie del molde podrá medirse mediante un termopar colocado en el molde (a 2 mm de la superficie) o más comúnmente mediante un pirómetro aplicado al molde manualmente. La sonda del pirómetro debe ser de respuesta rápida, y la temperatura del molde debe tomarse en varios puntos del mismo, no solamente una vez para cada lado. Una vez mediadas las temperaturas se actuará sobre las unidades de control para ajustar la misma al valor adecuado. La información técnica para los diferentes materiales incluye las temperatura recomendadas para el molde. Estas recomendaciones siempre repre-

sentan el mejor compromiso entre un buen acabado superficial, propiedades mecánicas, contracción y tiempo de ciclo.

Para la inyección de piezas de precisión y de piezas que deben cumplir estrictas especificaciones estéticas o de seguridad generalmente tienden a utilizarse altas temperaturas de molde (obteniendo post-contracciones inferiores, superficies más brillantes, y propiedades más uniformes). Técnicamente, las piezas que no son tan críticas que deben ser producidas con el mínimo costo posible podrán inyectarse con temperaturas de molde inferiores. De cualquier modo, el inyector debe tener en cuenta las desventajas de esta opción y comprobar la calidad de las piezas, para asegurarse de que éstas siguen cumpliendo las especificaciones del cliente.

7. POBRE ACABADO SUPERFICIAL










Los termoplásticos de ingeniería parcialmente cristalinos como el POM (acetato), la PA (nylon), el PBT o el

PET (poliesteres) se utilizan primordialmente por sus excelentes propiedades mecánicas, térmicas y eléctricas. Otras ventajas sobre los materiales amorfos incluyen su excelente resistencia química y una baja tendencia al fallo por STRESS CRACKING. En muchas aplicaciones existe una demanda adicional de ofrecer una alta calidad superficial. Este artículo pretende ayudar a eliminar posibles defectos superficiales.

Definición y localización de los defectos superficiales.

Para resolver el problema de los defectos superficiales se debe examinar previamente la posición precisa del defecto, y cuando se vuelve evidente. De esta forma será recomendable observar la superficie de la pieza durante el proceso de inyección. Los puntos que será necesario tener en cuenta se muestran a continuación.

- ¿El defecto se produce en cada inyectada o irregularmente?

Síntoma	Grados	Donde y cuando	Causa posible	Posible eliminación
Ráfagas en la dirección del flujo 	todos	<ul style="list-style-type: none"> en cada inyectada cubriendo grandes superficies 	<ul style="list-style-type: none"> material húmedo (PA) degradación térmica 	<ul style="list-style-type: none"> comprobar la humedad del material comprobar el secado comprobar la temperatura de la masa
Tipo mármol 	grados cargados con mineral	<ul style="list-style-type: none"> en cada inyectada tras cantos vivos cerca de la entrada 	<ul style="list-style-type: none"> demasiado rozamiento migración de la piel fría 	<ul style="list-style-type: none"> reducir la velocidad de inyección (utilizar perfil) redondear los cantos vivos aumentar la sección del punto de inyección
Infundido 	todos, especialmente grados cargados	<ul style="list-style-type: none"> usualmente sólo sucede en un punto a través de todo el espesor de pared 	<ul style="list-style-type: none"> infundido o masa inhomogénea proveniente de la boquilla de máquina o del canal caliente que ha llegado a la cavidad 	<ul style="list-style-type: none"> interceptar el infundido aumentar la temperatura de la boquilla
Rechupes 	todos, especialmente grados sin reforzar	<ul style="list-style-type: none"> opuesto a nervios cerca de acumulaciones de masa 	<ul style="list-style-type: none"> gran contracción cerca de las acumulaciones de masa ya que la presión de mantenimiento no ha sido efectiva durante el tiempo suficiente 	<ul style="list-style-type: none"> mejorar el diseño, vg. hacer los nervios más doblados y homogeneizar los espesores Cambiar la posición del punto de inyección
Superficie quemada 	todos	<ul style="list-style-type: none"> siempre en el mismo sitio (cerca de las líneas de soldadura y al final del flujo) 	<ul style="list-style-type: none"> oxidación por aire comprimido que no puede escapar (efecto Diesel) 	<ul style="list-style-type: none"> realizar o mejorar las salidas de gases llenar más despacio
Partículas infundidas 	todos los grados, especialmente sin reforzar	<ul style="list-style-type: none"> esporádicamente en distintas posiciones 	<ul style="list-style-type: none"> el material no se ha fundido y no está lo suficientemente homogéneo 	<ul style="list-style-type: none"> comprobar la temperatura de la masa (quizás demasiado baja) aumentar la contrapresión comprobar la velocidad de rotación del husillo emplear husillo mayor (mayor tiempo de residencia)
Efecto chorro, gusanillo 	todos	<ul style="list-style-type: none"> en cada inyectada iniciándose normalmente desde el punto de inyección 	<ul style="list-style-type: none"> chorro de masa propulsado por la estrangulación del punto de inyección al interior de la cavidad no se opone una resistencia al flujo que fuerce un flujo laminar 	<ul style="list-style-type: none"> llenar más despacio (utilizar perfil) para obtener un flujo laminar oponer un obstáculo al flujo enfrente del punto de inyección Cambiar el punto de inyección
Marcas marrones irregulares 	todos	<ul style="list-style-type: none"> de 5 a 15 inyectadas son correctas, en las siguientes 1 a 2 inyectadas aparece el defecto, para seguir otras 5 a 15 inyectadas buenas, etc 	<ul style="list-style-type: none"> punto de retención en la boquilla o en el canal caliente (vg. la cámara del canal). Tan sólo cuando el material está degradado es forzado a seguir el flujo. Entonces el punto de retención se llena con material fresco, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> quitar el punto de retención mejorar uniones entre elementos.
Superficies rugosas, blanquecinas 	grados cargados	<ul style="list-style-type: none"> cerca del final del flujo tras cantos y pasillos cerca de nervios 	<ul style="list-style-type: none"> el frente de flujo se para por un corto instante durante el llenado el polímero cristaliza antes de ser forzado contra la pared del molde fibras de vidrio cerca de la superficie 	<ul style="list-style-type: none"> aumentar la velocidad de inyección comprobar la temperatura de la masa, que quizás sea demasiado baja comprobar el cambio a segunda (no llenar con la segunda presión)

Defectos superficiales típicos y su eliminación

Fuente: DuPont

- ¿Se produce el defecto siempre en la misma cavidad?
- ¿Se produce el defecto siempre en el mismo lugar de la colada?
- ¿Puede predecirse el defecto mediante un estudio de llenado del molde?
- ¿Se hace evidente el defecto ya en la mazarota?
- ¿Cómo reacciona el defecto cuando se utiliza un nuevo lote de material?
- ¿Se produce el defecto tan solo con una máquina o con otras también?

Análisis de las posibles causas de defectos superficiales

Los defectos superficiales pueden venir producidos por una multitud de factores tales como:

- Material: secado, calidad de la mezcla, presencia de contaminantes (cuerpos extraños)
- Condiciones de inyección: temperatura de la masa, velocidad de inyección y punto de cambio a segunda presión.
- Condiciones de la máquina de inyección, vg. rozamiento y zonas de retención.
- Diseño del sistema de canales calientes (canales, retenciones de material, etc.)
- Diseño del molde, posición del punto de inyección, su forma y tamaño, pozo frío, salidas de gases, etc.
- Aditivos como los pigmentos.
- El polímero contenido en el

material o la mezcla.

Conclusiones a extraer de los defectos superficiales

1. Defectos regulares localizados

Si el defecto superficial se produce regularmente en el mismo sitio, ello indica que existe un problema en la boquilla de la máquina o en la boquilla del canal caliente. El tamaño y la forma de los canales, punto de inyección o la pieza en sí misma pueden ser las responsables, vg. cantos vivos, cambios bruscos en el espesor de pared, etc. Otra causa pueden ser las condiciones de inyección tales como el perfil de la inyección o el punto de cambio a segunda.

2. Defectos irregulares localizados

Cuando los defectos superficiales se producen de forma irregular en diferentes puntos, se debe observar el material (calidad del material, presencia de polvo). Factores como una baja temperatura de masa, contrapresión, velocidad del husillo y retracción del husillo pueden también jugar un papel importante.

3. Defectos superficiales que cubren grandes zonas

Usualmente, este tipo de defectos se extienden a toda la pieza y son visibles ya en la mazarota. En este caso, se debe vigilar si se ha producido descomposición. Ello puede realizarse haciendo una inyección al aire y observando si, por ejemplo, hay presencia de burbujas. En el caso de sistemas de canal caliente, este método se puede utilizar con una efectividad limitada. La descomposición de la masa puede ser debida a la degradación del polímero o la descomposición de los aditivos, causadas por un sobrecalentamiento

o largos tiempos de residencia. En el caso de polímeros higroscópicos, una parte importante podrá deberse a la degradación por hidrólisis si el material no ha estado lo suficientemente seco.

Recomendaciones generales

Las piezas hechas con polímeros técnicos parcialmente cristalinos preferiblemente no se fabricarán empleando sistemas de canal caliente si se requiere de un perfecto acabado superficial. Será aconsejable en estos casos emplear un subcanal frío que aisle térmicamente la boquilla de la cavidad, reduciendo por tanto el riesgo de defectos superficiales.

El infundido que proviene de la boquilla de máquina o de la boquilla del canal caliente deberá interceptarse por un depósito especial que se situará enfrente de la mazarota para tal efecto. De este modo, el infundido no podrá alcanzar la cavidad.

La siguiente lista incluye varios defectos superficiales así como pistas para su eliminación. De cualquier modo, en la práctica aparece más de un defecto superficial simultáneamente, lo que hace cualquier investigación para determinar su origen y su eliminación mucho más difícil.

8. PROBLEMAS CON CANALES CALIENTES

Cuando se inyectan termoplásticos de ingeniería parcialmente cristalinos, la elección de un sistema de canales calientes adecuado determina la funcionalidad del molde y la calidad de las piezas obtenidas. En estas circunstancias, la temperatura debe controlarse de forma mucho más estricta que el caso de emplear materiales amorfos. El tipo de canales calientes empleado, y su instalación, determinan las propiedades de la pieza acabada. Este artículo trata los puntos

más importantes que deben tenerse en cuenta cuando se elija el sistema de canales calientes más adecuado para POM (acetal), PA (nylon), PBT y PET (poliésteres).

¿Qué sucede cuando se utiliza un sistema de canales calientes poco adecuado?

Sistemas de canales calientes poco adecuados por lo general provocan caídas de presión muy elevadas; si pueden llegar a usarse, sólo se podrá hacer con temperaturas muy elevadas. Ello provocará en la mayoría de los casos la degradación del polímero, con todas las consecuencias que ya se describieron en la sección 5 de esta serie, llamado "Temperatura de masa Inadecuada". También podrán aparecer ráfagas, decoloraciones y defectos superficiales debido a un sobrecalentamiento local. El resultado de la descomposición del material puede causar abrasión y otros efectos indeseables debidos a

la degradación del producto.

¿Qué puntos deberán tenerse en consideración?

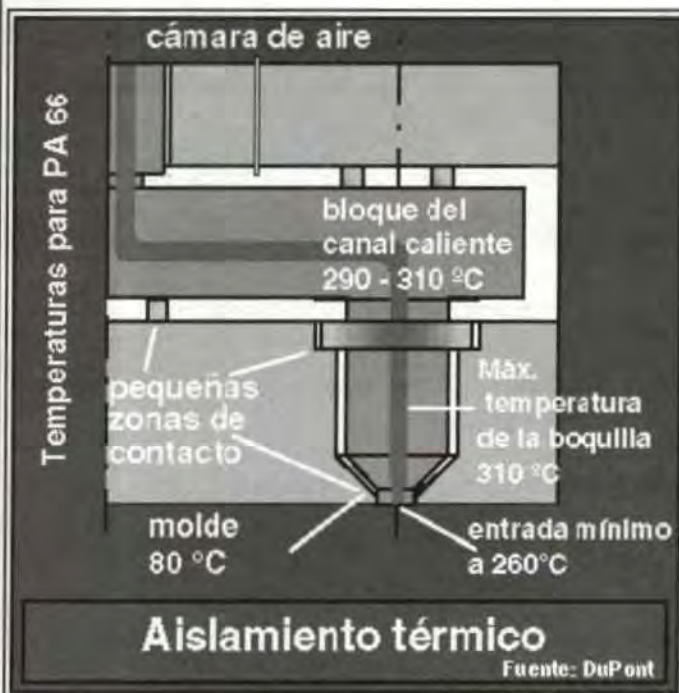
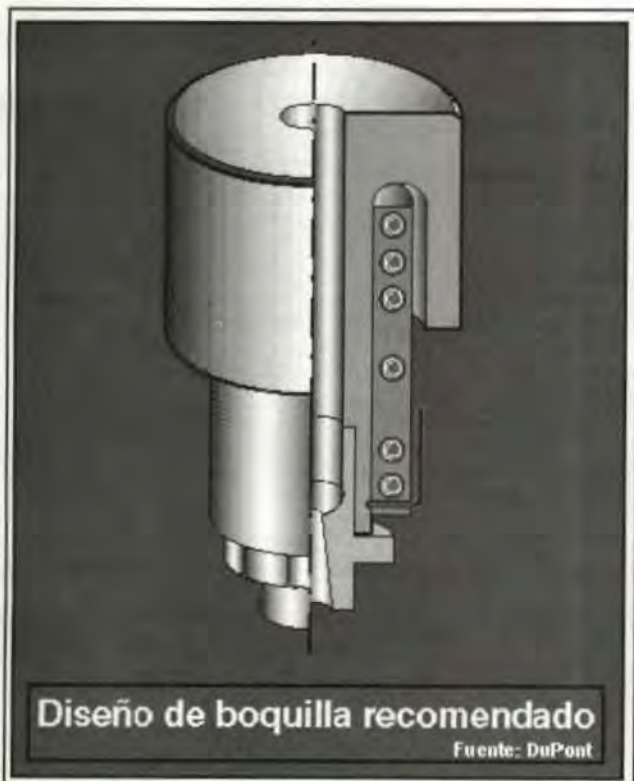
Todos los polímeros indicados anteriormente tienen un cierto margen entre la temperatura recomendada para la masa y su temperatura de solidificación. Será portanto necesario aislar térmicamente los canales calientes de los subcanales y las boquillas.

Las boquillas deben localizarse de tal manera que la distribución pueda quedar equilibrada de forma natural. Este es el único modo de asegurar caídas de presión uniformes y tiempos de residencia del material iguales para todas las cavidades del molde.

En el caso de inyectadas pequeñas, de poco peso, es preferible emplear entradas indirectas en contraposición a entradas directas sobre todo con materiales reforzados con fibra de

vidrio. La cantidad de material que pasa por cada boquilla caliente aumenta facilitando el control de la cantidad de calor transmitida al compuesto. Las dimensiones de las boquillas calientes pueden ser mayores mientras que los puntos de inyección permanecen pequeños en subcanales fríos. De cualquier forma, se debe emplear un pozo frío situándolo enfrente de la boquilla caliente. Este es el único modo de prevenir la introducción de material frío en la pieza.

Deben utilizarse controles de temperatura independiente para cada una de las partes del canal caliente: boquilla central, canales y boquillas calientes. De este modo se podrá equilibrar independientemente cada una de ellas con relación a la sensibilidad térmica de cada uno de los compuestos. Deben emplearse equipos de control que garanticen unas temperaturas constantes mediante la regulación de los equipos de potencia (por ejemplo: PID).



8.1

8.2



8.3



8.4

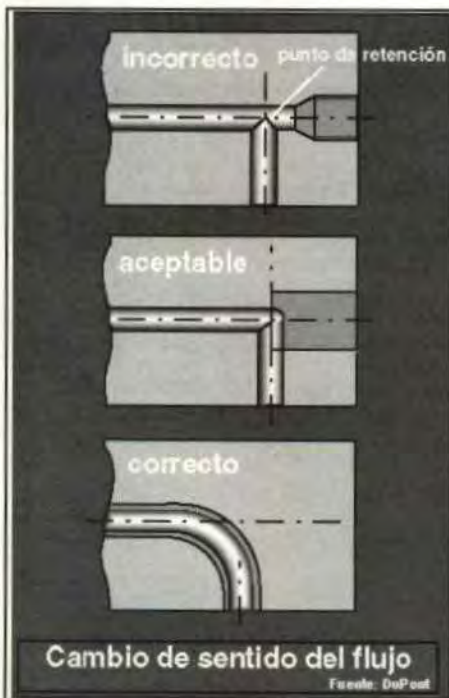
El sistema de canales calientes debe montarse mecánicamente del mismo modo que el sistema de expulsión. El molde queda debilitado en la zona del canal y ello debe ser compensado tanto como sea posible. La disposición de circuitos de atemperado en las cercanías de las boquillas calientes

permiten un control adecuado de las temperaturas del molde en la superficie de las cavidades.

Criterios de selección de las boquillas y los canales calientes

La mejor elección suele encontrarse

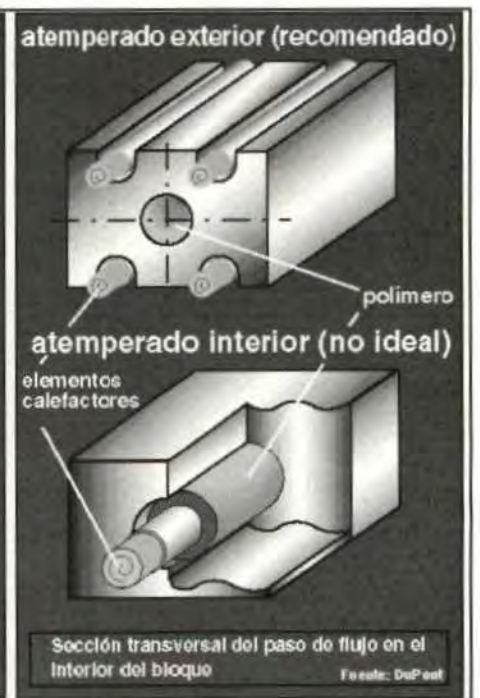
en el uso de canales con toda su sección libre para el paso del polímero incorporando de forma simétrica calefactores a ambos lados de los mismos. Sistemas con calefacción interna que sólo permiten el paso del polímero por una sección anular, alrededor del calefactor, provocan una



8.5



8.6



8.7

excesiva pérdida de presión siendo recomendable evitarlos en la medida de lo posible.

En el caso de materiales con alta sensibilidad térmica como el caso de los poliacetales (POM) y compuestos ignífugos, los empalmes en los canales deben ser lo más perfecto posible.

Las boquillas deben ser abiertas con una sección de paso completa, calefactadas exteriormente. La división de la columna de polímero en otras más pequeñas debe evitarse sobre todo en las inmediaciones de la entrada o punto de inyección. En la etapa de construcción debe adaptarse la distribución de las resistencias eléctricas necesarias para una distribución equilibrada de temperaturas. Resulta ventajoso emplear cabezas de boquilla intercambiables cuando se deban utilizar materiales abrasivos. Además, podrán alcanzarse ciertos compromisos con el uso de pequeños torpedos.

Generalmente se desaconseja el uso de boquillas con válvula para la inyección con POM. Si la conveniencia al utilizar otros materiales recomienda el uso de boquillas con válvula, debe utilizarse la combinación con sistemas de aguja que mantienen las caídas de presión lo más bajas posible. En el mercado se encuentran muchos sistemas de canal caliente que ofrecen excelentes resultados observando las recomendaciones que aquí se han expuesto.

9. ALABEOS

Las sustancias parcialmente cristalinas tales como el POM (acetal), la PA (nylon), el PBT y el PET (poliésteres) tienden a alabearse mucho más que las amorfas. Ello debe incluso tenerse en cuenta ya durante el diseño de moldes y piezas. Si no se hace de este modo, es casi



imposible rectificar en una etapa posterior. En este artículo se tratan las causas que provocan el alabeo y las acciones que pueden tomarse para su prevención y reducción.

¿Cuáles son las principales causas del alabeo?

En los materiales parcialmente cristalinos la contracción es relativamente alta y está influenciada por un número de factores. En el caso de materiales sin reforzar, el alabeo está fuertemente influenciado por el espesor de pared y las temperaturas de la superficie del molde. Grandes diferencias en los espesores de pared e inadecuadas temperaturas superficiales en el molde pueden causar el

alabeo de las piezas inyectadas. En el caso de materiales reforzados con fibra de vidrio se harán evidentes las características de contracción totalmente diferentes debido a la orientación de las fibras de vidrio. El efecto producido sobre la contracción por las diferencias en espesor de pared se hace despreciable. En este caso, la principal causa de alabeo es la diferencia entre la orientación longitudinal y transversal de las fibras de vidrio en la dirección del flujo. El alabeo es debido esencialmente a la distribución de espesores de pared, posición del punto de inyección, restricciones de flujo y uniones, así como de la rigidez inherente del diseño de la pieza.





Estas diversas causas de alabeo, dependiendo de si el material está reforzado o no, frecuentemente provocan un fenómeno de deformación contrario en la misma pieza.

¿Cómo puede prevenirse el alabeo?

Será necesario emplear espesores de pared uniformes al utilizar materiales no reforzados. Deben de evitarse en lo posible cualquier punto de acumulación de masa. Se pueden emplear entradas multipunto para alcanzar altos gradientes de presión y reducir al mínimo las diferencias de contracción. El sistema de atemperación del molde debe diseñarse de tal modo que el calor pueda disiparse lo más uniformemente posible (ver el artículo número 6 de esta serie).

Con materiales reforzados con fibra de vidrio, la simetría de la pieza inyectada es tan importante como la uniformidad de las paredes. Piezas asimétricas dificultan el flujo de masa así como su orientación, y pueden ser causa de alabeo. En el caso de piezas asimétricas será por tanto necesario balancear el flujo mediante la incorporación de elementos conductores del flujo durante la fase de planificación y diseño del molde. También es de gran importancia la posición del punto de entrada; cada bifurcación y cada línea de unión

puede ser una causa potencial de alabeo.

¿Qué posibilidades tiene el inyector?

Asumiendo que la pieza inyectada, la entrada y el molde han sido diseñados correctamente, el inyector puede controlar el alabeo hasta un cierto punto por medio de la presión de mantenimiento o segunda presión y la temperatura del molde. Es una práctica normal el uso de diferentes circuitos de atemperación para el control de la disipación de calor en el molde.

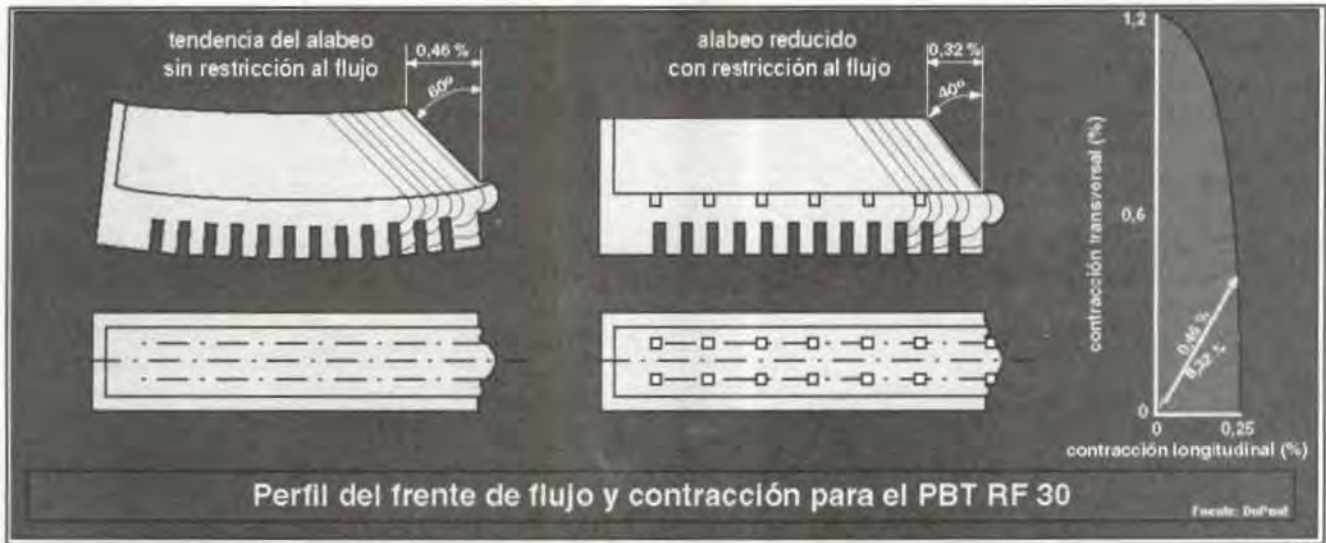
En el caso de materiales reforzados, se observará una pequeña mejora cambiando la velocidad de inyección y la temperatura de molde. Si durante la etapa del diseño de la pieza y del molde no se ha previsto la posibilidad de aparición de alabeo en la pieza, no podrá rectificarse mediante la modificación de las condiciones de inyección.

¿Qué se puede hacer cuando aparece el alabeo?

La primera acción, y más especialmente en el caso de materiales reforzados con fibra de vidrio, consistirá en llevar a cabo un estudio de llenado del molde. Por ejemplo, mediante un proceso de inyecciones parciales

progresivas hasta acabar con el llenado completo. Mediante el estudio del perfil del frente de flujo se puede llegar a reconstruir la orientación de las fibras en la pieza. Tomando como referencia la curva de contracciones para el material cargado, se pueden tomar algunas medidas para reducir el alabeo, por ejemplo la incorporación de venas fluidas en la pieza o restricciones al paso del flujo. Ello alterará el frente de flujo con un efecto directo sobre el alabeo.

Este método requiere una gran dosis de experiencia práctica y, al mismo tiempo, mejora los conocimientos de los participantes sobre las precauciones a tomar en casos futuros. A su vez está limitado, debido a las propiedades del material virgen y a sus propiedades físicas. No será posible obtener la misma planitud con polímeros semicristalinos que con polímeros amorfos. A este respecto, vale la pena hacer referencia a las mezclas de materiales semicristalinos de baja deformación. Éstos representan un compromiso entre propiedades y alabeo, debido a la modificación química o a la combinación de diferentes componentes de refuerzo. Por último, y a su vez el método más costoso consiste en la modificación del molde. Si ya existe experiencia en piezas similares, la modificación-inclusión de insertos que corrijan la deformación son la mejor



Perfil del frente de flujo y contracción para el PBT RF 30

solución para tratar piezas críticas.

10. DEPÓSITOS EN LA SUPERFICIE DEL MOLDE

Estos pueden producirse con prácticamente todos los termoplásticos. Con el aumento de la demanda de productos más elaborados, también aumenta el número de aditivos que incorporan, por ejemplo modificantes, inifugantes, etc. Estos aditivos pueden con cierta frecuencia provocar la formación de depósitos sobre la superficie del molde.

Existen muchas otras razones asociadas a la formación de depósitos de molde. Las más comunes son:

- descomposición térmica
- exceso de fricción
- inadecuadas salidas de gases.

Estos tipos de depósitos acostumbran a ser combinación de diferentes factores y será ciertamente complicado encontrar cual es la causa exacta de los mismos y cómo prevenirlos. Uno de los problemas es que con frecuencia éstos aparecen a

los días de estar en producción.

Tipos de depósitos

Cada grupo de aditivos produce un tipo específico de depósitos. Los retardantes de llama pueden reaccionar a altas temperaturas, formando productos de descomposición que pueden a su vez producir depósitos. Los modificantes de impacto quedan afectados no sólo por un exceso de altas temperaturas sino también por un excesivo rozamiento. Los modificadores, pueden bajo condiciones desfavorables, desasociarse del polímero y formar depósitos sobre la cavidad del molde.

Los pigmentos en termoplásticos de ingeniería que precisan de altas temperaturas de masa, pueden reducir la estabilidad del compuesto, provocando depósitos que consisten en productos provenientes de la degradación del polímero y de la descomposición del pigmento.

Los depósitos pueden aparecer de forma repentina

Si los depósitos aparecen de forma

repentina puede ser debido a cambios en las condiciones de inyección, o del material cuando se cambia de lote. Esperamos que los siguientes comentarios le sean de utilidad:

En primer lugar, la temperatura de la masa debe medirse y la masa comprobarse visualmente buscando señales de descomposición, por ejemplo la presencia de partículas quemadas. Se debe a la vez comprobar que el material de inyección no haya sido contaminado por sustancias extrañas y que tampoco se haya utilizado un material de purga incompatible con el de fabricación. Comprobar las salidas de aire del molde. El siguiente paso consistirá en operar la máquina con material natural o con colores pastel (pero no con negro). La máquina deberá pararse entonces durante 20 minutos. Se desmontarán la boquilla, el adaptador y posiblemente el husillo. Una inspección del material en busca de partículas quemadas, comparando su color con el color claro del material original llevará a una rápida localización de la causa del problema.

Esta técnica ha revelado en muchas ocasiones sorpresas interesantes, pero es realmente aplicable sólo a

Posibles causas		Posibles remedios
Descomposición térmica	Temperatura de masa muy alta, tiempo de residencia muy alto.	<ul style="list-style-type: none"> • medir la temperatura de masa y reducirla a los niveles recomendados • comprobar el material purgado para observar señales de descomposición, ej.: formación de burbujas, o gas en la masa • ajustar las temperaturas del cilindro según el tiempo de residencia • asegurar el aislamiento de la cámara caliente, comprobar el control de temperaturas y reducirlas
	Puntos ciegos en la boquilla, cerca de la válvula anti-retorno, desgaste del cilindro, puntos ciegos en la cámara caliente.	<ul style="list-style-type: none"> • hacer evidente la existencia de puntos ciegos mediante el cambio de color. Ciclos de limpieza excesivamente largos indican un purgado deficiente • examinar los componentes sospechosos (boquilla, adaptador, husillo, canal caliente) en busca de puntos ciegos y repararlos o sustituirlos
	Polímeros o aditivos con insuficiente estabilidad térmica.	<ul style="list-style-type: none"> • reducir el tiempo de residencia utilizando cilindros pequeños. Asegurar un colchón mínimo. Mantener la succión al mínimo para evitar la oxidación • emplear productos normales (sin modificantes ni pigmentos, etc.) como prueba • presecar para evitar la presencia de sustancias volátiles
Alto cizallamiento	Paredes delgadas o longitud de flujo muy larga, provocando un alto cizallamiento	<ul style="list-style-type: none"> • hacer las paredes más gruesas o incorporar venas fluidas • aumentar el número de entradas para reducir las longitudes de flujo • cambiar el sistema de entradas, posible uso de canal caliente • aumentar la temperatura de masa
	Alto cizallamiento debido a una entrada demasiado pequeña	<ul style="list-style-type: none"> • aumentar las dimensiones de la entrada • rediseñar la entrada • aumentar el número de entradas
	Alto cizallamiento debido a rápida inyección	<ul style="list-style-type: none"> • programar o reducir la velocidad de llenado • aumentar la temperatura de la masa
Ventilación insuficiente	<ul style="list-style-type: none"> • emplear cavidades con salidas de gases o mejorar el sistema de ventilación • emplear salidas de gases auto-implantes para asegurar una renovación de aire consistente 	
Temperatura del molde muy alta	<ul style="list-style-type: none"> • medir la temperatura del molde después de la fase de arranque y reducirla a los niveles recomendados • reducir el sobrecalentamiento de los noyos mediante el ajuste de los controles de temperatura en el molde 	
<p>Posibles causas y remedios para los depósitos de molde</p> <p>Fuente: DuPont</p>		

10.1

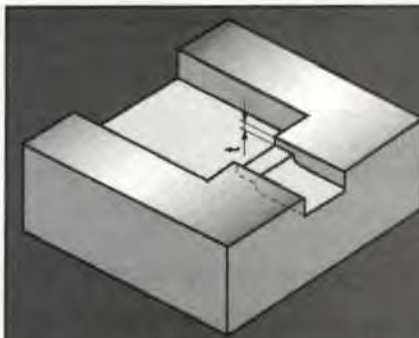
máquinas pequeñas (hasta un diámetro de husillo de 40 mm). La eliminación de las posibles causas producirá definitivamente una mejora de la calidad incluso cuando se trabaje con otros materiales. Un procedimiento similar puede adaptarse con sistemas de canales calientes.

Cuidado de los moldes

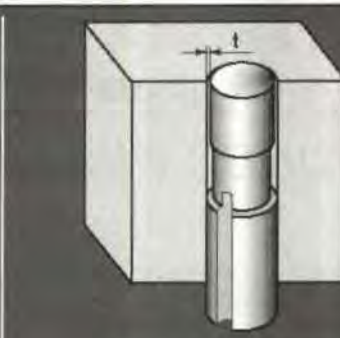
Si no se puede prevenir la formación de los depósitos con ninguna de las medidas descritas arriba, se debe prestar especial atención a los moldes.

Se ha descubierto que los depósitos

sobre la superficie del molde pueden extraerse hasta cierto punto fácilmente en las etapas iniciales. Las cavidades y las salidas de gases deberán entonces limpiarse a los intervalos específicos, por ejemplo, al finalizar cada turno. Una vez que se ha formado una capa gruesa el depósito se hace muy difícil de extraer.



superficie divisoria en el molde



utilizando un eyector

Material	t*
POM	0,03 mm
PA	0,02 mm
PET	0,02 mm
PBT	0,02 mm
TEEE	0,03 mm

* en el caso de grados de baja viscosidad y donde no debe aparecer rebabas, partiremos de salidas de gases de una hendidura mínima

Recomendación de la profundidad de la salida de gases

Diseño típico de salidas de gases

Fuente: DuPont

Debido a que los depósitos son de una gran variedad de composiciones químicas, se deben de realizar pruebas para la determinación de cuál es el mejor disolvente para su limpieza. A parte de los disolventes clásicos, a menudo se han descubierto sustancias no consideradas disolventes que solucionan el problemas, por ejemplo, limpiadores de horno o refrescos conteniendo cafeína. Otro truco consiste en el uso de gomas limpiadoras tal como se utilizan para vías

Recomendaciones para la prevención de la formación de depósitos

Cuando se inyecten compuestos sensibles térmicamente utilizando cámaras calientes, se debe recordar



Depósitos en hoyos sobrecalentados Fuente: DuPont

que el tiempo de residencia será mayor, por lo que a su vez será mayor el riesgo de degradación de los productos.

Los materiales sensibles a la fricción deben procesarse siempre utilizando canales y puntos de inyección de dimensiones generosas. Entradas multi-punto, que reducen los recorridos del flujo y que permite que el inyector reduzca la velocidad de inyección, suelen dar buenos resultados.

Con una eficiente ventilación (salidas de gases) del molde, reduce la tendencia a formar depósitos. Por tanto, será conveniente proveer de salidas de gases ya en el diseño del molde. Las salidas de gases autolimpiantes, o aquellas en las cuales resulta fácil su limpieza, son las preferidas. Mejoras en los sistemas de ventilación suelen producir una reducción de los depósitos sobre el molde.

En algunas ocasiones es posible aplicar unos recubrimientos especiales antiadherentes sobre la superficie del molde, los cuales evitan la formación de depósitos. Se deben realizar pruebas para asegurar la efectividad de este tipo de recubrimientos.

Para mayores detalles sobre los

productos DUPONT; y asistencia técnica en Colombia y Venezuela se pueden contactar con la señora: **Ana María Perdomo**, representante de DuPont en Colombia.

E-Mail: Ana-Maria.Perdomo@col.dupont.com
Teléfono: (1) 6292202
Santafé de Bogotá, Colombia

BIBLIOGRAFÍA

Información tomada de Internet de: www.dupont.com/enggpolymerseurope/techlit/topten/index_Es.html

NÚÑEZ, F.; POPPE, E. A.; LEIDIG, Karl; SCHIRMER, Karl. -- Plásticos de ingeniería: Los «diez principales» problemas de inyección

