

MOLDES DE INYECCION PARA PLASTICOS

PARTE. IV. CALIDAD DEL PRODUCTO MOLDEADO

Por : Ing. ANTONIO BOHORQUEZ

Un buen diseño del molde se refleja también en la calidad de la pieza inyectada, aunque como se verá a continuación, la calidad de la pieza depende de muchos factores, la mayoría ajenos al molde. En esta sección se analizarán los factores que influyen en la calidad debidos al molde.

A. EXACTITUD DIMENSIONAL

Al inyectar un producto se espera que éste cumpla con las medidas previamente determinadas y con rangos de tolerancias definidos. Para esto es necesario tener en cuenta las contracciones que sufre el termoplástico una vez se enfría dentro de la cavidad.

CONTRACION

Es la variación dimensional medida entre una pieza inyectada y el respectivo molde (léase macho y/o cavidad) a temperatura ambiente.

La contracción debe ser calculada lo más exactamente posible en el diseño del molde, aunque en la operación de inyección debe tratar de ajustarse mediante los parámetros de moldeo con el fin de obtener las dimensiones

solicitadas en la pieza.

El cálculo teórico exacto de la contracción es imposible hacerlo, dada la complejidad del proceso. De la práctica se deduce que la contracción depende de los siguientes factores:

1. Tamaño de la pieza
2. Forma de la pieza
3. Espesor de la pared
4. Temperatura de la masa
5. Temperatura del molde
6. Sistema de refrigeración del molde
7. Tiempo de post-presión
8. Presión y post-presión
9. Tiempo de enfriamiento
10. Dirección de flujo
11. Tamaño del punto de inyección
12. Ubicación del punto de inyección.

Además de esto, los valores de contracción varían según el tipo de termoplástico, aun siendo la misma clase de material, varía según la densidad o el índice de fluidez (Melt Index).

En una pieza inyectada se observan dos tipos

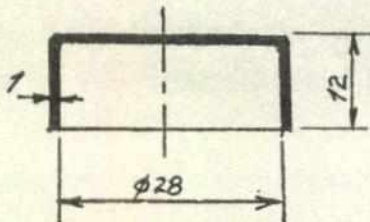
de contracción: Una en sentido paralelo al flujo y otra en sentido transversal. La primera es mayor que la segunda, pero la diferencia es muy pequeña, salvo en algunos materiales muy cristalinos como el polietileno.

En la tabla "Datos para la Construcción de Moldes de Inyección", publicada en el Boletín INFORMADOR TECNICO. No. 33 Pag. 7., se dan algunos valores muy utilizados en la construcción de moldes de inyección y soplado. Obsérvese que existe diferencia entre la contracción en el diámetro y en la longitud.

Ejemplo No. 4. Para la tapa del ejemplo 3 determinar la dimensión del macho y cavidad.

Material a inyectar : Polietileno alta densidad (PEHD).

Ya que la medida requerida es la interna, se calcula primero el diámetro del macho.



$$d_m = d_p + U_1 d_p$$

$$d_m = d_p (1 + U)$$

$$U = 2\% = 0.02$$

$$d_m = 28 (1 + 0.002)$$

$$d_m = 28,56 \text{ mm.}$$

$$\text{Se toma } d_m = 28,6 \text{ mm.}$$

$$d_p = \text{Diámetro de la Pieza.}$$

$$d_m = \text{Diámetro del macho.}$$

$$U_1 = \text{Porcentaje de contracción diametral.}$$

$$U_2 = \text{Porcentaje de contracción longitudinal.}$$

La Contracción en el espesor de la pared es mínima y por lo tanto se desprecia. La medida de la cavidad es entonces :

$$d_{cav} = 28,6 + 2 = 30,6 \text{ mm.}$$

Cálculo de la profundidad de la cavidad :

$$h_c = h_p (1 + U_2)$$

$$h_c = 12 (1 + 0,015)$$

$$h_c = 12,18$$

$$\text{Se toma } h_c = 12,2 \text{ mm.}$$

Se recomienda a los constructores de moldes hacer una evaluación de las contracciones en las piezas inyectadas y sacar sus propias conclusiones en cuanto a los valores de contracción y parámetros de trabajo, según los tipos de material comerciales en nuestro medio, con el fin de tomar estas experiencias como punto de partida para nuevos diseños.

B. AUSENCIA DE DISTORSIONES

En una pieza inyectada pueden aparecer

distorsiones o alabeos que perjudican la calidad de la pieza. Como en el caso anterior, hay muchos factores que inciden en esto, por ejemplo :

- Tamaño y forma de la pieza
- Variación del espesor en la pieza
- Factores de moldeo (presión, temperatura, tiempos, etc.).
- Tipo de material usado en la pieza
- Atemperado del molde.

Dentro de los factores mencionados, se analizará el concerniente al atemperado del molde.

El atemperado del molde debe cumplir dos funciones :

1. Remover el calor desde la cavidad.
2. Garantizar una distribución uniforme de la temperatura.

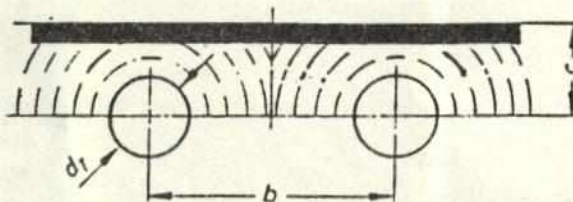
Estas dos funciones deben estar en concordancia con los requisitos siguientes :

1. Alta calidad del producto.
2. Ciclos de moldeo cortos.

Para poder el diseñador de moldes, conjugar estos requisitos dentro de un buen molde debe

DISENO Y DIMENSIONES DE CANALES DE ATEMPERADO

I. REMOCION DE CALOR NO UNIFORME

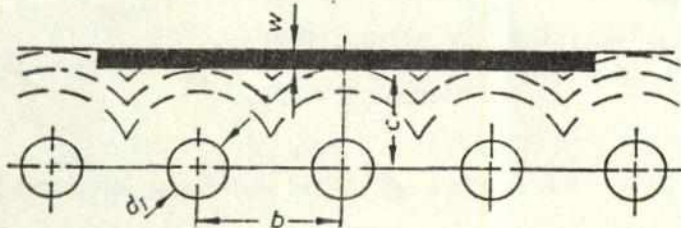


b es grande

c es pequeño

d_1 = diámetro de canal grande

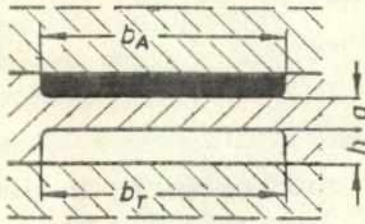
II. REMOCION DE CALOR MUY UNIFORME



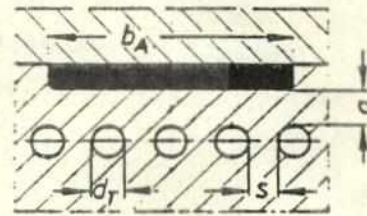
W	d_t
2 mm	8-10 mm
4 mm	10-12 mm
g mm	12-15 mm

$$c = 2 - 3 d_t$$

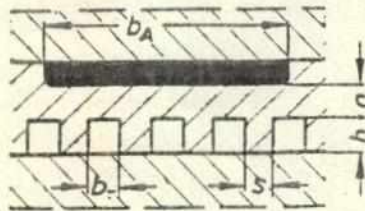
$$b = \text{Max. } 3 d_t$$



Situación ideal
Ancho de la pieza = ancho del canal



Solución práctica con
canales taladrados



Situación óptima
canales fresados

DIMENSIONES DE LOS CANALES

b_r, d_r, h (mm)	6	8	10	12	14	16	18	20
a (mm)	4	6	8	12	15	20	25	30
s (mm)	4	6	7	8	10	11	12	14

Figura 1,5 /12

primero clarificar la función específica de la pieza. No es lo mismo producir tapas para envases que piñones para productos técnicos.

En productos masivos como las tapas se prefiere una rápida remoción del calor para tener ciclos cortos.

En piezas técnicas, se exigen tolerancias estrechas y piezas exentas de tensiones y distorsiones; por lo tanto, el atemperado debe ser lento y por consiguiente los ciclos de enfriamiento largos.

Sistemas de enfriamiento en los moldes

En la práctica es común que los canales de enfriamiento se coloquen después de que el molde ha sido construido, de tal manera, que los canales se ubican sólo donde haya espacio

disponible. Un buen molde requiere que el diseñador ubique el atemperado desde el principio, aún antes de diseñar la expulsión de la pieza.

En general, en los moldes de enfriamiento se hace:

- En las placas.
- En los postizos : machos, cavidades, insertos.

a. Atemperado de placas

En cavidades que son mecanizadas directamente en placas, lo ideal es que el canal de atemperado tenga un ancho (b_t) igual al ancho del producto (b_a). En la practica esto es posible sólo en piezas pequeñas, ya que el efecto de la presión de inyección deforma la

cavidad.

En piezas anchas se utiliza normalmente este sistema de canales mecanizados para evitar el pandeo, se mecanizan en forma helicoidal, en espiral, canales curvos o rectos en zig-zag. El principal inconveniente de este sistema es la baja estanqueidad, pero en general son muy utilizados.

El otro sistema es el de canales taladrados, con el cual se elimina el riesgo de fugas. El diámetro de los canales fluctúa entre 8 y 15 mm, aunque pueden ser menores si hay problemas de espacio.

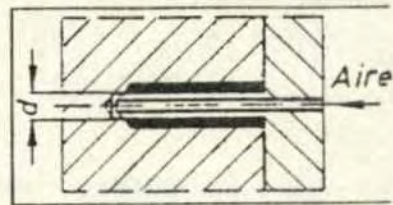
Otro factor importante cuando se emplean estos sistemas, es la dirección del flujo o la posición de las entradas y salidas. Se tratará siempre de ubicar las entradas cerca al punto de inyección. Se prefiere la ubicación en paralelo, ya que en una conexión en serie se nota un incremento de la temperatura cuando la longitud es grande.

b. Atemperado de machos, cavidades, insertos

Ya que el atemperado de las placas no es suficiente para generar la transferencia de calor desde los machos, es necesario atemperar independientemente cada uno de ellos.

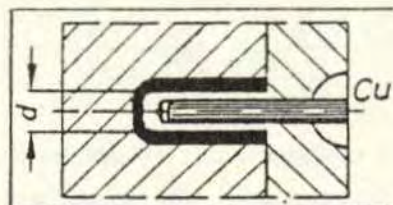
A continuación se ilustran los diferentes sistemas utilizados :

1. Machos de diámetro o ancho $d \geq 3\text{ mm}$



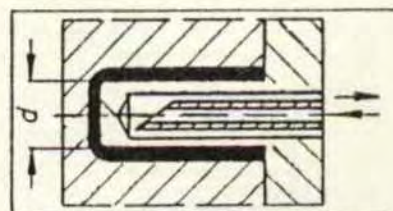
Normalmente se refrigeran por aire durante el tiempo de expulsión mediante salidas colocadas a través del macho o entre los anillos de expulsión. Este sistema tiene la desventaja de una baja efectividad en el enfriamiento por lo cual los ciclos son largos.

2. $d \geq 5\text{ mm}$



El sistema consiste en insertar una varilla delgada de cobre u otra aleación de buena conductividad térmica dentro del macho. Este inserto va en contacto por un extremo con el medio enfriante, produciéndose la transferencia por conducción y convección.

3. $d \geq 8\text{ mm}$

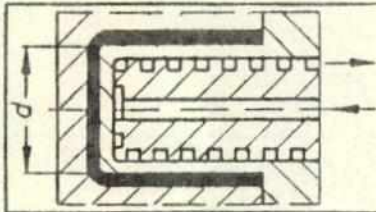


Con estos diámetros ya es posible colocar un sistema de "surtidor" de agua mediante un

tubo. En piezas delgadas es posible utilizar agujas hipodermicas adn con la desventaja de la obstrucción de los agujeros.

En algunos casos por economía se emplean placas deflectoras, pero esto produce una distribución no uniforme de la temperatura en el macho. Este sistema se puede optimizar retorciendo las placas deflectoras.

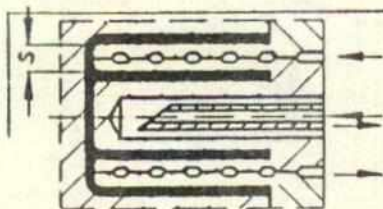
4. $d \geq 40$ mm



Se emplean machos auxiliares dentro de los machos principales. Este macho tiene un agujero central para la entrada del medio refrigerante y un canal helicoidal para la salida.

También se emplean machos perforados con canales que se encuentran cerca a la punta o interconectados por canales.

5. Machos huecos



Normalmente usados en machos para moldes de piezas de doble pared como las tapas de aerosol. En este caso se hace el macho dividido con una doble espiral entre las dos paredes.

Para asegurar el enfriamiento, el espesor del macho debe ser mínimo de 4 mm. y el espesor de las dos paredes debe ser igual. Los extremos del macho deben ser pegados o soldados externamente.

En machos con espesor mayor a 5 mm, los canales se pueden mecanizar en un sólo lado.

Además de la explicación de las normas anteriores, para garantizar un adecuado atemperado debe tenerse presente que la oxidación reduce la transferencia de calor. El flujo laminar también contribuye a disminuir la transferencia de calor, por lo cual debe garantizarse turbulencia.

En casos de secciones de flujo grandes, la velocidad requerida debe conseguirse con el uso de deflectores u otros medios.

Finalmente, tener en cuenta el tipo de material y los parámetros de moldeo que serán el complemento del molde en la obtención de piezas de calidad con una productividad razonable.