

ANEXO-D

Formato de Registro de Visitas (1/2)

Company Code : _____
 Problem Code : _____

Company Code : _____
 Problem Code : _____

Record of Technical Advisory Services

Company name _____

Company name _____
 No. of employee _____
 Main product _____
 Processing technology _____

Record of the 1st Advisory Services
 (Date : ____/____/____ By (____))

• **Improvement target**

• **Assessment of improvement (See example.)**

Method	By

• **Result of assessment**

Present	After advisory services

• **Services done**

Company Code : _____
 Problem Code : _____

Company Code : _____
 Problem Code : _____

Company name _____

Company name _____

• **Question raised and answer**

Record of the 2nd Advisory Services

(Date : ____/____/____ By (____))

• **Observation of improvement achieved**

• **Improvement target to be achieved by the next visit**

Formato de Registro de Visitas (2/2)

Company Code : _____
Problem Code : _____

Company Code : _____
Problem Code : _____

Company name _____

Company name _____

• **Services done**

• **Question raised and answer**

• **Improvement target to be achieved by the next visit**

Tecnología de Producción

CONTENIDO

A		Temas Generales
B		Materiales
B	A	Características de Materiales
B	B	Métodos de Coloración
B	C	Manejo de Materiales
B	D	Otros
C		Tipo de Método de Procesamiento
C	A	Tipo de Método de Procesamiento de Moldeo
C	B	Conocimiento del Método de Procesamiento
C	C	Otros
D		Principales Métodos de Moldeo
D1		Moldeo por Inyección
D1	A	Moldeo por Inyección
D1	B	Manejo de la Máquina de Moldeo por Inyección
D1	C	Otros
D2		Moldeo por Soplado
D2	A	Otros
D3		Moldeo por Extrusión
E		Medición
E	A	Normas de Productos
E	B	Medición
E	C	Dimensiones
E	D	Diseño de Producto
E	E	Otros
F		Defectos de Moldeo
F	A	Líneas de Plata “Silver Streak”
F	B	Marcas de Flujo
F	C	Rechupe “Sink Mark”
F	D	Pandeadura o Alabeamiento
F	E	Punto Negro
F	F	Quemado
F	G	Burbuja
F	H	Línea de Unión
F	J	Incompleto
F	K	Marca Blanca-Fisura
F	L	Rebaba
F	M	Rechazado por Brillo
F	N	Variación de Espesor
F	P	Rechazado por Medida
F	Q	Reciclado

F R Otros

G Máquina de Moldeo

G A Falla de la Máquina de Moldeo
G B Mantenimiento de Máquina de Moldeo
G C Renovación de la Máquina de Moldeo
G D Otros

H Máquina-Herramienta

H A Tipos de Máquina-Herramienta
H B Mantenimiento de Máquina-Herramienta
H C Otros

J Molde

J A Molde para Moldeo por Inyección
J B Mantenimiento de Molde
J C Diseño de Molde
J D Fabricación de Molde
J E Balance de Venas
J F Forma de Venas
J G Accesorios del Molde
J H Material del Molde
J J Puntos de Precaución al realizar diseño
J K Otros

K Proceso Secundario del Plástico

K A Maquinado
K B Adhesión
K C Pintado
K D Enchapado (plancheado)
K E Decoración de Productos de Plástico
K F Tratamiento Superficial de Productos de Moldeo por Soplado:
K G Otros

L Ejemplos para Mejoramiento Y Modernización

L A Calculo de Costos
L B Ejemplos para Mejoramiento Y Modernización

M Otros

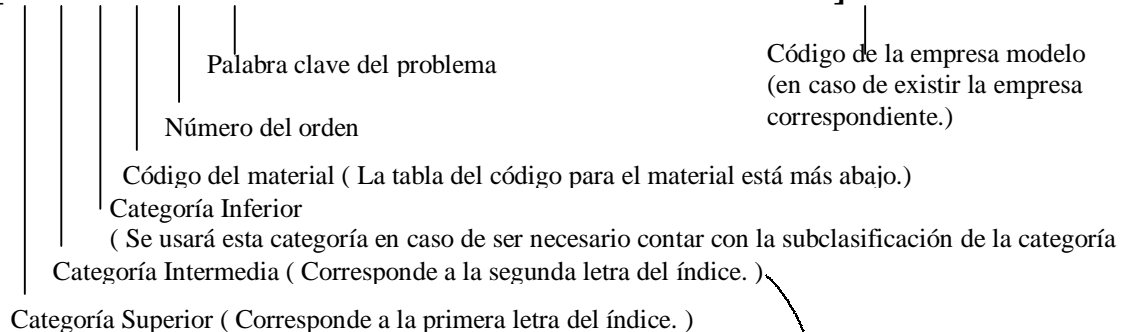
ESTRUCTURA Y LA CLASIFICACION DEL MANUAL DE LA TECNOLOGIA DE PRODUCCION DEL CIQA

El contenido del presente manual está dividido de acuerdo con las categorías superiores (A ~ N, pero No existe la I). En la parte inicial de cada categoría superior se describe la información general de dicha categoría, y luego están recopilados los estudios de caso realizados durante el ejercicio del Estudio del Proyecto así como los documentos usados en este Estudio con el código del registro.

Estructura del código del registro

Ejemplo

[E-B-1-N-1-DIMENSIONAMIENTO DE TUBO-VM]

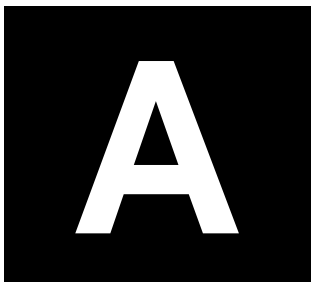


Índice (un ejemplo)

D	C	Otros
E	Medición	
E	A	Normas de Productos
(E)	(B)	Medición
E	C	Dimensiones

Tabla del código para el material

Z	GPPs	Q	PE
Y	HIPs	P	SAN
X	ABS	M	PMMA
W	PA	N	PET
V	POM	L	PBT
U	Pc	K	ÁCIDO ACÉTICO CELULOSA
T	PP	O	HULE
S	PVC-SOFT	Al	ALUMINIO
R	PVC-HARD		



TEMAS GENERALES



Fábrica típica de moldeo por inyección de plásticos

INDUSTRIA DEL PLÁSTICO Y TÉCNICA DE MOLDEO

A. Generalidades

[Referencia: acetato 1]

El plástico significa “algo que tiene la plasticidad”. Por lo tanto, se puede denominar como plástico a cualquier objeto que sea posible de moldear en un estado blando y se endurece para su uso [referencia: acetato 2].

En realidad, el origen del moldeo de plástico se remonta al método de procesamiento de los materiales naturales de macromoléculas tales como; laca, cola, goma laca (*shellac*), ámbar y asfalto, o bien los materiales inorgánicos como arcilla, vidrio y metal. Sin embargo, varía la propiedad de los materiales naturales, en particular los de macromoléculas, resultando no favorables para la producción en serie, por lo que existían desde la etapa temprana deseos de procesar material de buena calidad en forma fácil. De esta manera se inició el desarrollo de los materiales artificiales en base a los naturales de macromoléculas, como son el celuloide, caucho vulcanizada, bonita y seda artificial.

Sin embargo, actualmente el plástico se define como material sintético de macromoléculas que cuenta con la plasticidad, por lo tanto los que se basan en materiales naturales mencionados anteriormente son excluidos de esta definición.

Desde este punto de vista, se conoce que la historia del moldeo de plástico comienza con la aparición de la resina fenólica (PF) en los principios del presente siglo. Pero originalmente el plástico no apareció tal como es, sino que se inició con la modificación y la mejora de calidad de los materiales naturales. Por lo tanto, se ha venido desarrollando el método de procesamiento en base al que existía en forma convencional.

Surgieron los principales materiales plásticos a la primera mitad del siglo 20; por ejemplo, unos años después de la producción industrial de la resina fenólica,

apareció la resina de cloruro vinílico (PVC) y un poco después de éste inició la producción de la resina de tipo estireno.

Como se ha mencionado, la palabra “plástico” en inglés significa el objeto con la propiedad de plasticidad, mientras que en el idioma alemán se conoce como “kunststoffe” que significa el material elaborado por el ser humano. Asimismo en el idioma japonés el “plástico” tiene el significado de ser un material de resina, sintetizado por el ser humano, por lo que se le conoce como resina sintética.

Con respecto al método de moldeo, dicen que el moldeador por inyección fue manufacturado por primera vez en el año de 1921 en Alemania. Se puede decir que éste fue desarrollado en base al moldeador de “die cast” (fundición a troquel) que ya existía en aquel entonces. De igual manera ya existía desde antes la base de las máquinas de prensa, de rollo y el moldeador por extrusión. La razón por la cual estos lograron un notable avance que se observa en la actualidad consiste en la propiedad y el precio (accesible) de los materiales a utilizar, la facilidad de procesamiento proveniente de la uniformidad de los mismos debido a que son materiales artificiales, la posibilidad de producir en serie por las causas antes mencionadas y la competitividad del costo.

INDUSTRIA DE PLASTICO Y TECNICA DE MOLDEO

- A Generalidades
- B Material de resina
- C Métodos de procesamiento
- D Moldeo por inyección
- (E Medición)
- F F. Defectos en el moldeo
- (G Moldeador)
- (H Máquina para la manufactura)
- (I Molde)
- J Procesamiento secundario
- (K Puntos de mejora para la optimización)

Significado original

Plástico → Cuenta con la plasticidad.

Material natural de macromoléculas laca, goma laca (shellac), ámbar, asfalto, hule natural (cuerno, carey), entre otros

Material inorgánico arcilla, yeso, vidrio, metal, entre otros

Material natural mejorado celuloide, caucho vulcanizado, ebonita, seda artificial, entre otros

Definición actual:

Sustancia sintética de macromoléculas que cuenta con la plasticidad.

A. Generalidades

El plástico significa “algo que tiene la plasticidad”. Por lo tanto, se puede denominar como plástico a cualquier objeto que sea posible de moldear en un estado blando y se endurece para su uso.

	Significado original
Plástico	→ Cuenta con la plasticidad.
Material natural de macromoléculas laca, goma laca (<i>shellac</i>), ámbar, asfalto, hule natural (cuerno, carey), entre otros
Material inorgánico arcilla, yeso, vidrio, metal, entre otros
Material natural mejorado celuloide, caucho vulcanizado, ebonita, seda artificial, entre otros

Definición actual:

Sustancia sintética de macromoléculas que cuenta con la plasticidad.

En realidad, el origen del moldeo de plástico se remonta al método de procesamiento de los materiales naturales de macromoléculas tales como; laca, cola, goma laca (*shellac*), ámbar y asfalto, o bien los materiales inorgánicos como arcilla, vidrio y metal. Sin embargo, varía la propiedad de los materiales naturales, en particular los de macromoléculas, resultando no favorables para la producción en serie, por lo que existían desde la etapa temprana deseos de procesar material de buena calidad en forma fácil. De esta manera se inició el desarrollo de los materiales artificiales en base a los naturales de macromoléculas, como son el celuloide, caucho vulcanizada, bonita y seda artificial.

Sin embargo, actualmente el plástico se define como material sintético de macromoléculas que cuenta con la plasticidad, por lo tanto los que se basan en materiales naturales mencionados anteriormente son excluidos de esta definición.

Desde este punto de vista, se conoce que la historia del moldeo de plástico comienza con la aparición de la resina fenólica (PF) en los principios del presente siglo. Pero originalmente el plástico no apareció tal como es, sino que se inició con la modificación y la mejora de calidad de los materiales naturales. Por lo tanto, se ha venido desarrollando el método de procesamiento en base al que existía en forma convencional.

Surgieron los principales materiales plásticos a la primera mitad del siglo 20; por ejemplo, unos años después de la producción industrial de la resina fenólica, apareció la resina de cloruro vinílico (PVC) y un poco después de éste inició la producción de la resina de tipo estireno.

Como se ha mencionado, la palabra “plástico” en inglés significa el objeto con la propiedad de plasticidad, mientras que en el idioma alemán se conoce como “kunststoffe” que significa el material elaborado por el ser humano. Asimismo en el idioma japonés el “plástico” tiene el significado de ser un material de resina, sintetizado por el ser humano, por lo que se le conoce como resina sintética.

Con respecto al método de moldeo, dicen que el moldeador por inyección fue manufacturado por primera vez en el año de 1921 en Alemania. Se puede decir que éste fue desarrollado en base al moldeador de “die cast” (fundición a troquel) que ya existía en aquel entonces. De igual manera ya existía desde antes la base de las máquinas de prensa, de rolo y el moldeador por extrusión. La razón por la cual estos lograron un notable avance que se observa en la actualidad consiste en la propiedad y el precio (accesible) de los materiales a utilizar, la facilidad de procesamiento proveniente de la uniformidad de los mismos debido a que son materiales artificiales, la posibilidad de producir en serie por las causas antes mencionadas y la competitividad del costo.

A--**-1 MÉTODO DE MOLDEO, VENTAJA Y DESVENTAJA, MÉTODO DE MOLDEO POR INYECCIÓN, TRES ELEMENTOS DE MOLDEO, MATERIA PRIMA, MOLDEO, MOLDE, ETC....**

1

Estadísticas sobre Plásticos

1-1 Producción Mundial de Plásticos

En 1996, fueron manufacturadas 129,400,000 toneladas de materiales plásticos en todo el mundo – el desglose se muestra en la tabla siguiente. Japón contabilizó 14,660,000 toneladas, esto es 11.3% del total mundial. México produjo 1,670,000 toneladas. Consumió 2,000,000 toneladas e importó la diferencia. De las importaciones de resina que México hizo, la mayor parte fueron resinas especiales. Por otro lado, exportó 320,000 toneladas (datos de 1994), principalmente PVC, PP y PE. Ver datos estadísticos sobre México para más detalle.

Plastic Material Production and Consumption in the World

País		1995 (1,000 ton)	1996 (1,000 ton)	Consumo	
				Doméstico('95)	kg/hombre
Asia	Japón	14,027	14,660	11,050	90
	Korea	6,689	7,741		
	Taiwan	4,046	4,572		
	China	3,500	3,600		
	Thailand	300	800		
	Indonesia	841	850		
	Malaysia	700	800		
	Otros	-	-		
		33,288	33,023		
W. Europe	U.K.	2,665	2,600	3,912	67
	Netherlands	4,100	4,200	1,250	80
	Belgium	4,500	4,600	1,217 ('94)	122 ('94)
	France	5,100	5,200	4,040	70
	Italy	3,480	3,500	5,115	90
	Germany	11,100	10,870	9,780	122
	Otros	-	-		
		36,699	37,373		
E. Europe	Poland	715	750	973	25
	Hungary	742	780	397	39
	Russia	2,500	2,400		
	Otros	-	-		
		5,330	5,340		
N. America	America	35,701	38,600	34,050	129
	Canada	3,177	3,320	2,505	87
		38,878	41,920		
S. America	Brazil	2,630	2,943		
	Mexico	1,412	1,574	2,000 ('94)	26 ('94)
	Venezuela	250	589		
	Otros	-	-		
		5,362	6,017		
	Otros	-	-		
	Total	121,268	129,400		

2

Métodos de Moldeo de Plásticos

2-1 Métodos de Moldeo de Plásticos

Hay muchos métodos comercialmente usados, incluyendo el moldeo por inyección, que se muestra en las páginas siguientes. Las secciones siguientes describen cuatro métodos líderes, llamados moldeo por inyección, moldeo por extrusión, moldeo por soplado, y moldeo por compresión, incluyendo sus características y desventajas. Nótese que nuevos métodos de moldeo han sido desarrollados mediante la combinación de los cuatro antes mencionados. Ver las páginas siguientes para mayor detalle.

1. Moldeo por inyección
2. Moldeo por extrusión
3. Moldeo por soplado
4. Moldeo por compresión

Favor de buscar las características y desventajas en otros documentos, así como los de moldeo por inyección especiales también.

5. Método de termo-formado
 - 1) Se calienta una hoja plástica y se hace el vacío en el interior para obtener los moldeados.
 - 2) Se calienta una hoja plástica y se aplica presión desde el exterior, mientras se hace el vacío en el interior. Los formados por presión permiten a los moldeados tener espesores relativamente uniformes sin importar la altura. Por otro lado, la aplicación de presión externa requiere que la máquina de moldeo tenga mayor resistencia, lo que implica costo adicional.
 - 3) Cada método es también dividido en proceso de moldeo simple y proceso continuo, cuando se usan hojas laminadas. Generalmente, se usan hojas dobladas para el último y hojas gruesas para el primero.
6. Moldeo por rotación (rotomoldeo)

Se calienta polvo plástico colocado en un molde de aluminio y se rota para obtener una pieza moldeada.

7. Moldeo por laminado calandreado
Se forma una hoja plástica usando laminadoras calandreadoras, capaces de dar un espesor de 0.5mm o menos. Una hoja más gruesa es hecha por moldeo por extrusión o laminando hojas delgadas hechas por el método de laminado calandreado.
8. Moldeo blando
Se calienta plástico aguado en un molde y se rota para hacer una pieza moldeada.
9. Moldeo por inmersión
Se remoja un molde en plástico aguado para darle la forma.

2-2 Método de Procesado Posterior

- 1) Estampado en caliente
- 2) Impresión offset
- 3) Impresión seda
- 4) Sellado en caliente
- 5) Soldado ultrasónico, soldado por alta frecuencia
- 6) Método vapor-adhesivo
- 7) Chapeado

1 Características y desventajas del moldeo por inyección

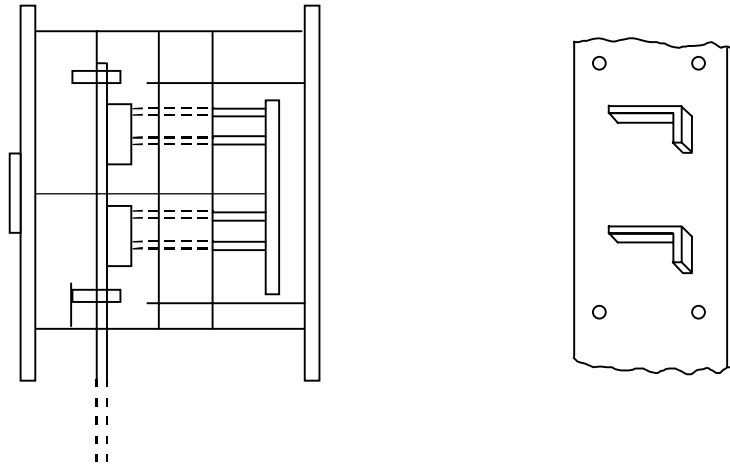
Este es el método más común de moldeo de plásticos por lo que sus características y desventajas son bien conocidas, pero aquí las compararemos con las de moldeo por extrusión, moldeo por compresión y moldeo por soplado.

Características	Moldeo por extrusión	Moldeo por compresión
	1) Producción de masa 2) Moldeo continuo 3) <u>Se puede moldear material difícil, ejemplo: PTFE, PVDC, etc.</u>	1) Moldeo de plásticos termofijos 2) <u>Los moldes son de muy bajo costo</u> 3) <u>Esfuerzos residuales pequeños en el producto moldeado</u>
Desventajas	1) No es posible hacer moldeo en ángulos rectos al flujo 2) Se requiere equipo auxiliar. Especialmente el equipo de mezclado automático es caro.	1) Eficiencia de moldeo pobre
Características	Moldeo por soplado	Moldeo por inyección
	1) Producción en masa 2) Moldeo intermitente 3) Sólo moldeo exterior, entonces son más baratos 4) <u>Muecas internas no son problema</u>	1) Producción en masa 2) Moldeo intermitente 3) Moldeo preciso
Desventajas	1) <u>Espesores irregulares</u> 2) Insertos de metal son un problema	1) Los costos del molde y la máquina son muy altos. 2) <u>Altos esfuerzos residuales</u>

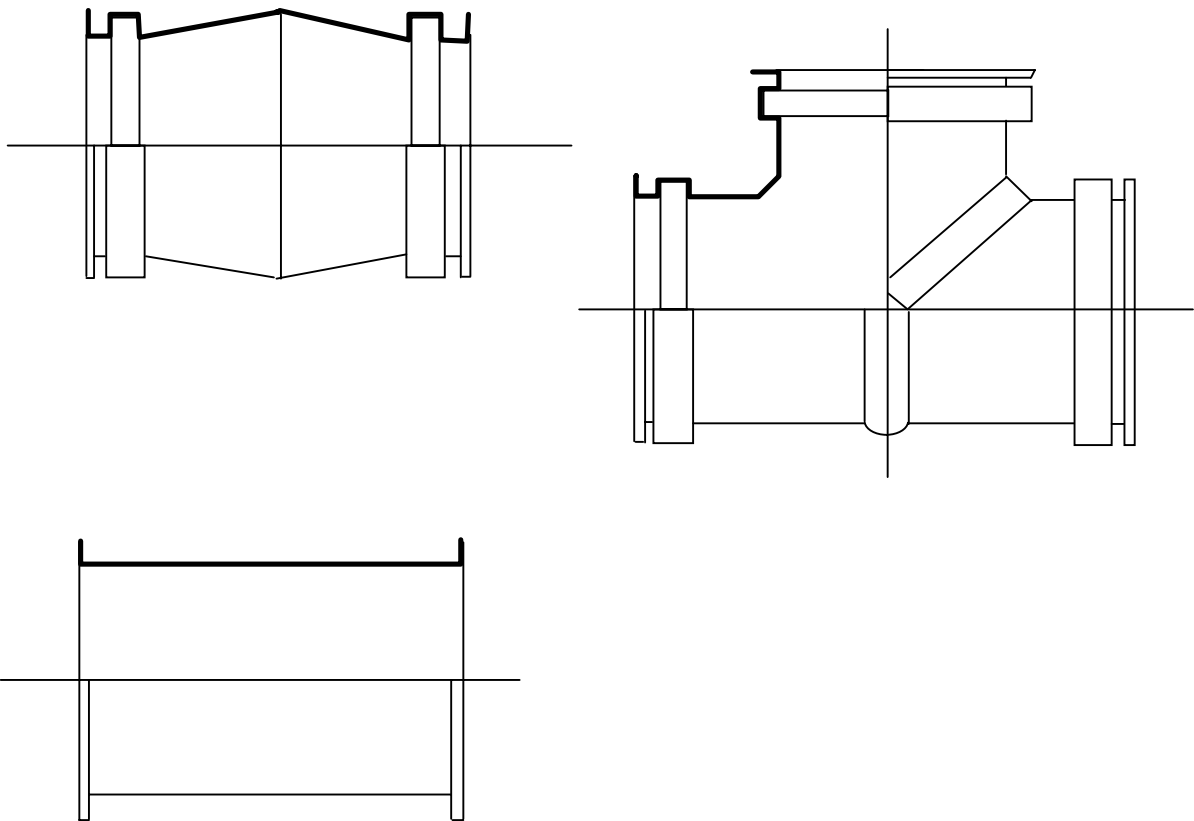
El punto marcado requiere cuidado. Un número de nuevos métodos de moldeo tales como el método inyección compresión y el método inyección soplado (vela con fondo y vela sin fondo) han sido diseñados para solucionar las desventajas arriba anotadas.

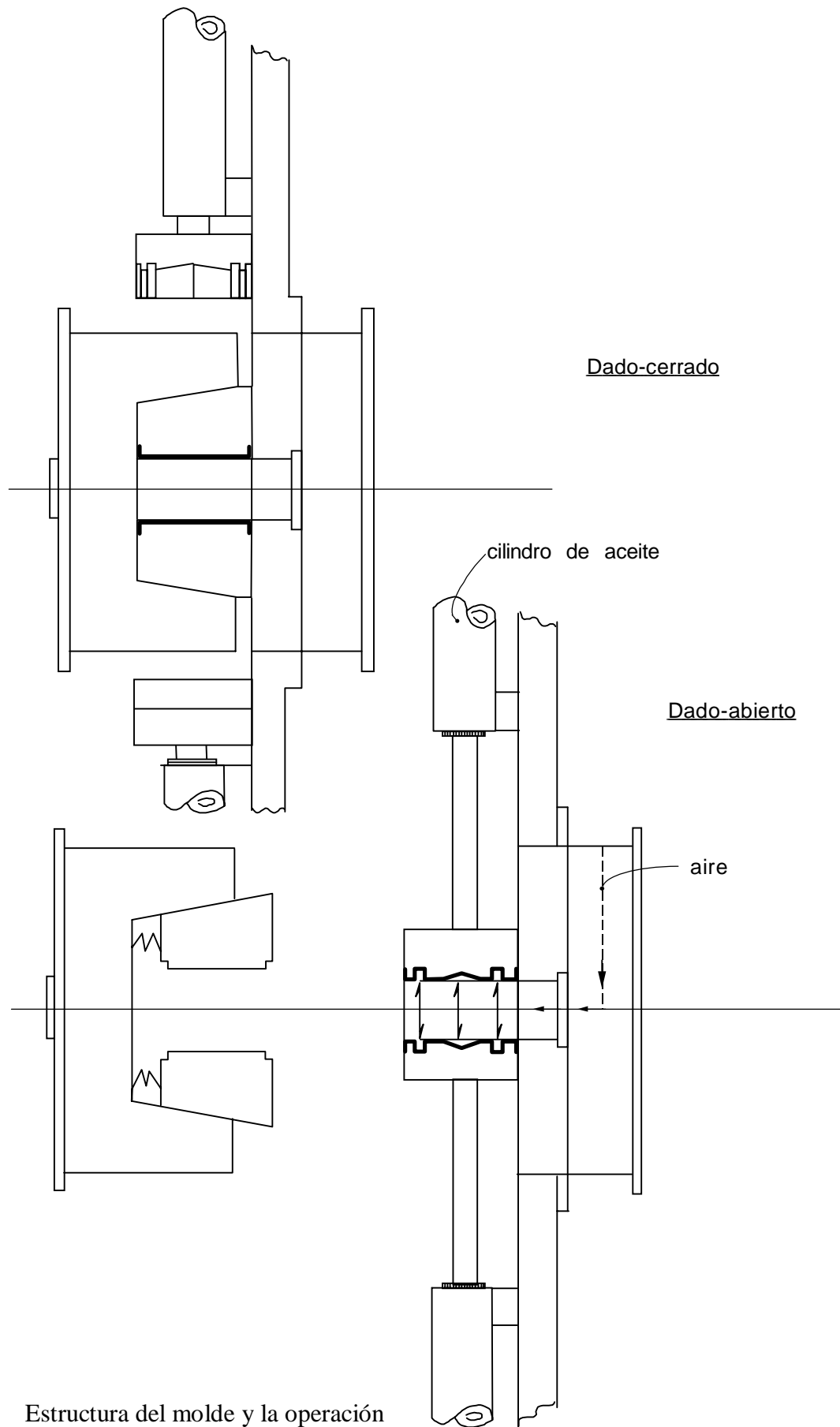
2 Procesos especiales de moldeo por inyección

(1) Método para moldear productos continuos usando moldeo por inyección



(2) Inyección de soplo de vela sin fondo (patentado)





(3) Moldeo por Inyección compresión

1. El molde se abre ligeramente antes de la inyección y se cierra tan pronto como se completa la inyección. (Ver Figura 2-1).

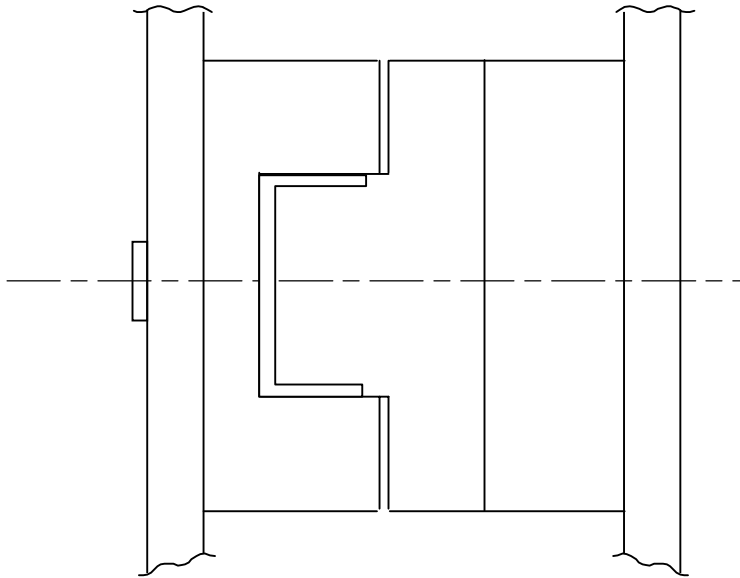


Figura 2-1

2. El molde se abre ligeramente con la cavidad como se muestra en la figura 2-1.
3. Este método utiliza un perno eyector y es efectivo para prevenir “sink marks” (“rechupes”).

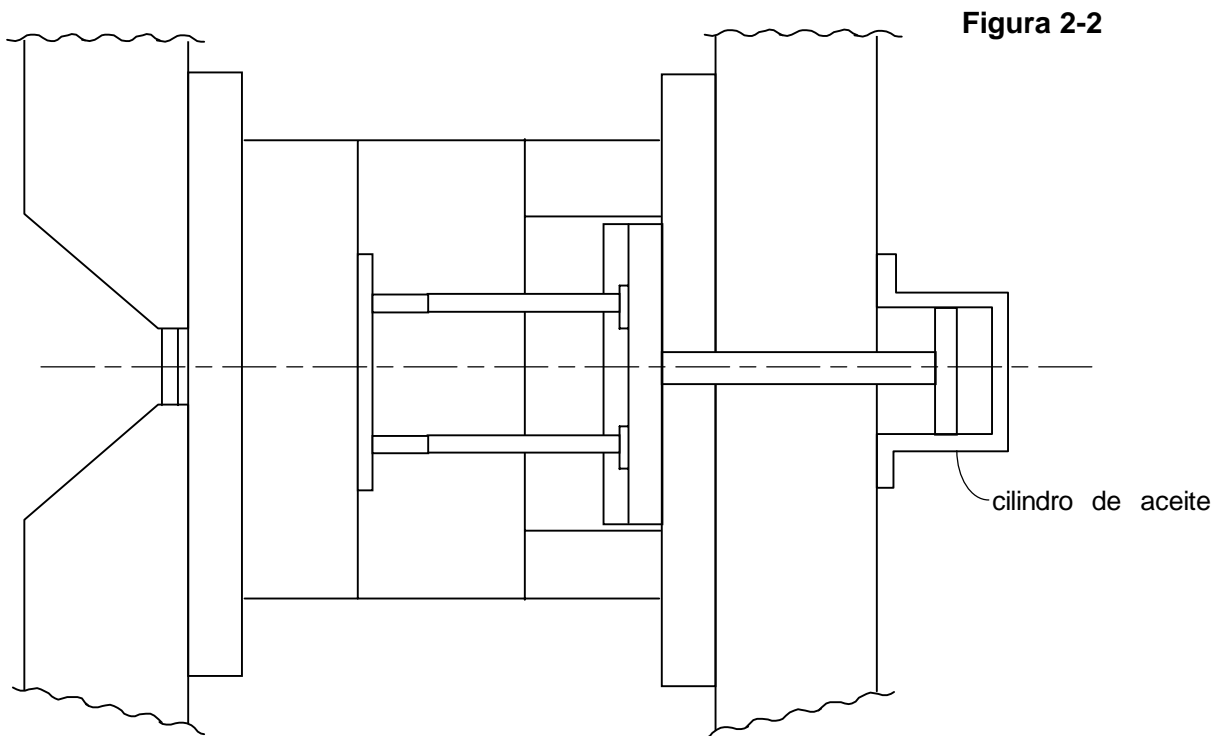
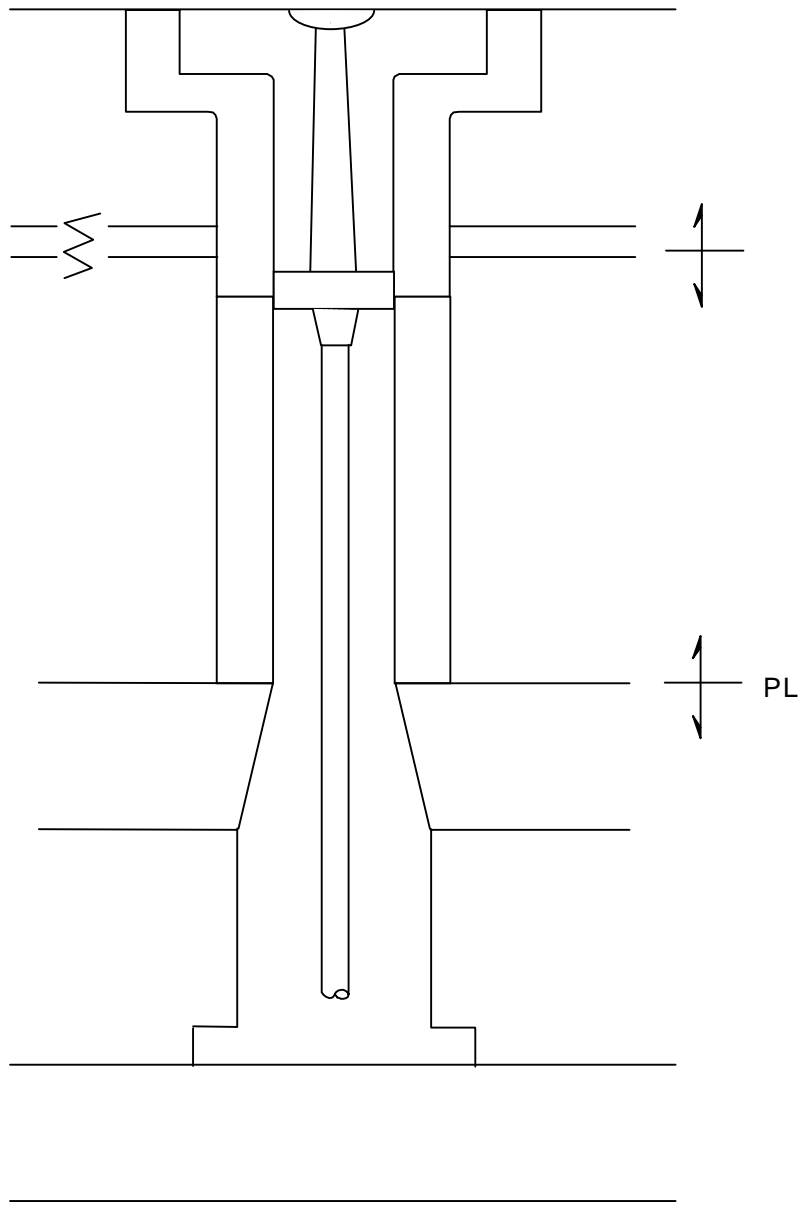


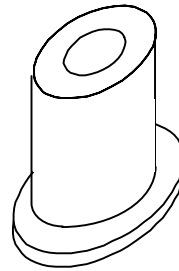
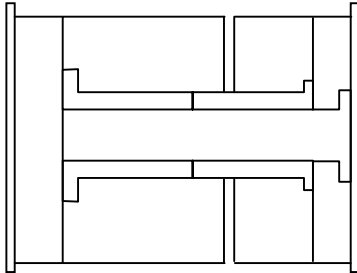
Figura 2-2

cilindro de aceite

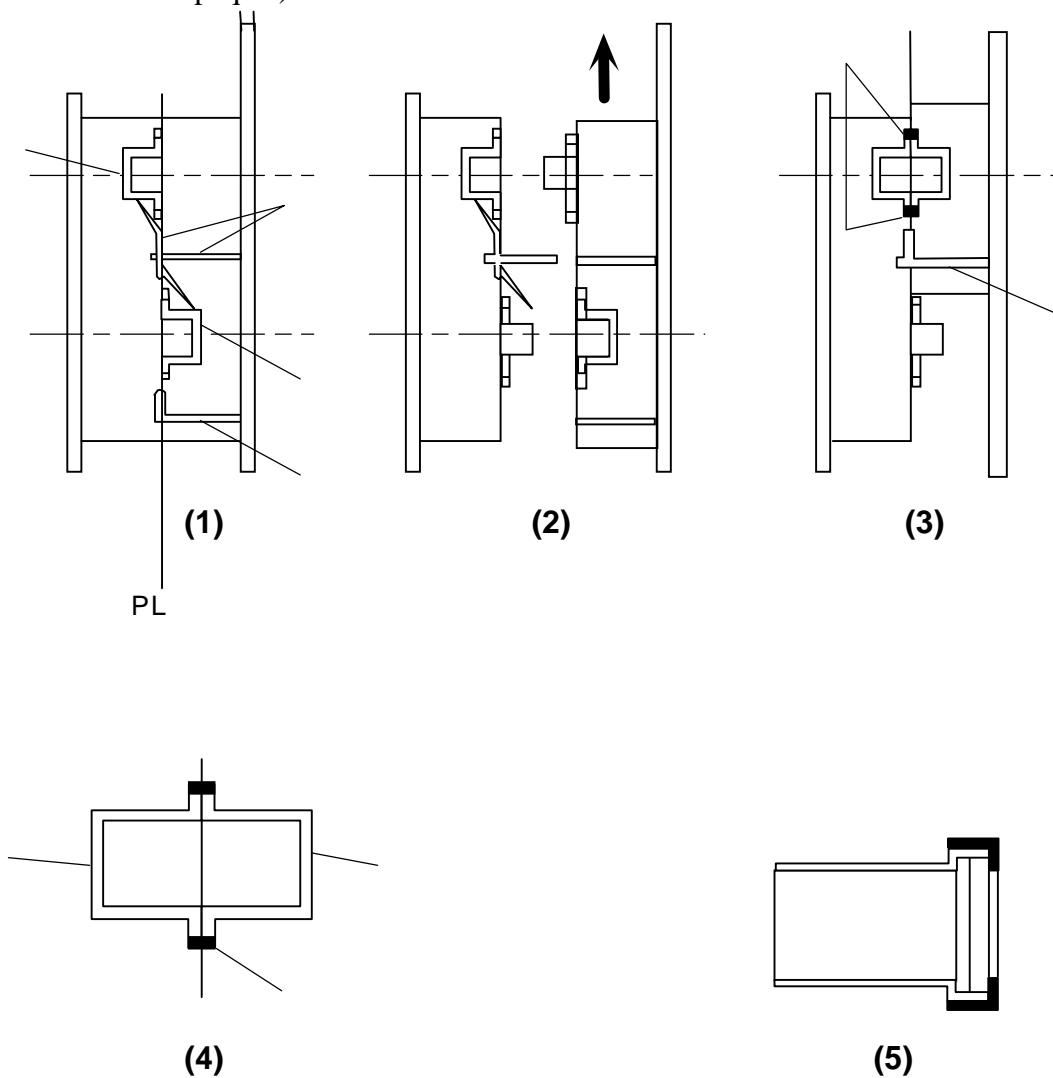


4. Moldeo de flujo compresión

Este método es efectivo para el moldeo de productos de gran espesor.

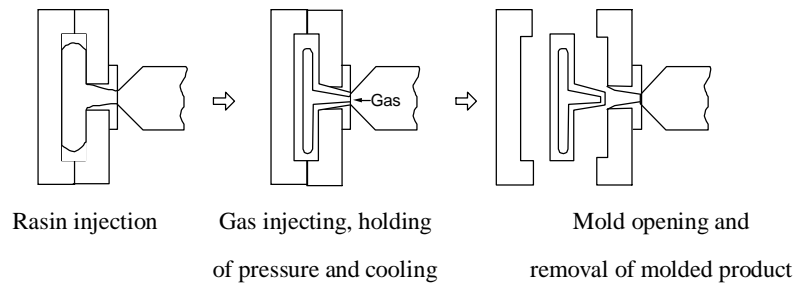


5. Método de moldeo de productos huecos (patentado JSW). Este método es utilizado para producir dos productos moldeados que experimentan un segundo moldeo por inyección para unirlos.
- Los dos productos moldeados (ver ① y ② en la figura de abajo) están en el molde.
 - El molde se abre y se remueve la vena "sprue" y los canales "runners".
 - La placa de la cavidad ② se mueve en la dirección de la flecha para alinearla con la cavidad ①. Se realiza una segunda inyección en la parte exterior usando una segunda vena y canales ("sprue" y "runner").
 - Detalle de un producto moldeado.
 - Aplicación de este método de moldeo (Porta-lámpara con el canal de empaque).



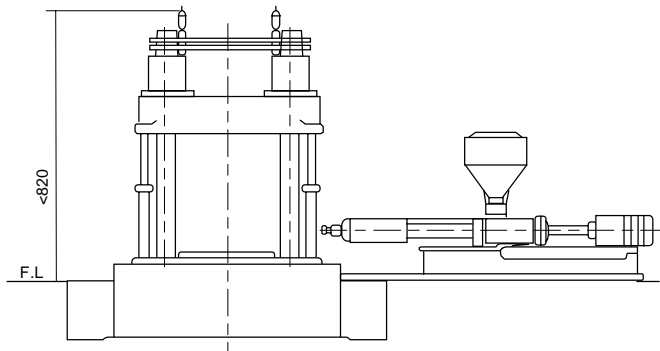
6. Proceso de inyección de gas (AGI, proceso Cinpress)

En el proceso de inyección de espumados (1) la relación de expansión no se puede incrementar y (2) la superficie de los productos moldeados no es adecuada. La tecnología siguiente ha sido desarrollada para superar esta dificultad, la cual además se presta para producir productos moldeados gruesos.



7. Proceso de moldeo con prensa de inyección

Este proceso combina el moldeo por inyección usando el moldeo a baja presión y con una prensa. Este método es adecuado para moldear productos grandes.



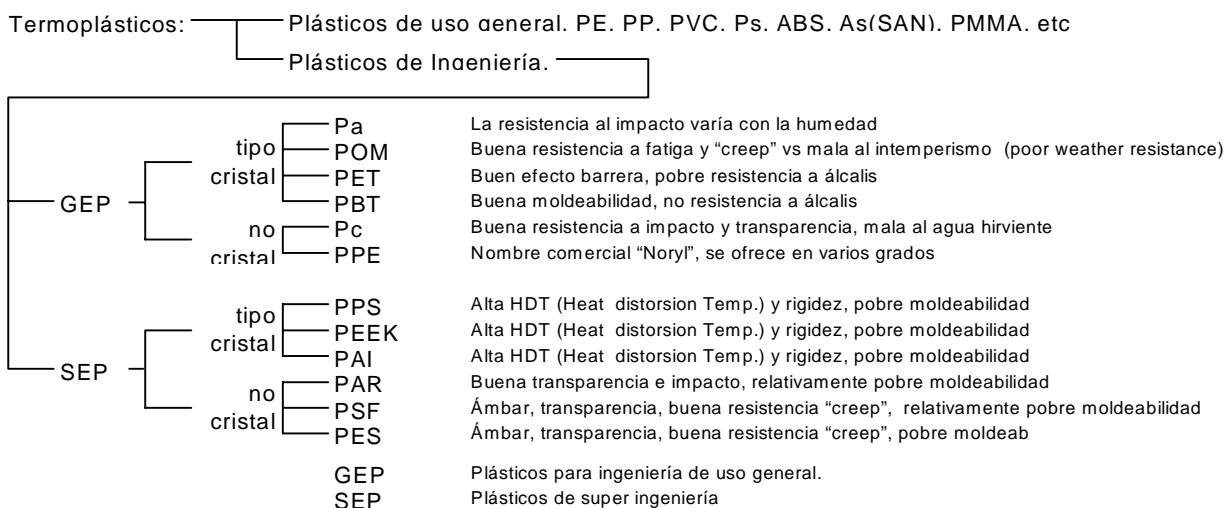
3

Tres Elementos Clave del Procesamiento de Plásticos

Las materias primas, las máquinas de moldeo, y los moldes son los tres elementos constituyentes del procesamiento de plásticos. Las siguientes secciones describen aspectos relacionados con los dos métodos mas importantes de moldeo (Inyección y extrusión).

3-1 Materias Primas

Las materias primas se dividen en dos grandes grupos: las resinas termofijas y las resinas termoplásticas. Éstas últimas suman aproximadamente el 88% del total y su consumo crece más rápido que las primeras, resultando en un incremento en su participación (ver el apéndice).



Hay muchos tipos más, incluyendo PE de ultra alto peso molecular, CPVC, PTFE, LCP y plásticos biodegradables.

La moldeabilidad e higroscopicidad se mejoran mediante la aleación, mezcla y preparación de compuestos (ABC: "alloying, blending, composing") con diferentes tipos de resinas. Asimismo, se hacen esfuerzos para mejorar la resistencia a la flama, proporcionar resistencia a la luz ultravioleta, prevención anti-estática, conductividad

eléctrica, mejorar la resistencia mediante el mezclado (fibra de vidrio o carbono), resistencia al resbalamiento. Para el PVC, el mejoramiento de su desempeño se hace mezclando estabilizadores o lubricantes.

3-2 Métodos y Máquinas de Moldeo por Inyección y Extrusión

Existen tantas máquinas de moldeo como métodos hay. Las siguientes secciones describen dos máquinas principales, las de moldeo por inyección y las de extrusión.

1. Máquina de moldeo por inyección

- 1) Existen tres tipos de mecanismos de cierre usados en máquinas de moldeo por inyección: a) hidráulico directo, b) de palancas acodadas o de rodillera, c) tipo de tensión de barra (“tie-bar tension”). La máquina del tipo hidráulico directo es capaz de aplicar una fuerza de cierre uniforme sobre el molde. Aunque el cilindro de cierre es muy costoso, el método es mas adecuado para moldeo por inyección.

El tipo de palancas acodadas tiene un mecanismo interno para controlar las velocidades de cierre y apertura. Por otro lado, el uso de cinco juntas hace difícil lograr suficiente precisión a menos de que se mantenga una alta precisión del maquinado.

El tercer tipo es ampliamente usado en máquinas grandes (800 -1000 ton. o más.)

- 2) La plastificación es llevada a cabo mediante un husillo-émbolo. Este tiene varias desventajas, por ej., hay una variación en el grado de plastificación entre el inicio y el final del proceso cuando el husillo suspende la plastificación, y el movimiento de los anillos de flujo trasero causa variación de la carga de materiales. Para superar estas desventajas, se ha intensificado el uso del método de pre-plastificación externa, si bien no está ampliamente aceptado debido a su alto precio. La máquina utiliza un émbolo cilíndrico de inyección que proporciona una alta precisión en el manejo de las cargas (“batches”). Por otro lado, se deberá tener cuidado para prevenir la presión generada del émbolo de inyección principal al ser ésta aplicada a los cilindros exteriores de pre-plastificación. Recientemente, un número creciente de máquinas está equipado con varios cilindros de inyección para prevenir rebabas y rechupes; al manejar el control de la velocidad de inyección entre una baja-presión / alta-

velocidad y alta-presión / baja velocidad.

- 3) En el proceso de moldeo por inyección, el control de la posición es tan importante como la velocidad de inyección del émbolo. Esto se ha realizado anteriormente usando interruptores límite, si bien actualmente se utilizan más los codificadores o potenciómetros.
- 4) Las máquinas de inyección tipo “vent” (con respiradero) han sido introducidas para eliminar la necesidad de secado. Sin embargo, han fallado en obtener una mas amplia aceptación del mercado, debido a varias desventajas, que incluyen:
 - 1) la capacidad de inyección es mas pequeña que la de máquinas convencionales (60-65 %);
 - 2) la dificultad para cambiar colores o materias primas; y
 - 3) se presentan materias extrañas negras en la posición del respiradero.
- 5) Las máquinas de moldeo por inyección operadas con motor se han incrementado en su uso en años recientes. El mismo fabricante produce y prueba ambos tipos, pero no se ha encontrado ninguna diferencia significativa en su desempeño. Generalmente, las máquinas operadas con motor son mas caras debido a que el motor es precisamente el costoso.

2. Molde

- 1) La calidad de los moldes de inyección representa mas del 70% de la productividad, ya que una mayor calidad del molde permite una mayor amplitud en las condiciones de moldeo. De hecho, la calidad del molde es el factor más crítico en el proceso de moldeo por inyección. Existen 5 defectos principales de moldeo, con los cuales nos enfrentamos en el proceso de moldeo, estos son: marca de flujo, línea de unión (soldadura), rechupe (depresión de material), alabeo (“pandeo”) y rebaba, los cuales a menudo pueden ser controlados por modificación del diseño del molde, ya sea en la etapa de diseño o en la de producción. Es importante recordar que la mayoría de los defectos pueden ser eliminados o reducidos mediante el mejoramiento del molde; lo cual hace mas relevante en términos de aprendizaje, el tener un conocimiento efectivo en la tecnología de diseño de moldes.
- 2) Además, es importante saber como remover los sobrantes del interior; si ya

no se hace retrabajo de corte de venas y acabado de rebabas. En este sentido son muy importantes los esfuerzos hacia la innovación. Relacionado con esto, se deberán tomar en cuenta los siguientes puntos:

- a. Ir mas allá del costo inicial y considerar el costo total.
- b. No hacer trabajos apresurados en el diseño y fabricación del molde.

3-3 Método de Moldeo por Extrusión

1. Materias primas

Entre una variedad de materias primas que incluyen el PE, PP y el PVC; cabe señalar que el PE se utiliza principalmente en materiales de empaque y el PVC en materiales de construcción. Esta sección discute principalmente aspectos relacionados con el PVC.

1) PVC como materia prima virgen

El PVC generalmente se suministra en polvo, el cual está mezclado con un estabilizador, un lubricante, y pigmentos, para ser procesados en la máquina de moldeo. De hecho, la necesidad para ser mezclado hace al PVC diferente de otras resinas. Ha habido casos en que una empresa ha moldeado el PVC sin mezclarlo con los aditivos, degradándose el material durante el moldeo; luego el fabricante se ha quejado con el proveedor del PVC argumentando la entrega de un material inadecuado. La polimerización del PVC es realizada principalmente por el método de suspensión. Si bien el grado de polimerización puede establecerse libremente, el nivel de 700-800 es usualmente utilizado para moldeo por inyección, el nivel de 1040 para moldeo de tubería y perfiles, y el nivel de 1800-2000 para mangueras flexibles.

2) Aditivos

Como se mencionó anteriormente, los aditivos que se mezclan con el PVC son los estabilizadores (para atrapar iones Cl), el lubricante para asegurar un desplazamiento suave entre las partículas de resina y entre la resina y la superficie del molde, y, los pigmentos. Cuando se usan grandes cantidades, el PVC y el estabilizador se pesan y mezclan en forma automática. El compuesto en polvo es almacenado en un tanque y alimentado automáticamente a cada máquina de moldeo por extrusión. Cuando se requieren pequeñas cantidades, el compuesto en polvo es preparado en un mezclador Henschel o un mezclador

de cinta, y luego es alimentado a la máquina de moldeo por extrusión en que se completa su mezclado y disgregación en caliente (Anexo-1). Hay aditivos del tipo transparente y no transparente, los cuales son compuestos de Sn y Pb respectivamente y están fabricados con base en su tecnología propia (“know-how”). La máquina de moldeo por extrusión está considerada como un tipo de transportador, esto es, las materias primas son alimentadas desde el lado de la tolva hasta su salida en el molde. Por consiguiente, la densidad en masa es un factor crítico. Su variación causa fluctuación del volumen extruido, creando riesgos de defectos.

El factor mas importante es usar materiales homogéneos (mezclados uniformemente y con tamaños uniformes de partículas).

3) Otros Aditivos

Estos son mejoradores Gelesion (MBS, Metabranos-base acrílica), modificadores de impacto, y rellenos (para reducir costos). El Carbonato de Calcio es el relleno mas ampliamente usado y está clasificado en dos tipos, carbonato de calcio pesado y carbonato de calcio ligero. Generalmente el primero es mas usado por su bajo costo. Sin embargo, no produce una reducción significativa del costo. Mas aún, produce abrasión del husillo de la máquina, por lo que incrementa los costos de mantenimiento. Ver el anexo-2 para mas detalles.

2. Máquinas de extrusión

Hay dos tipos de máquinas de extrusión: de doble husillo y de husillo individual. Sus características principales se describen enseguida.

- 1) El tipo de doble husillo es caro pero tiene la capacidad de grandes volúmenes de extrusión. También puede mantener un volumen constante de extrusión para lograr un producto homogéneo. Por otra parte, tiene muy poco espacio para el cojinete de empuje (sistema de transmisión), lo que impide el montaje de un extrusor mas potente. El diseño inclinado del husillo doble ha sido desarrollado para superar esta dificultad. Aunque el ángulo entre husillos es de 3 grados o menos, su configuración permite el uso de cojinetes de empuje mas grandes, llevando a un mayor volumen de extrusión. El extrusor doble husillo es adecuado principalmente para la extrusión de PVC.

- 2) Otros materiales tales como PE y PP, son principalmente moldeados por el extrusor mono-husillo. Este es relativamente barato, pero la presión constante tiende a causar variación en la calidad y su volúmen de extrusión es pequeño comparado con el diámetro de la flecha. El tipo doble no es adecuado para el PE y el PP debido a la potencia del motor.
- 3) El tipo con respiradero (venteo) está disponible para ambas configuraciones, simple y doble. En particular, el extrusor mono-husillo es adecuado para la extrusión de ABS. El tipo con respiradero es efectivo en la extrusión de tubería de PVC, y es particularmente adecuado para métodos de post-proceso, tales como proceso de dobléz y engomado.

3. Dados

Los dados tienen diferentes estructuras de acuerdo con los productos finales, tales como tubería, perfiles, mangueras y espumados. La forma de los dados se determina con base en las materias primas. En particular, son muy difíciles de hacer los dados para perfiles. Como el volumen de extrusión en cada parte del dado varía con la calidad de las materias primas, es difícil lograr una forma muy precisa.

4

Puntos Clave en el Método de Moldeo por Inyección

Los servicios, particularmente el abastecimiento de electricidad, no deben tener fluctuaciones significativas (voltaje y corriente). Cuando el suministro de voltaje varía frecuentemente, se tiene una variación en la velocidad del motor, conduciendo a una fluctuación de la presión hidráulica y de la temperatura del cilindro. En muchos casos, sin embargo, la fluctuación se mantiene dentro de un rango relativamente pequeño, lo cual no afecta seriamente a la operación. Si el rango de fluctuación excede del 10% se requiere tomar precauciones especiales. Suponiendo que esta se mantenga por abajo del 10%, se requiere tomar las siguientes medidas: 1) mantener un tiempo de ciclo constante (se requiere un molde de alta calidad); 2) dar prioridad a la reducción de defectos, mas que a reducir el tiempo de ciclo (“shot-up”); y 3) dar un mantenimiento adecuado.

1. Tiempo de ciclo constante

- 1) Para mantener el tiempo de ciclo constante, las condiciones de moldeo deben establecerse tan amplias como sea posible. Por ejemplo, si la presión de inyección se incrementa para reducir “rechupes”, se pueden presentar varios defectos, incluyendo una eyección débil, rotura de los pernos de eyección delgados, rebabas y alabeo (“pandeo”) en los productos moldeados. Es importante darse cuenta que estos defectos pueden ser resueltos en la etapa de diseño del molde así como mediante modificaciones en la etapa de producción. En conclusión, el factor clave deberá ser llevar a control el costo total de los productos moldeados, mas que considerar solamente el costo (equipo) inicial. Así, se deberá poner énfasis en la producción de moldes bien diseñados sobre la base de un cálculo de costos apropiado.
- 2) También deberá considerarse el uso de una puerta (gate) de seguridad adecuada, introduciendo un sistema automático de operación, que consista del tipo de caída hacia abajo o de extracción tipo robótico. La operación de la puerta sin estas ayudas conduce a trastornos del tiempo de ciclo. No es una buena práctica retirar los productos manualmente, apoyándose en los bajos costos de mano de obra. El uso de un robot industrial permite de forma directa un moldeo mas estable, y por consiguiente da lugar a un tiempo de ciclo

constante. Este representa una herramienta efectiva para reducir los defectos y aumentar la productividad.

- 3) Uso de controladores de temperatura del molde.
Tenga en mente que el molde debe mantenerse a una temperatura constante y el objetivo no es solo enfriarlo. Debe darse cuenta que el aumento en la temperatura del molde no siempre lleva a bajar el ciclo de inyección. Mas bien esto ayuda a tener un flujo suave de la resina fundida y contribuye a una mejor apariencia.
- 4) Para mantener la temperatura de la resina en un nivel constante, deberán usarse materias primas de calidad consistente. A menudo se dá el caso en que materiales recientemente adquiridos contienen fragmentos pequeños que causan puntos negros.

2. Dar prioridad a la reducción de defectos sobre la reducción del tiempo de ciclo (“shot-up”)

Muchos ingenieros creen que la reducción del tiempo de ciclo (“shot-up”), es el objetivo mas importante en las operaciones de moldeo por inyección. Por otro lado, muy pocos se dan cuenta que la producción de una pieza defectuosa da lugar a pérdidas significativas. Una pieza defectuosa representa cantidades proporcionales en gastos de depreciación, costo de mano de obra, gastos generales, electricidad y utilidades esperadas. Estos se pueden medir por el número de carreras (“shots”) que se requieren para recuperar tales pérdidas, en la forma siguiente:

sean;

Precio de venta de un producto moldeado. S , (Yen/ pieza)

Costos: C (materiales, depreciación, mano de obra, electricidad, etc.)

Utilidades $F = S - C$

Peso del producto W , (g/ pieza)

Precio de las materias primas M , (Yen/ Kg)

Valor estimado del scrap r , (Yen/Kg)

Pérdida del material debido a reciclado p %

Numero de carreras (“shots”) requeridas n

La siguiente ecuación se ha establecido para calcular el número de carreras (“shots”) requeridas:

$$\left(S - W_r \frac{1}{1000}\right) + \left(pWM \frac{1}{1000}\right) = n(S - C)$$

$$n = \frac{\left(S - W_r \frac{1}{1000}\right) + \left(pWM \frac{1}{1000}\right)}{S - C}$$

Precio de venta : S = 100 Yen/ pza.

Costo: C = 90 Yen / Pza.

Peso del producto moldeado: W = 200 g.

Precio de materias primas: M = 250 Yen / Kg.

Valor estimado del scrap: r = 80 Yen / Kg.

Pérdida del material debido al reciclado: p = 1 %.

$$n = \frac{100 - 200 \times 80 \times \frac{1}{1000} + 0.01 \times 200 \times 250 \times \frac{1}{1000}}{100 - 90} = 8.45 \approx 9 \text{ carreras}$$

Conclusiones

- 1) Los cálculos de arriba (con las condiciones especificadas) muestran que si se genera un producto moldeado defectuoso, se tendrán que producir 9 productos para recuperar las pérdidas de depreciación, mano de obra y otros costos.
- 2) Si el defecto es encontrado en una inspección de un cliente, se añadirán costos adicionales, tales como los de transporte y selección (revisión 100%) del lote, los que crearán pérdidas considerables a la vez que se dañará la reputación de la compañía.
- 3) Está claro que se deberá dar una alta prioridad a la reducción de defectos en el proceso de moldeo, por encima de la reducción del tiempo de ciclo. También, se ha encontrado que algunas fábricas producen defectos diversos después de la reanudación del trabajo y posterior a la hora de la comida. Estos han ocurrido durante el tiempo que tardan en restablecerse las condiciones normales de moldeo. Nuevamente, si se producen cinco piezas defectuosas, se requerirán 45 carreras (“shots”) para recuperar las pérdidas incurridas por los mismos, lo cual no producirá ninguna utilidad.

5

Puntos clave en el método de moldeo por extrusión, mezclado y equipo de mezclado

1. Puntos clave en el método de moldeo por extrusión

El método de moldeo por extrusión, usando PVC, es descrito a continuación:

1) Material homogéneo

Un material homogéneo en el proceso de moldeo por extrusión juega un rol equivalente a el molde en el proceso de moldeo por inyección. El material homogéneo tiene una densidad (Tamaño de partícula uniforme), distribución uniforme de polimerización, y una distribución uniforme de mezclado (estabilizadores y aditivos son también distribuidos). En el momento que el estabilizador y otros aditivos son fusionados a la resina de PVC debido a la temperatura, como en el caso del mezclador de polvos Henshel (Incluyendo supmezcladores), no existe problema. Por otro lado, mezclas en seco (Mezclado sin incrementar la temperatura) son usadas frecuentemente en moldeo de tubería. Como la razón de mezclado del estabilizador varía con el nivel en el tanque almacén del material, el nivel de fluctuación (Mezclado en seco) debe ser minimizado.

Por otro lado, los “Pellets” no causan problemas de separación, pero es importante mezclar el “Scrap” uniformemente, así como también la uniformidad en su forma: Esto es indispensable para prevenir fluctuaciones en el volumen de extrusión.

2) Velocidad de extrusión uniforme para el molde

En el proceso de extrusión de perfil, la velocidad de extrusión del molde debe ser uniforme. Lo mismo aplica a tubería de diámetros grandes con pared delgada (ϕ 500, 4mm de espesor). Mientras algunos ajustes pueden ser hechos para el espesor en formas circulares como tuberías, variando la velocidad de jalado, lo mismo no es aplicable a la extrusión de perfiles. En su lugar, el molde debe ser cuidadosamente diseñado sobre la base de las características de flujo de la materia prima seleccionada.

3) Construcción del jalador

Deben ser usados los jaladores tipo Endless-belt y Caterpillar. El tipo rodillo tiende a producir defectos como partes desiguales en los productos moldeados, cuando vienen a la sección del rodillo, transmitiendo vibración a la parte de cortado. Esto no afecta a los artículos pequeños.

4) Otros

Decoloración por la acción de la luz solar ocurre prematuramente cuando una pequeña cantidad de estabilizador es usado o cuando el compuesto no está perfectamente mezclado en el extrusor(En una semana a más tardar).

2. Mezclado

- 1) Las mezclas con base de plomo requieren un bajo costo y tienen un alto efecto de estabilización. Son tóxicas y requieren buena ventilación. Las mezclas base Cadmio (Cd), generalmente fuera del mercado, no deben usarse.
- 2) Las mezclas base Mercaptos no deben ser mezcladas con las mezclas base plomo dado que el azufre reacciona para producir color negro.
- 3) Cuando PVC flexible es usado, el grado de polimerización debe ser de 1800-2000 para prevenir la migración del DOP.

3. Equipo de mezclado automático

Ver el Anexo 1

En este sentido, 3000-4000 tons./mes de tubería de PVC puede ser producidas con el trabajo de 2 personas/turno (4 equipos, 2 trabajadores , 3 turnos).

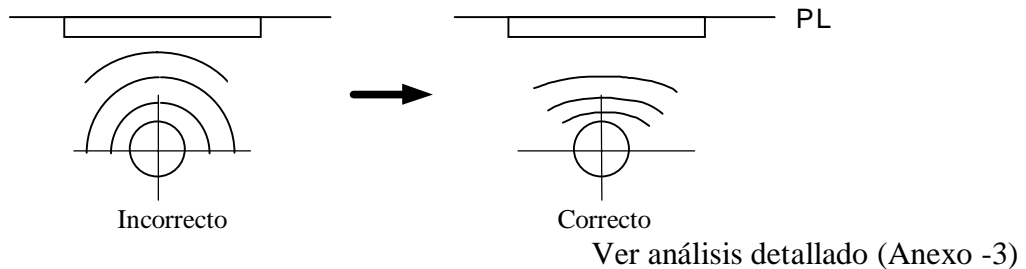
6

Moldes usados en el método de moldeo por inyección

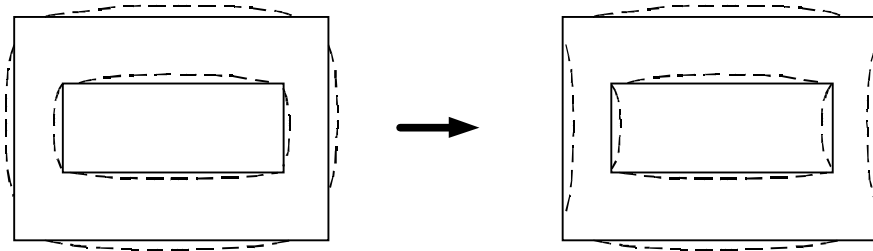
Una explicación se presenta en forma de preguntas y respuestas sobre vena principal, punto de inyección, venas de alimentación y socavado (undercut). Los principales problemas se resumen a continuación:

1. El molde es el único medio para hacer un producto. El objetivo es hacer un buen producto. La prioridad debe enfocarse en el diseño y manufactura del molde más adecuado para un producto en particular (En términos de de construcción y material). Existe una variedad de materiales, Aluminio (Duraluminio super extra), aleaciones de Zinc (ZAS, ZAPREC), y materiales epóxicos , además del acero. La selección del material debe ser hecha de acuerdo a la cantidad y tiempo de producción estimada.
2. Prototipo
Hay varios métodos para revisar la forma , tal como prototipos (Uretanos y epoxy) y moldes de Silicón. Recientemente, son usadas máquinas de control numérico para procesar piezas de PVC y Poliestireno.
3. Dibujos y bosquejos incorrectos
Existen muchos casos en los cuales se copian dibujos y bosquejos incorrectos, incluyendo los siguientes ejemplos:

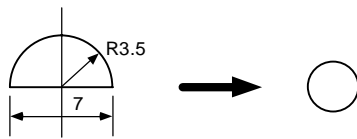
a. Transferencia de calor



b. Molde curvado



c. Forma incorrecta de una vena de alimentación



$$d = \frac{4 \times \frac{\pi \times 3.5^2}{2}}{7 + \pi \times 3.5} = 4.3$$

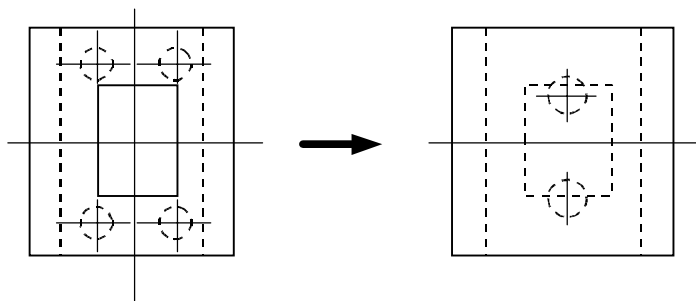
d: Diámetro equivalente

$$R = \frac{\frac{\pi \times 3.5^2}{2}}{\frac{\pi \times 4.3^2}{4}} = 1.3 \rightarrow 33\%$$

R : Razón

$$d = \frac{4 \times \text{area transversal}}{\text{Perimetro del area transversal}}$$

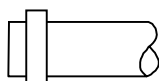
d. Perno de soporte incorrecto



Anexo 1 Tubería y accesorios de PVC

1. Tubería

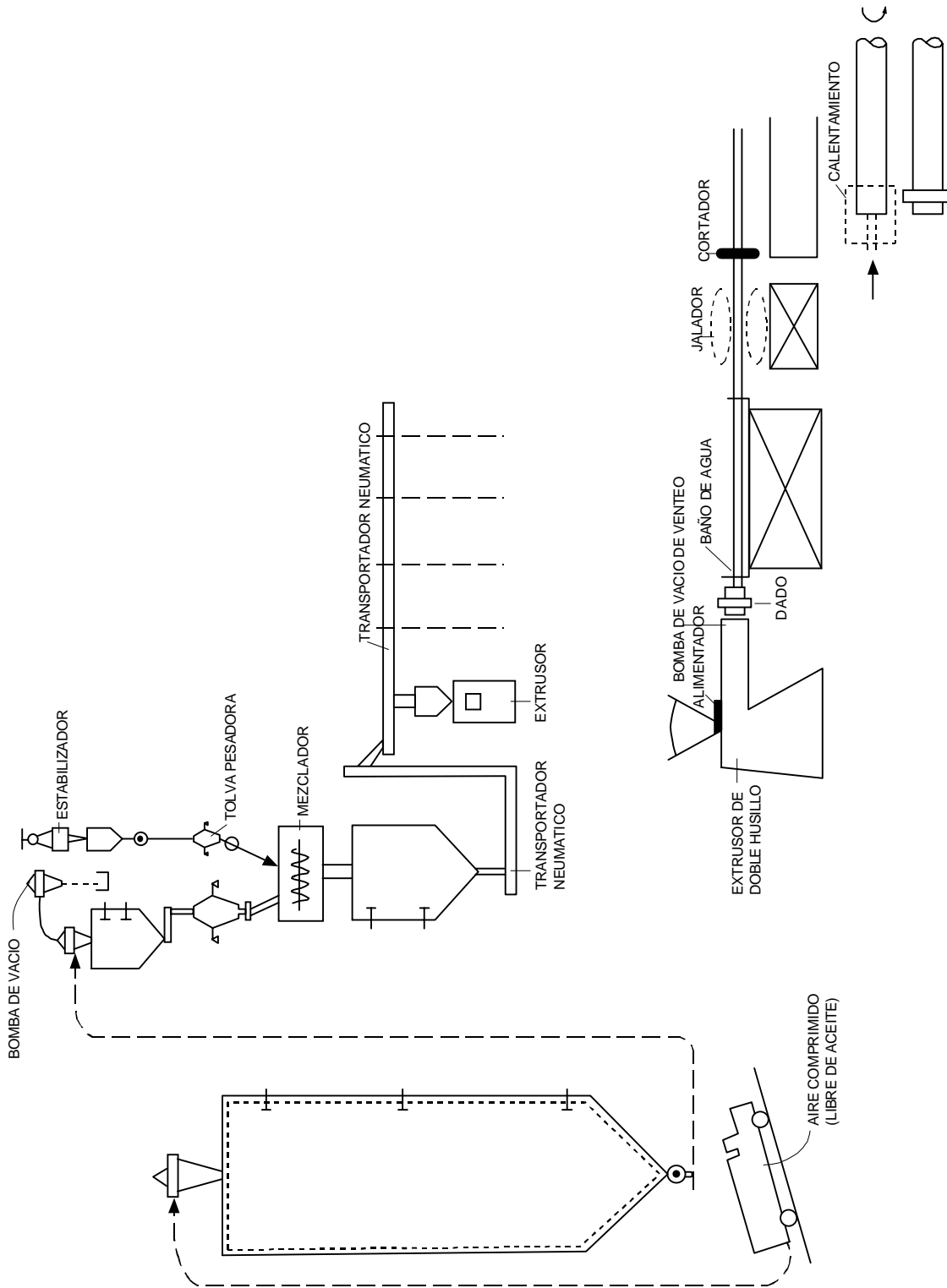
JIS	1) Conducción de agua	VP
	2) Uso general	VP, VU (Tubería de drenaje)
	3) Mezclado	PVC con razón de polimerización de 1040
	(1) Mezclador Henschel (Super mezclador)	
	(2) Mezclador tipo listón(Ribbon) (Mezclado de polvos)	
	(3) Estabilizador (Pb, Ca-Zn, Sn)	
	Ts, DBL, Estabilizador de Ca, estabilizador de Pb, Sta, pigmento	
	4) Extrusor	Doble husillo con venteo
	5) Formador	Formadora vacío (Vacuum sizing)
	6) Jalador	Kyatapila, Cintillo, Cilindro
	7) Rubbering	En línea lateral automáticamente



2. Accesorios - Reducciones, codos , coples y tes.

1) Mezcla	PVC con razón de polimerización de 700-800
(1) Mezclador de listón	Pelet
(2) Super mezclador	Compuesto en polvo
2) Estabilizador (Pb, etc)	
	NB (Mizusawa Chemical), esestabilizador de Pb, etc.
	DOP, modificador de gelación (Metablen, MBS , etc.)
3) Máquina de Inyección	1500- 2000 Kg/cm ²
	Codificador deslizante o rotatorio, sin anillo de retroceso
4) Molde	
(1) Presión de cavidad	800-1000 Kg/cm ²
(2) Sin compuerta, venas cruvas.	

3. Tubería - Solvente THF, Cuidado de S.C.



Anexo 2

Efectividad en el mezclado de Carbonato de Calcio

Como una forma de reducción de costos variables, rellenos de bajo costo son mezclados frecuentemente con resinas plásticas. Un ejemplo concreto es la mezcla de carbonato de calcio de bajo costo con PVC para ser usado en el moldeo de tuberías y accesorios. Algunas consideraciones serán hechas de como esto contribuye a la reducción de costos; Si la gravedad específica de los productos moldeados hechos de un compuesto de PVC la expresamos como “a” y el compuesto de PVC es mezclado a X% en peso, y la gravedad específica del Carbonato de Calcio es expresada como “b” y es mezclado a Y% en peso, la gravedad específica del compuesto **S** puede ser expresada como:

$$S = ab/(bx + ay) \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$x + y = 1 \quad \dots\dots\dots (2)$$

Si el costo de moldeo por kilogramo de compuesto de PVC es expresado como “c” y el costo de moldeo por kilogramo de Carbonato de Calcio es expresado como “b”, el costo “R” por kilogramo puede obtenerse de la siguiente forma:

$$R = cx + by \quad \dots\dots\dots (3)$$

De las ecuaciones (1), (2) y (3) , el costo P por unidad de volumen puede obtenerse:

$$P = S \cdot R$$

$$= ab(cx + dy)/(bx + ay) \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$= \{ab(c - d)x + abd\} / \{(b - a)x + a\} \quad \dots\dots\dots (5)$$

La existencia de valores externos puede ser analizada diferenciando la ecuación (5) con respecto a x, de la siguiente forma;

$$\frac{dP}{dx} = \{ab(ac - bd)\} / \{(b - a)x + a\}^2$$

No existen valores extremos debido a que el numerador es constante.

Anexo2 (2/5)

Dependiendo del tipo de estabilizador a usarse y su razón en el compuesto, el valor de a varía en general de 1.35 a 1.42, y el valor de b es de 2.71. Como resultado $a < b$. Por lo tanto, los valores de c y d son la suma de costos de materia prima y costos de moldeo, y como los costos de moldeo son aproximadamente igual, la relación $c > d$ puede ser obtenida. Los valores de c y d son mayores que los de a y b , por lo que $ac > bd$. Por lo tanto el costo P se incrementa con un incremento en el % de x y por otro lado, se disminuye con un incremento en el % de y . Para estar seguro de ello, la ecuación (4) se establece con respecto a y de la siguiente forma;

$$P = \{ab(d - c)y + abc\} / \{(a - b)y + b\}$$

Diferenciando esta ecuación con respecto a y , la siguiente ecuación puede ser obtenida de la siguiente forma ;

$$\frac{dP}{dy} = -\{ab(ac - bd)\} / \{(a - b)y + b\}^2$$

Por lo tanto, el costo P se disminuye con un incremento en el % de y , y como el denominador esta expresado en forma cuadrática, resulta claro que esta disminución será muy rápida al incrementarse el % de y .

Si $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, x=1$ and $y=0$, entonces $P=ac$.

Si $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, x=0$ and $y=1$, entonces $P=bd$.

Por otro lado, si el costo por unidad de peso es expresada por la ecuación (3) como resultado, se obtiene la siguiente expresión;

Si $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, x=1$ and $y=0$, entonces $R=c$.

Si $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, x=0$ and $y=1$, entonces $R=d$.

En un calculo práctico de moldeo de tubería en una planta de extrusión de plástico, se obtuvieron los siguientes resultados;

$$a=1.38\text{kg/L}, b=2.71\text{kg/L}, c=150\text{Yen/kg and } d=50\text{Yen/kg}$$

La tabla A2-1 muestra el costo P por unidad de volumen, costo R por unidad de peso, las diferencias y cambios cuando varía x y y , y la figura A2-1 muestra gráficamente las diferencias y cambios de ellos.

Anexo2 (3/5)

Además, si se considera las tuberías de PVC de ϕ 20 y ϕ 100 (Denominadas como VP20 y VP100, respectivamente, con 4M como unidad) , los pesos de VP20 y VP100 son 1.24Kg/4M y 13.66 Kg/4M , respectivamente. Basados en estos valores como referencia, la tabla A2-2 y figura A2-2 son obtenidos.

Nota) En este caso, el costo por unidad de volumen (Yen/L) significa que es estimado considerando que la gravedad específica puede variar con un cambio en el volumen de CaCO_3 y el costo por unidad de peso (Yen/Kg) significa considerando que la gravedad específica es constante. En muchos casos, los cálculos deben ser basados en la ultima forma de estimación, por lo general.

Consecuentemente, las siguientes conclusiones pueden ser establecidas:

- (1) Considerando la reducción de costo por unidad de peso cuando se usan mezclas de CaCO_3 , si se mezcla al 5%, entonces, se obtiene una reducción de 5 Yen/kg y si la mezcla es de 10%, entonces la reducción es de 10 Yen/kg, sin embargo, las reducciones de costo por unidad de volumen son de 1.87 Yen/L y 3.83 Yen/L , respectivamente, significan, que la reducción de costos esperada es poca. Esto se muestra claramente en las gráficas de las figuras. La razón de esto es que la gravedad específica del CaCO_3 es grande y la gravedad específica de la conversión no es alcanzada. Este hecho se basa en un concepto erróneo.

Como se muestra en la figura A2-2, la reducción de costo de VP20 es de 1.68 Yen/4M sobre una base de volumen y 6.2 Yen/4M sobre una base de peso en mezclas de CaCO_3 al 5% y de 3.44 Yen/4M y 12.4 Yen/ 4M, respectivamente, cuando la mezcla es al 10%. También, la reducción de costo de VP100 es 18.51 Yen/4M y 68.3 Yen/4M cuando la mezcla es al 5% y de 37.91 Yen/4M y 136.6 Yen/4M cuando la mezcla es al 10% respectivamente. Esto muestra claramente que las diferencias son grandes, lo que resulta claro en la figura A2-2. De los valores de gravedad específica que se muestran en la tabla A2-2 resulta claro que los cálculos volumétricos fueron hechos considerando que las gravedades específicas son variables y por otro lado, los cálculos gravimetricos fueron hechos considerando valores constantes. Como resultado, si la conversión de gravedad específica es realizada , los mismos valores deben ser obtenidos. Por ejemplo, considerando el caso de la mezcla de CaCO_3 del VP20, al 10% los siguientes valores pueden ser obtenidos:

Anexo2 (4/5)

$$1.24 \times 1.451 \times 140/1.38 = 182.53 \text{ Yen/4M}$$

Esto significa que el mismo valor es obtenido.

- (2) Los cálculos de costo de tubería de PVC son hechos generalmente sobre una base de peso sin la realización de la conversión de gravedad específica. Como resultado, se observa como si el costo se redujera, sin embargo, la reducción de costo no es tal, lo que debe ser recalado.

En muchos casos, compramos bienes en unidades, lo cual significa que las compras no son hechas sobre una base gravimétrica pero si en una base volumétrica. Como resultado, atención especial debe darse al costo por unidad de peso, sin embargo, la situación actual es que las compañías que están en el error son sorprendentemente muchas.

- (3) El mezclado de CaCO_3 particularmente pesado, Bicarbonato de calcio al 10% o más puede resultar en un desgaste del husillo de una máquina de extrusión. Como resultado, el husillo debe ser reemplazado después de pocos años de operación (El desgaste se presenta naturalmente porque el CaCO_3 es un material originado por el molido de rocas). En la máquina de inyección, el desgaste del screw plunger es generado por la misma razón y con las mismas consecuencias de tener que reemplazar piezas. Las reparaciones y reemplazos requieren de grandes inversiones por parte de las empresas. Las mezclas de CaCO_3 deben ser consideradas por lo mostrado en lo mencionado arriba.
- (4) Como conclusión final, no se recomienda usar mezclas de CaCO_3 . Por otro lado. las mezclas con polvo de madera están siendo estudiadas por algunos ingenieros, sin embargo, la madera tiene una gravedad específica baja de .55 pero a 150 - 200 mallas tiene una gravedad específica tan alta como 1.0, propiciando un incremento del costo. La introducción de polvo de madera es también algo sin sentido por estas razones.

Tabla A2-1

Cálculos de Mezclado (Yen/L)				
X	Y	P (Yen/L)	Diferencia (Yen/L)	Razón (%)
1	0	207	0	0
0.95	0.05	205.13	1.87	0.9
0.90	0.10	203.17	3.83	1.85
0.85	0.15	201.10	5.90	2.85
0.8	0.20	198.93	8.07	3.90
(Yen/kg)				
X	Y	R (Yen/kg)	Difference (Yen/kg)	Rate (%)
1	0	150	0	0
0.95	0.05	145	5	3.33
0.90	0.10	140	10	6.67
0.85	0.15	135	15	10.00
0.8	0.20	130	20	13.33

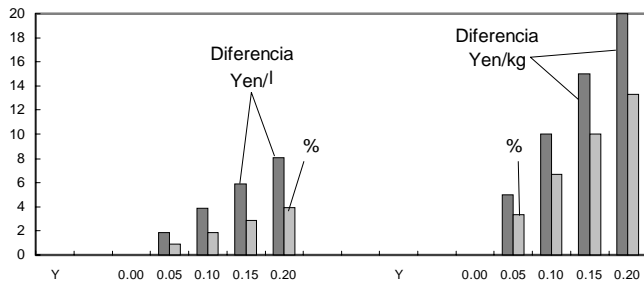


Figura A2-1

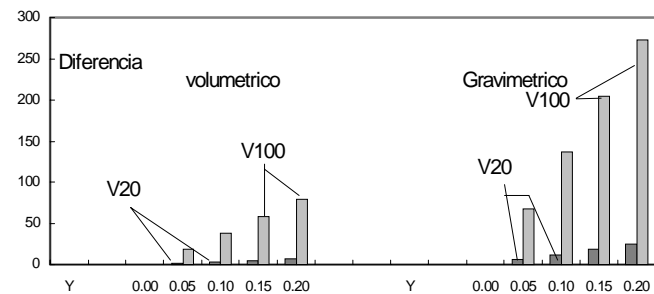


Figura A2-2

Tabla A2-2

X	Y	S.G. Kg/L	VP20 Yen/4M	Diferencia VP20 Volumétrico	VP100 Yen/4M	Diferencia VP100 Volumétrico
1	0	1.38	186		2,049	
0.95	0.05	1.415	184.82	1.68	2,030.49	18.51
0.9	0.1	1.451	182.54	3.44	2,011.09	37.91
0.85	0.15	1.49	180.7	5.3	1,990.6	58.4
0.8	0.2	1.53	178.75	7.25	1,969.12	79.88
X	y	S.G. Kg/L	VP20 Yen/4M	Diferencia VP20 Gravimétrico	VP100 Yen/4M	Diferencia VP100 Gravimétrico
1	0	1.38	186		2,049	
0.95	0.05	1.38	179.8	6.2	1,980.7	68.3
0.9	0.1	1.38	173.6	12.4	1,912.4	136.6
0.85	0.15	1.38	167.4	18.6	1,844.1	204.9
0.8	0.2	1.38	161.2	24.8	1,775.8	273.2

Anexo -3

Ubicación de las curvas isothermas durante el enfriamiento

En muchas publicaciones tecnológicas , la ubicación de las curvas isothermas durante el enfriamiento de los moldes de inyección estan expresadas como se muestra en la figura A3-1. Esta figura muestra el caso cuando la cavidad es plana, y la tubería de agua de enfriamiento es perpendicular a la superficie de la hoja y seccionada paralelamente a la superficie de la hoja.

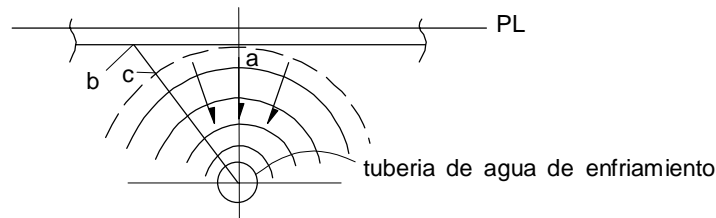


Figura A3-1 Tubería de agua de enfriamiento

Esto claramente no es verdad. Si fuera cierto, la temperatura en el punto a tendría que ser igual a la del punto c . Aún si la temperatura en el punto a fuera igual a la del punto b, no podría ser igual a la del punto c . Esto es claramente inconsistente. Trataremos de analizar este problema a través del análisis matemático como sigue:

Para obtener la ubicación de una curva isoterma, se dan los siguientes supuestos: 1) El calor fluye linealmente, aunque no lo hace debido a la difracción, y 2) Las temperaturas de la cavidad y de la tubería de agua de enfriamiento son constantes (Sin capa límite).

En la figura A3-2, los siguientes términos son denotados como:

- T_x : Temperatura en cualquier punto P.
- T_m : Temperatura en la superficie de la cavidad
- T_c : Temperatura del agua de enfriamiento de la cavidad
- λ_0 : Distancia desde la superficie de la cavidad al punto central de la tubería de enfriamiento.
- λ_x : El valor de λ_0 a un ángulo dado θ .
- x : Distancia del punto d al punto p.
- x' : Distancia desde el punto p al punto central de la tubería de enfriamiento
- r : Radio de la tubería de enfriamiento.

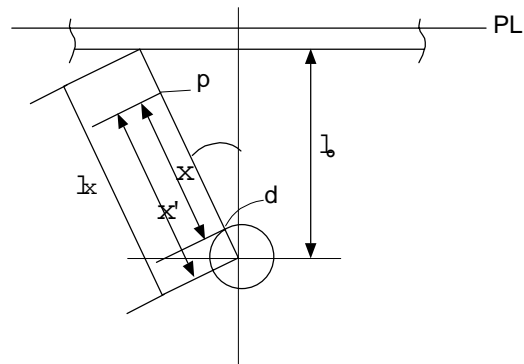


Figura A3-2

Dado que la ecuación de conductividad térmica en estado estable está establecida en el punto P, la relación entre la temperatura T_x en el punto P y la distancia puede ser expresada como sigue:

$$\frac{T_x - T_c}{x} = \frac{T_M - T_c}{\lambda_x - r}$$

De aquí ,

$$T_x = \frac{T_M - T_c}{\lambda_x - r} x + T_c \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\lambda_o = \lambda_x \cos\theta \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$x' = x + r \quad \dots\dots\dots (3)$$

Entonces, sustituyendo las ecuaciones (2) y (3) en la ecuación (1), la temperatura (T_x) en el punto P puede ser obtenida como:

$$T_x = \frac{T_M - T_c}{\frac{\lambda_o}{\cos\theta} - r} (x' - r) + T_c \quad \dots\dots\dots (4)$$

De la ecuación (4), la distancia (x') desde el punto P al punto central de la tubería de enfriamiento puede ser obtenido como:

$$x' = \frac{T_x - T_C}{T_M - T_C} \left(\frac{\lambda_0}{\cos\theta} - r \right) + r \quad \dots\dots\dots (5)$$

En la ecuación (5), si $T_x = T_M$, entonces $x' = \lambda_x$ y $x = \lambda_{x-r}$. Esto significa que la localización de la temperatura coincide linealmente con la línea de la superficie de la cavidad.

Si $T_x = T_c$, entonces, $x' = r$ y $x = 0$. esto significa que el lugar de la temperatura es circular porque x' es igual al radio (r) de la tubería de enfriamiento. Consecuentemente, será aproximadamente lineal en la vecindad de la superficie de la cavidad y circular en la cercanía de la tubería de enfriamiento, obteniéndose los lugares de las curvas isotermas a intervalos desiguales como se muestra en la figura A3-3, que son diferentes a aquellas obtenidas a intervalos iguales y que se ilustran en muchas publicaciones tecnológicas.

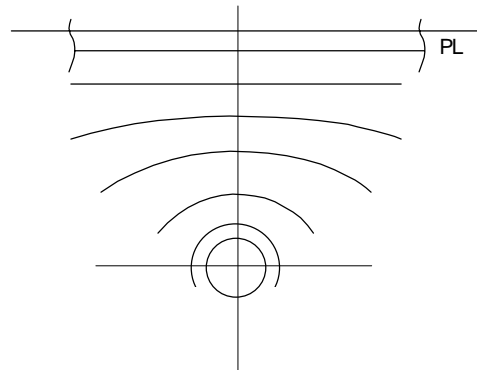
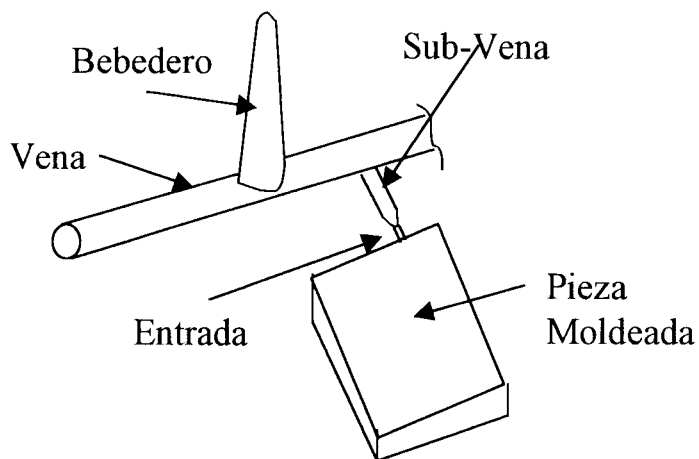
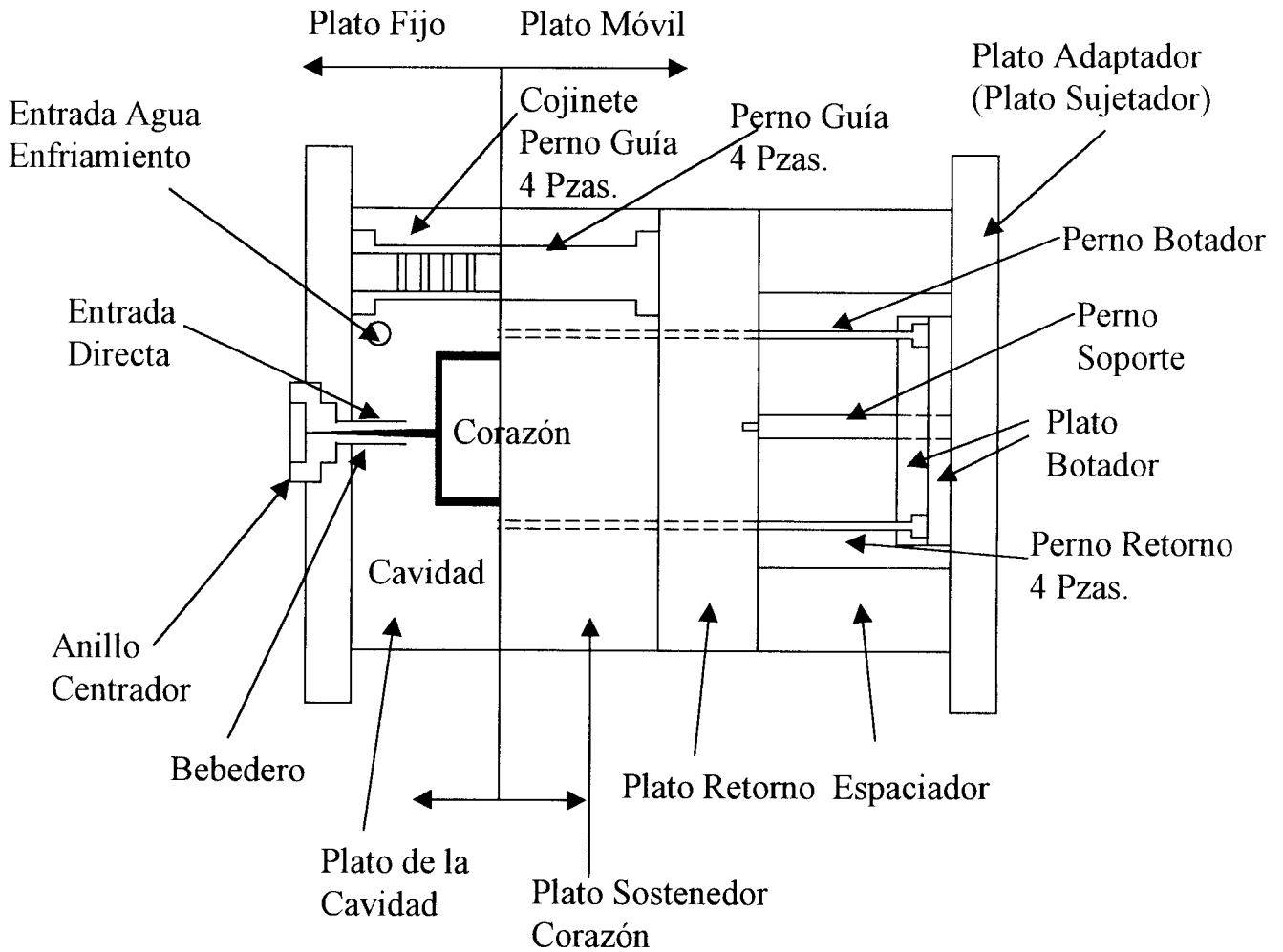
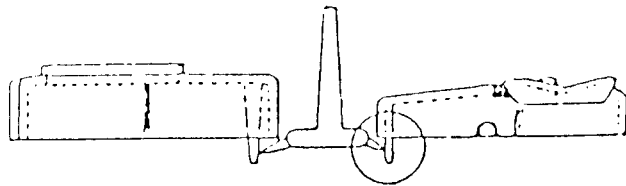
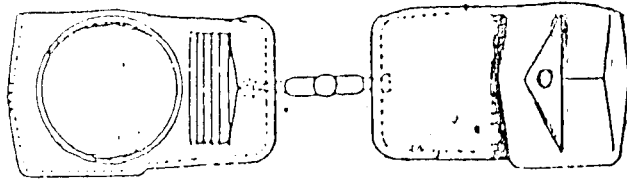


Figura A3-3 Localizacion de las lineas de isoterma

A-***-2

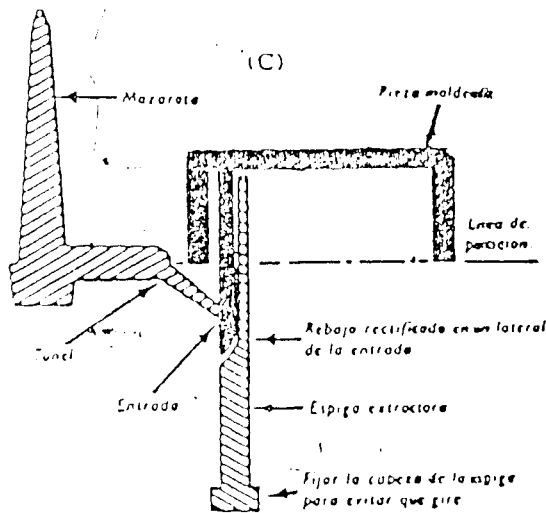
**IDENTIFICACIÓN DE LAS PARTES DEL MOLDE, GATE SPRUE,
ESTRUCTURA GENERAL DE MAQUINA DE MOLDEO**





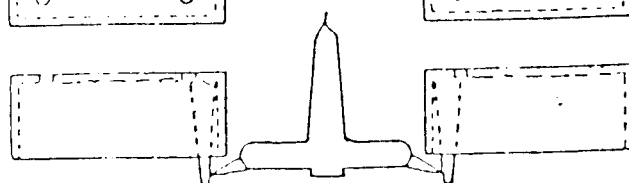
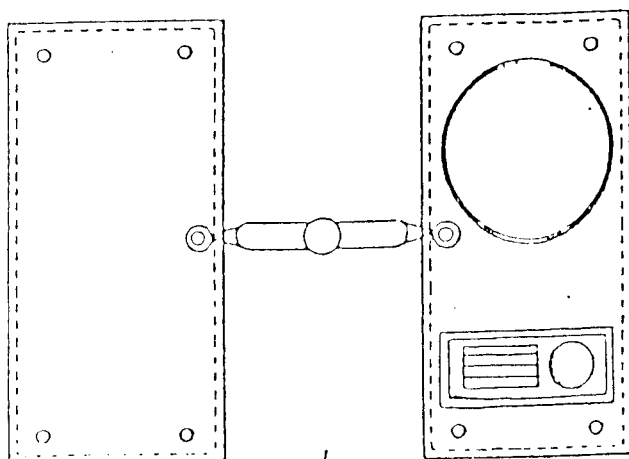
Presión en la
Cavidad
300 - 500 Kg/cm²

El bebedero necesita
suficiente long para que
no regrese el material



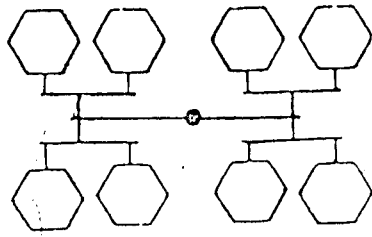
(A)

Entrada Túnel
(Entrada Submarina)

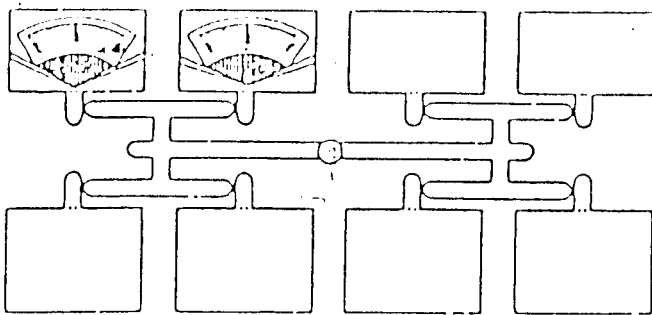


(B)

Sistemas típicos de entrada espita,
de túnel ó submarina. (A) Entrada túnel
en la espiga extractora. (B) Caja de un
radio de transistores con entrada en
espita. (C) Variaciones de entrada de
espita con lengüeta plana vertical.

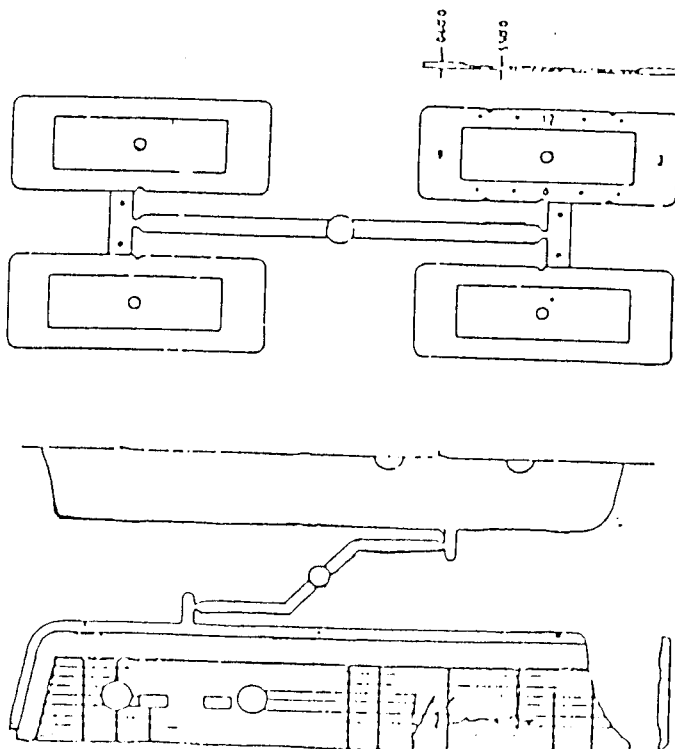


Vena de Balance

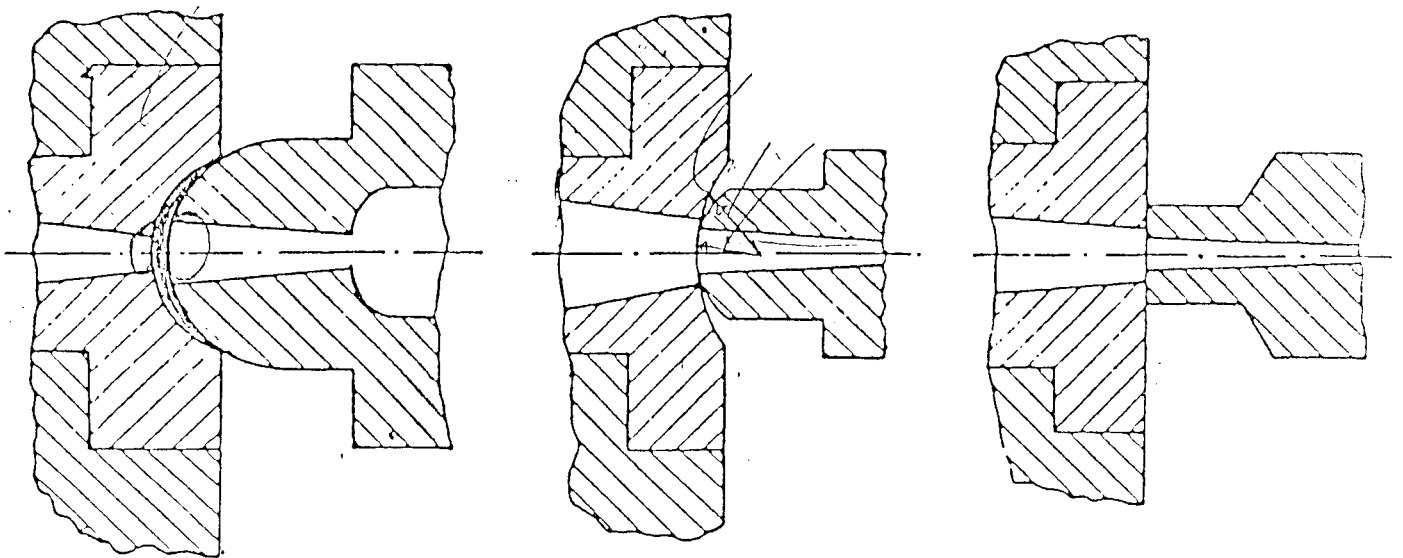


Vena de Balance

Para no alimentar directamente y permitir que salgan los gases disminuyendo las marcas de expansión.



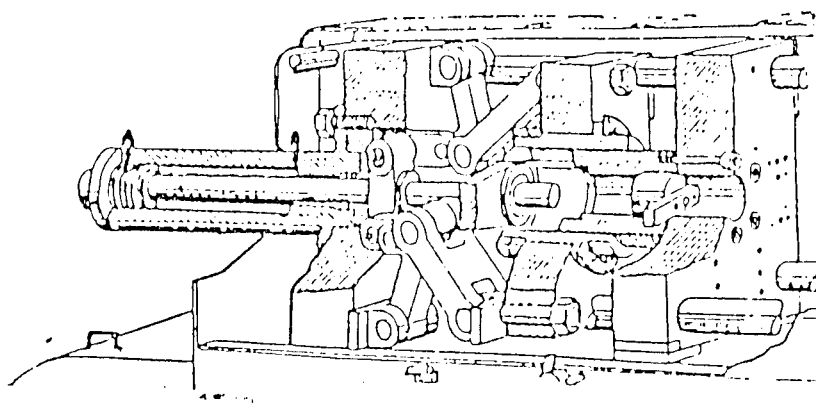
$$R1(\text{Bebedero } R) > R2(R1-0.5\text{aprox/mm})$$



Toberas Redonda y Plana

Molde Estandar				
Tons. Cierre	100	500	800	1200
R (mm)	13	15	20	25

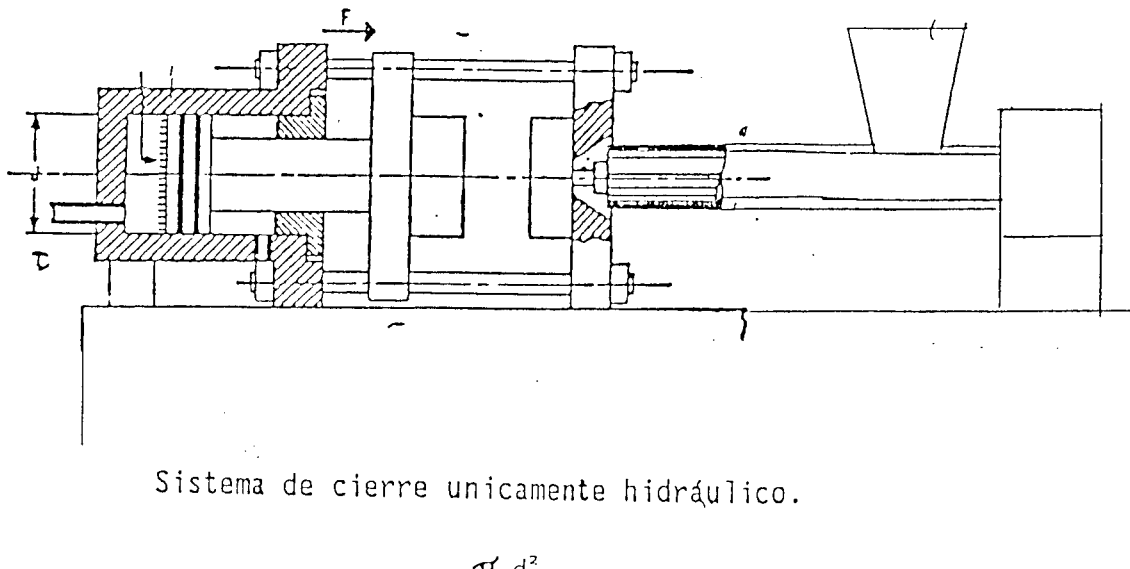
R - 0.5mm para hacer R de la Boquilla



Sistema de Cierre con Palancas Articuladas.

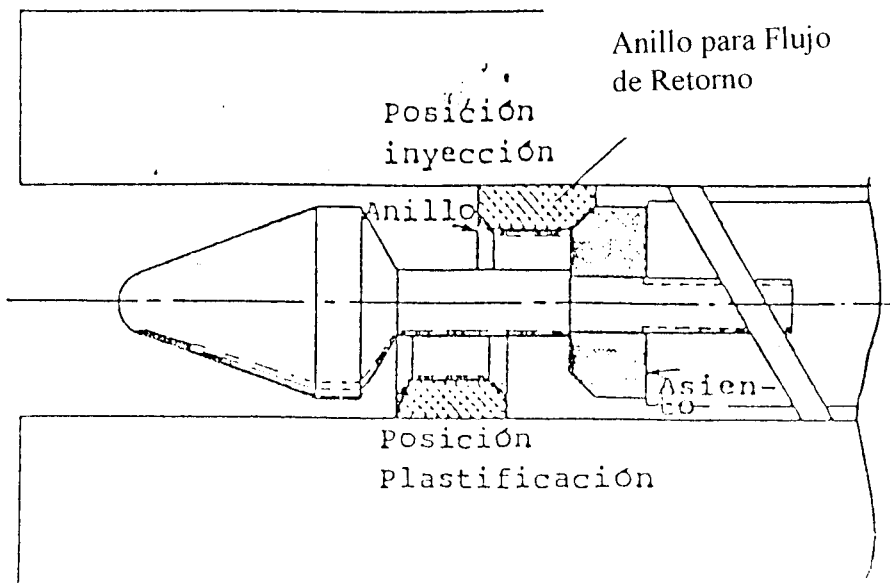
Cilindro de Sujeción

Tolva



Sistema de cierre unicamente hidráulico.

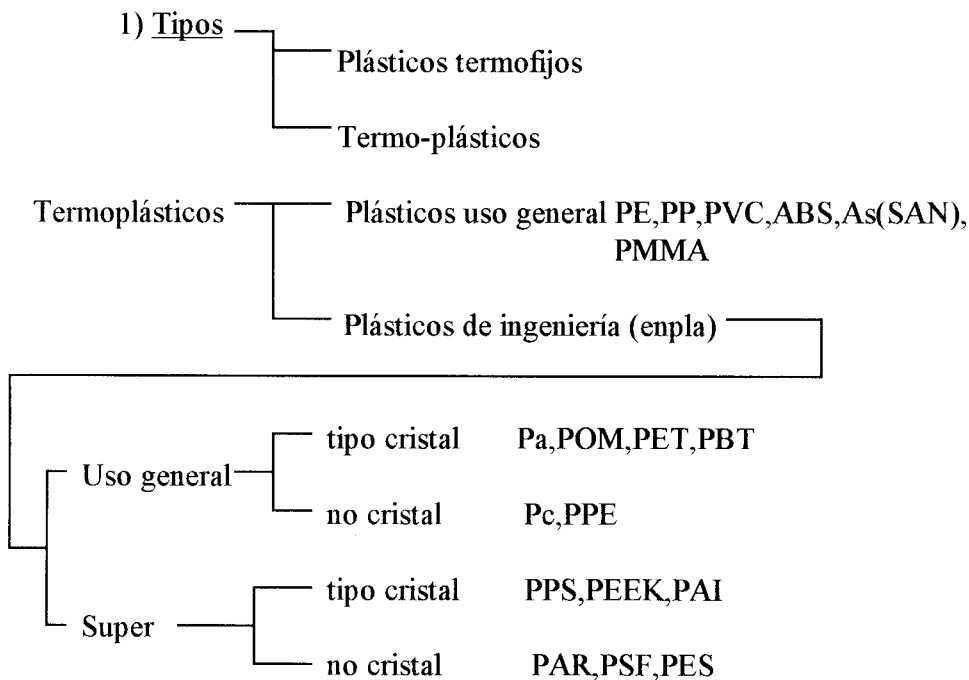
$$F = p \times \frac{\pi d^2}{4}$$



A-***-3 MATERIA PRIMA, MÁQUINA DE MOLDEO, MOLDE, REQUERIMIENTO A FUTURO.

MOLDEO POR INYECCIÓN 98-5-30 (Documento del Sr. SUZUKI) 1/19

1.- MATERIALES PLASTICOS.



Otros Ultra alto peso molecular PE, CPVC, PTFE, LCP

Plásticos bio-degradables

ABS (alloy, blend, compose)(aleación, mezcla, anti-estática, mejora de la resistencia, mezclado vidrio, carbón, whisker.

PVC ---- estabilizador + lubricante

2) Estándares de materiales

Grado de polimerización, grado de grano, volatilidad, humedad, contaminación (muestra de prensa),MI, densidad-bulk, olor (prueba subiendo la temperatura).

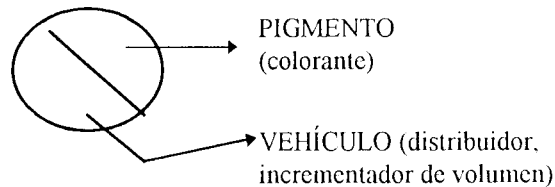
3) MI (Melt Index)-- valor comparativo en resina (relativamente muy poco en la práctica de moldeo).Hay muchos métodos (multi-carga,diferente temperatura).

1.- MATERIALES PLASTICOS (Cont.)

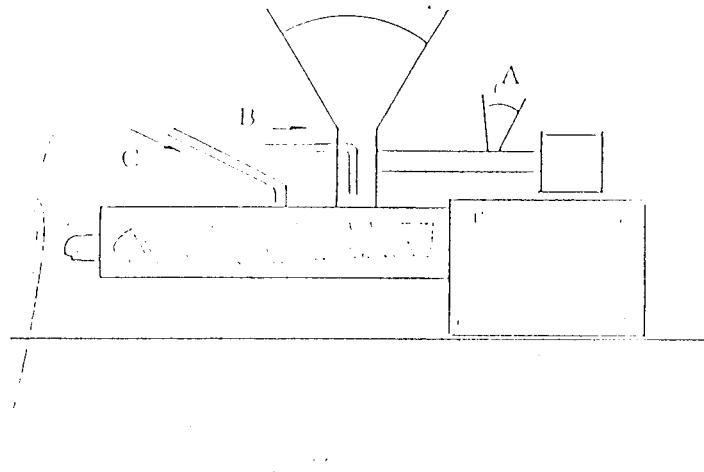
- 4) Esfuerzo a la tensión -- diferente velocidad. Ejemplo: PVC - 10mm/min, PE - 50 mm/min, ASTM, JIS. La zona elástica y la zona plástica no es clara, generalmente, en la curva de esfuerzo-deformación.
- 5) Impacto -- Charpy (Kg-cm/cm^2), izod (Kg-cm/cm)*, dynstat, prueba de caída de bola. El espesor es relativo en la prueba izod y Charpy. Estos son valores comparativos porque los productos inyectados tienen esfuerzos residuales, concentración de esfuerzos. * Verificar.
- 6) Temperismo -- medidor de temperismo, medidor de debilitamiento. Aparatos de arco de carbono, arco de brillo solar, arco de xenón. Pruebas prácticas en campo (impacto, elongación, flexión, en probetas; la prueba de tensión no es buena).

2.- COLORANTE

- 1) Color --

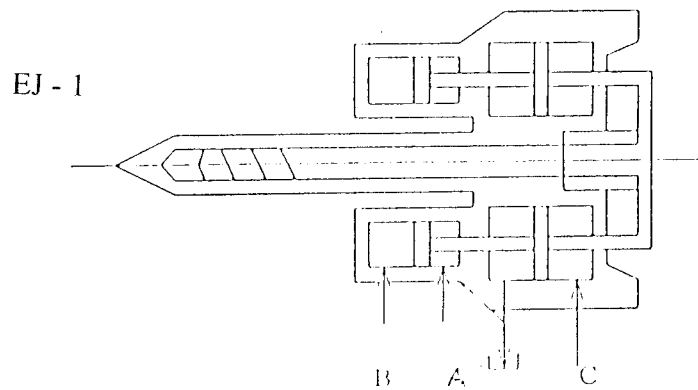


- 2) Forma en que viene el color -- polvo, gránulos de color, color en master-batch.
- 3) Método de coloración -- tamborileo, alimentador de volumen, master-batch, color líquido.

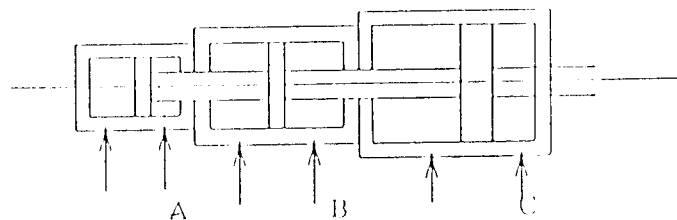


3.- MAQUINA DE INYECCION

- 1) Puntos principales -- referencia en otros documentos (Máquina-aceite, Máquina-eléctrica, etc.)
- 2) Baja presión alta velocidad de inyección -- presión adecuada alta velocidad de inyección controlada por cilindro-multi-inyección, (flujo de resina es bueno en velocidad alta)



EJ- 2



máquina -- pirómetro, presión de bomba, anillo de retención, posición del tornillo, precisión de la bisagra de articulación (elongación uniforme de la barra tensora), rayadura de la zapata de deslizamiento & barra tensora.

- 3) Máquina de inyección tipo vent (con respiradero). El secado es innecesario pero hay puntos problema:
 - (1) Baja capacidad de inyección (cerca de 60 - 65% de las convencionales).
 - (2) Cambio de color no es bueno.
 - (3) Ocurren puntos negros (material quemado) en las posiciones del venteo.
- 4) Máquina de inyección de doble tornillo -- La plastificación es muy buena pero no hay presión alta debido a un débil cojinete de empuje.

3.- MAQUINA DE INYECCION (Cont.)

5) Máquina de inyección sin barra tensora.

6) Máquina de inyección con barra tensora.

4.- EQUIPO ADICIONAL

Equipo de enfriamiento (volumen & presión), controlador de temperatura de molde (temperatura del molde, temperatura del aceite), ambiente (temperatura del área de producción, viento), voltaje (voltaje uniforme).

5.- MOLDE DE INYECCION

1) Tipos

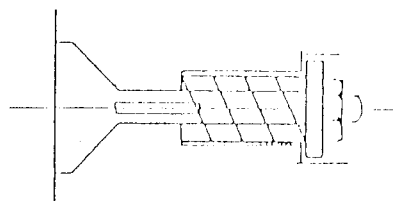
Por amarre -- sin amarre, molde dividido, molde de corazón deslizante, molde roscado por dentro, corazón ensamblado, corazón perdido.

Por entrada -- entrada lateral, entrada de espiga, entrada de túnel, entrada de colada (canal) caliente, entrada directa, vena caliente.

Por corte automático de entrada -- entrada de espiga, entrada de túnel, entrada de colada (canal) caliente, vena caliente, por vibración, perno eyector, redondeo de corazón, placa deslizante (en corazón interno).

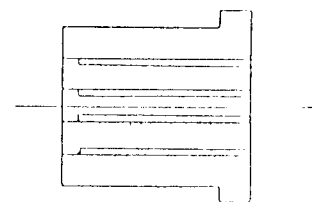
Por eyección -- perno de eyección, placa de eyección, anillo de eyección, eyección por aire (efectivo para olefinas).

válvula de disco
con movimiento
vertical



metal sinterizado (POSERAX, HIPRAX)

válvula hendida



5.- MOLDEO DE INYECCION (Cont.)

1) Tipos (Cont.)

Cassette -- (para menos de 150 toneladas generalmente).

2) Sin rebaba, deflexión pequeña, enfriamiento uniforme, misma carga de eyección (buena precisión).

3) Materiales para hacer moldes -- acero (S55C, SCM, SUS, SKS, SKD, SKH, Starvax) (marca registrada -- NAK80, HPM, etc.), Al, Cu (Ni-Si), EPOXY, Be-Cu, Ti-Cu, ZAS (aleación Zn-Al-Cu-Mg), ZAPREC (aleación Zn).

Ver el documento del Seminario del Sr. Suzuki del 6/NOV/97, Capítulo 6 Moldes usados en el método de moldeo por inyección, donde se amplía un poco más este punto.

4) “El molde es el procedimiento y no el propósito”

6.- MOLDEO

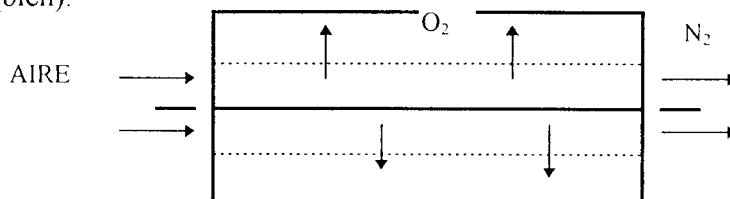
1) Mantener el tiempo de ciclo constante.

2) Mantenimiento del molde, mantenimiento de la máquina de inyección.

3) Mantenimiento del equipo adicional. Hacer las reglas y practicarlas perfectamente.

4) Material constante. Se requiere un estándar y verificación.

5) Secado -- caja secadora, tolva secadora (para tener el cuidado de la temperatura) especialmente Pa menos de 80° C, moldear en un ambiente de N₂. Remover humedad por vacío, por filtrador (bien). Usar un generador de N₂ por filtrador (bien).



6.- MOLDEO (Cont.)

- 6) No sobrecalentar (para prevenir degradación, cambio de color).
- 7) En caso de iniciar corrida, hacer un disparo corto primero.
- 8) En cavidad múltiple, verificar el balance de la entrada por medio de un disparo corto.
- 9) Geometría de la vena -- círculo es lo mejor, el diámetro -- mientras más pequeño mejor.
- 10) Auto-caída es lo mejor en operación automática. La operación automática es adecuada para la estabilidad del moldeo (dimensión, propiedad física).
- 11) No fabricar piezas defectuosas es mejor que aumentar la velocidad del ciclo.
- 12) Remover la entrada & rebaba no es trabajo.
- 13) Pequeño número de cavidades y aumentar el tiempo de ciclo, es mejor que muchas cavidades, generalmente.
- 14) Tener cuidado de depósitos (especialmente ABS anti-quemado). Respiradero y respiradero forzado son efectivos y son capaces de eliminar línea de soldadura, disparo corto, etc.
- 15) El enfriamiento del molde es desde el centro y la diferencia de temperatura es menor de 2° C entre la entrada del agua y la salida del agua.
- 16) El brillo de los productos sale bien en caso de alta temperatura del molde.
- 17) Pesar los productos moldeados a intervalos constantes (menos de 1%).
- 18) Corrosión y depósitos en cavidades

La corrosión en cavidades pueden ser causada por las resinas o por los aditivos de las resinas. Ejemplos típicos de lo anterior son el POM, PPS, PVC y las fluoro-resinas. Con el POM, las causas son formaldehído residual o aldehído generado por descomposición, que es luego oxidado y convertido en ácido fórmico. Con PPS, la causa es ácido sulfúrico. Con

6.- MOLDEO (Cont.)

18) Corrosión y depósitos en cavidades (Cont.)

PVC la causa es debida a la descomposición del ácido hidroclorídrico en gas de cloro. Y con las fluoro-resinas la causa de corrosión es fluoruro de hidrógeno.

Para los aditivos de las resinas, las causas son los agentes incombustibles. Con las resinas de base halógena, las causas son los aditivos de base cloro o base bromo, y con las resinas de base ácido fosfórico, las causas son los compuestos del ácido fosfórico, como el óxido de antimonio y otros.

La resina ABS puede ser mezclada fácilmente con resina de PVC, por lo que las resinas de ABS pueden contener PVC que causa corrosión. La corrosión tiene el efecto de deteriorar el lustre del producto moldeado o su apariencia general.

La contramedida es pulir las superficies durante el trabajo de mantenimiento, y la idea básica es usar acero inoxidable (SUS440, SUS630) como el material de acero para el molde. Sin embargo, los aceros inoxidables son difíciles de maquinar y su conductividad del calor no es tan buena, por lo que, un método recomendado es maquinar las cavidades con un material de acero que sea fácil de cortar y recubrirlo con nitruro de titanio.

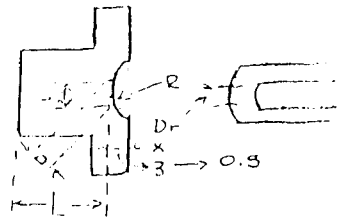
Los depósitos en las cavidades consisten de resinas descompuestas y algunos tipos de aditivos de resinas, que tienen el efecto de deteriorar el lustre, apariencia general y textura de los productos moldeados. Por lo que, será necesario limpiar regularmente las superficies de las cavidades con solventes (acetato de metilo, alcohol benzil, etc.). No hay problema con las partes que pueden ser limpiadas fácilmente, pero los depósitos generados en los respiraderos de partes de corazones ensamblados son difíciles de limpiar y pueden requerir el desensamble del molde. En tal caso, puede ser necesario cambiar a usar una materia prima que no genere depósitos, de otra forma un gran número de productos defectuosos puede ser generado. También debería quedar en la mente que la remoción de corrosión y de depósitos puede ser prevenida efectivamente a través de venteos forzados.

19) El buje de la vena y la boquilla

- (1) Un desalineamiento se puede presentar entre la parte superior de la boquilla R y el centro del buje de la vena. La causa reside en la profundidad de 3 mm del buje de la vena (parte R) como se muestra en el diagrama, y ésta debería ser agrandada a 5 mm.

6.- MOLDEO (Cont.)

19) El buje de la vena y la boquilla (Cont.)



Crear redondez en esta parte para prevenir concentración de esfuerzos

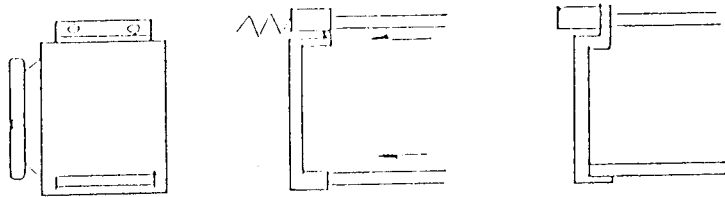
- (2) El buje R debería ser alrededor de 0.5 mm más largo que la parte superior de la boquilla R, de otra forma, se generarán rebabas en esta parte, agravando el paso de la resina a través de la vena.
- (3) Establezca el diámetro del buje de la vena alrededor de 0.5 - 1.0 mm más grande que el diámetro del agujero de la boquilla.

7.- METODOS ESPECIALES DE MOLDEO

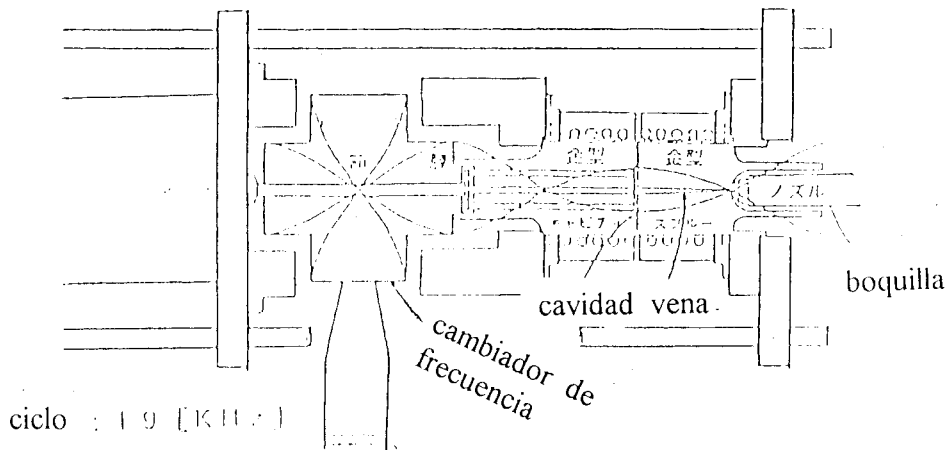
- 1) Para moldear productos continuos
- 2) Inyección-soplo -- vela con fondo y vela sin fondo
- 3) AGI, Método SINPRES
- 4) H2M (moldeo de hueco alto) -- mejora de AGI
- 5) Moldeo inyección prensa --- JSW --- Patente
- 6) DSI (die slid injection) (inyección de dado deslizante) -- JSW-- patente.
- 7) SLIM (sprue-less-injection-molding) (moldeo por inyección sin vena) -- NIGATA STEEL CO. --patente.

7.- METODOS ESPECIALES DE MOLDEO (Cont.)

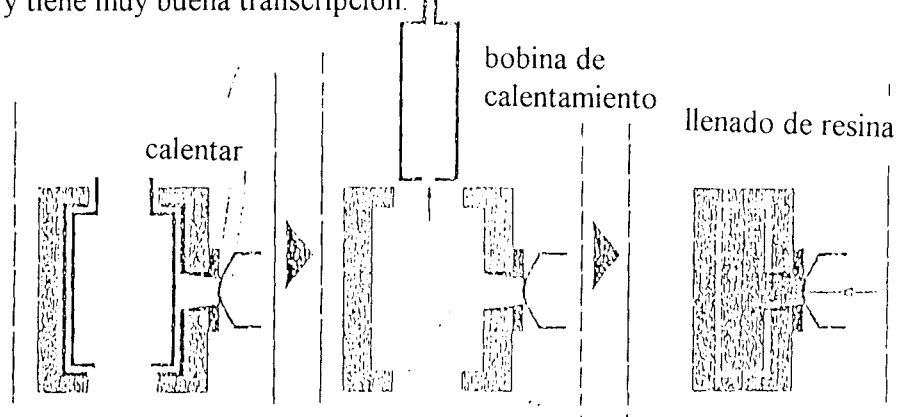
8) Moldeo por capa cerrada -- poly plastic co. -- patente.



9) UIM (ultrasonic-injection-molding) (moldeo por inyección usando ultrasonido) -- IDEMU -PETROCHEMICAL CO. -- patente. ciclo 19 KHZ, amplitud 20 μ m. La transcripción se hace bien y la resistencia de la línea de soldadura es fuerte.



10) BSM (bright-surface-molding) (moldeo de superficie brillante) -- ASAHIKASEI CO. -- La superficie del producto queda brillante y se puede eliminar la línea de soldadura usando calentamiento por alta frecuencia. No se necesita pintar la superficie y tiene muy buena transcripción.



7.- METODOS ESPECIALES DE MOLDEO (Cont.)

10) BSM (bright-surface-molding) (moldeo de superficie brillante) (Cont.)

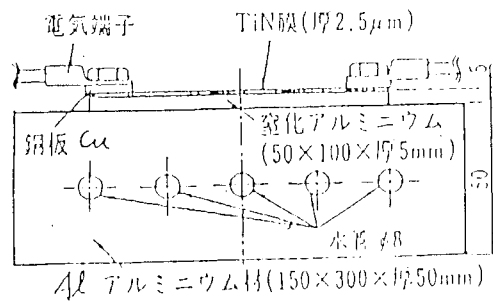
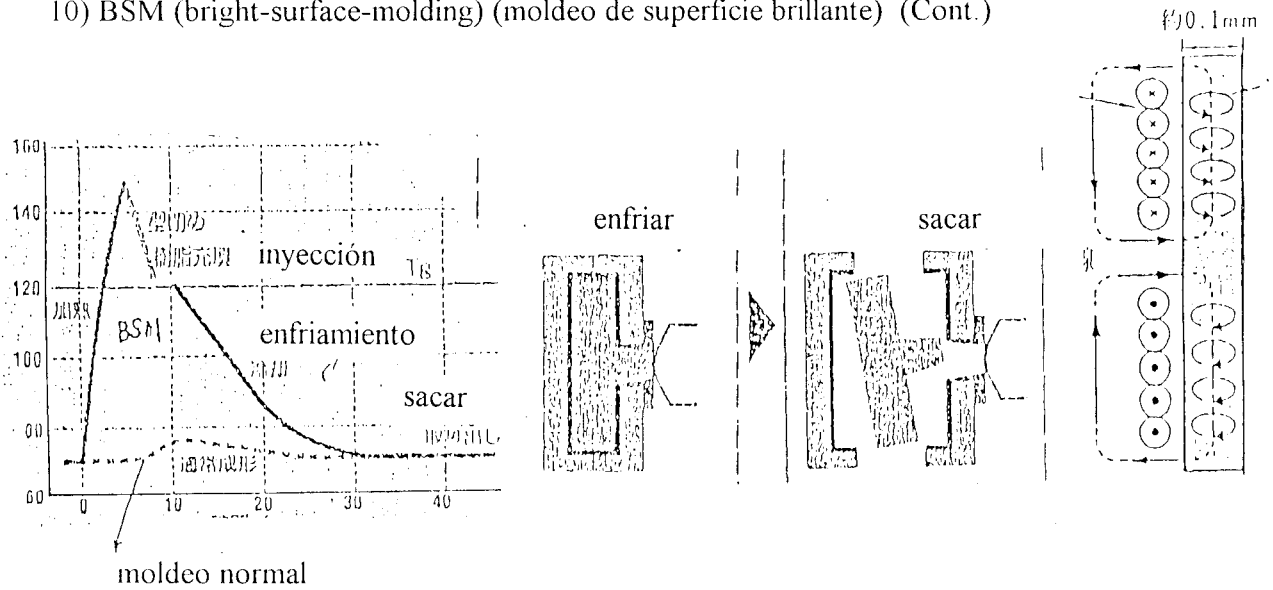


図4 昇温・冷却基礎実験装置

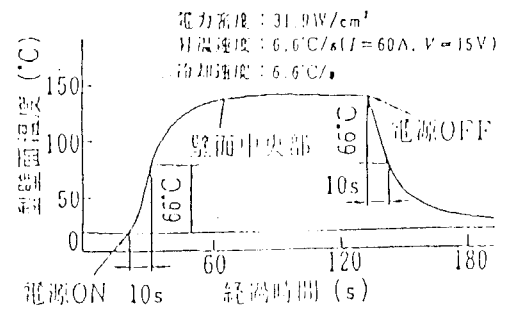
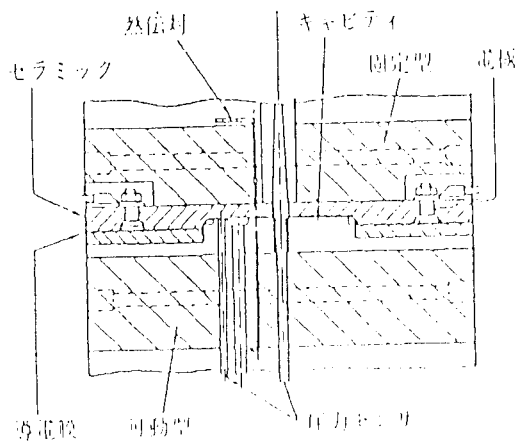


図5 昇温・冷却曲線

8.- Puntos de verificación

1	Verificar 5S de la fábrica & máquinas y mantenimiento. Las máquinas son nuevas o viejas	
2	Verificar si el tiempo de ciclo es constante	
3	Verificar si hay estándares de calidad, si no, poner atención a los contenidos de calidad	
4	Operación del molde, operación de la máquina, si es suave o no	
5	Hay dispersiones en la condición del molde o no, grandes o pequeñas	
6	Perno guía del molde. Posición de corredera y posición de zapata de deslizamiento, es lubricada constantemente o no	
7	¿Los defectuosos son muchos o no y cuáles son los contenidos?	
8	Preguntarles acerca de porqué, cuándo, en qué posición, cómo. ¿Cuál es la contramedida?	
9	Verificar la conexión de las mangueras de enfriamiento y la temperatura del agua de enfriamiento entre la salida y la entrada, si usan controlador de temperatura del molde	
10	Verificar el peso del producto de las diferentes cavidades	
11	Verificar temperatura de los productos moldeados y del molde (lado fijo & lado móvil)	
12	Verificar la posición del tornillo (espacio entre el tornillo y el anillo de retención del cilindro)	
13	Verificar dentro de la tolva (contaminación) y dentro del bastidor, material y ambiente de moldeo, verificarlos en la máquina. Encontrar la causa de contaminación es muy difícil, entonces revisarlos completamente	
14	En rebaba, verificar la Línea de Partición, posición de las caras, espesor de la placa trasera y posición del perno de soporte en la máquina	
15	Verificar si el espesor de la placa fija es estándar (si no, toma mucho tiempo cuando hacen el cambio de molde)	
16	Verificar si usan CaCO ₃ en el caso de cambio de color & material	
17	Verificar equipo adicional (lugar del inventario de material, lugar del mezclado (balance de pigmentación, método), lugar de molido, bomba de agua de enfriamiento, compresor)	
18	----	
19	Verificar sección de reparación (herramientas, tipo, número, viejas o no)	
20	Verificar la sección de Control de Calidad (herramientas de medición -- placa de superficie, block de medición, medidor de altura, herramienta de medición tridimensional, etc.)	

8.- Puntos de verificación (Cont.)

21	Bitácora de moldeo, análisis de estadísticas, educación	
22	1) El peso es más que la capacidad de la máquina -30%, 2) Límite de presión de inyección 30 - 80%, 3) Ps, PMMA, Pc responden en temperatura pero, PE y Pa no. PE, Ps responden en presión pero, Pc, PMMA, POM no., 4) Tener cuidado cuando muevan la inyectora.	

DIFERENCIAS DE MAQUINAS DE INYECCIÓN

1.- MAQUINA DE PRESION DE ACEITE & MAQUINA ELECTRICA

	M. DE PRESION DE ACEITE	M. ELECTRICA
CONTROL DE POSICION Control de velocidad de inyección		Mejor que la M. de presión de aceite, mediante el uso de servomotor AC
FUENTE DE PODER CONTROL DE PRESION SOSTENIMIENTO DE PRESION	La fuente de poder es compacta El control de presión & sostenimiento de presión es mejor que los de la M. E.	
Potencia de inyección alta (velocidad) Potencia momentánea	Fácil usando acumulador	Es necesario un motor de alta potencia
Carga eléctrica		Más pequeña que en la M. de presión de aceite
Fugas de aceite		NINGUNA
PRECIO		Más alto que en la M. de presión de aceite
Fábrica adecuada	LA GENERALIDAD	De medicamentos, de circuitos ntegrados

2.- HIDRAULICA DIRECTA & MECANISMO DE CIERRE DE ARTICULACION

	DIRECTA	ARTICULACION
Mecanismo de retardación	Un poco complejo	Simple (por sí mismo)
Compresión uniforme de la línea de partición del molde	Mejor (automática) Buena para el molde	Diferencia por precisión de máquina
Acortamiento del ciclo	Un poco difícil	Fácil

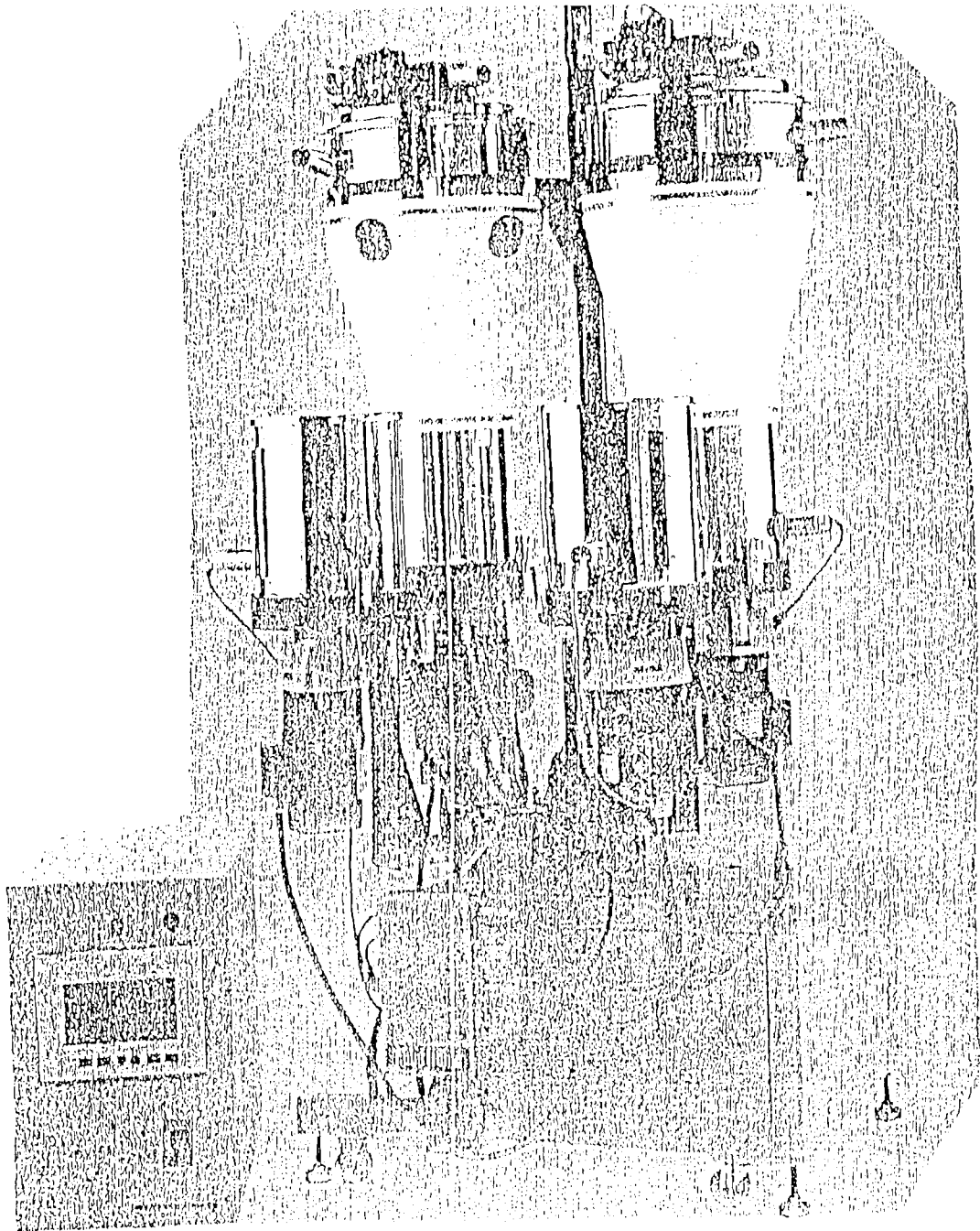
DIFERENCIAS DE MAQUINAS DE INYECCIÓN (Cont.)

3.- PREPLASTIFICACION INTERNA & PREPLASTIFICACION EXTERNA

	PREPLAS. INTERNA	PREPLAS. EXTERNA
Hay anillo de retención o no	Si hay, excepto H-pvc	Ninguno (por la parte superior del extrusor)
Precisión del peso del producto		
Para producto delgado	Mayor dispersión insignificante	Buena dispersión comparativamente
Para producto grueso	Misma dispersión	Misma dispersión
Mecanismo	Simple	Complejo
Precio	Barato	Alto

4.- MAQUINA HIBRIDA DE PREPLASTIFICACION EXTERNA

Mecanismo de inyección	Presión de aceite (estableciendo acumulador)
Preplastificador	Servo-motor AC
Toque de la boquilla	Presión de aceite
Apertura & cierre del molde	Servo-motor AC
Compresión del molde	Presión de aceite
Mecanismo de eyección	Servo-motor AC

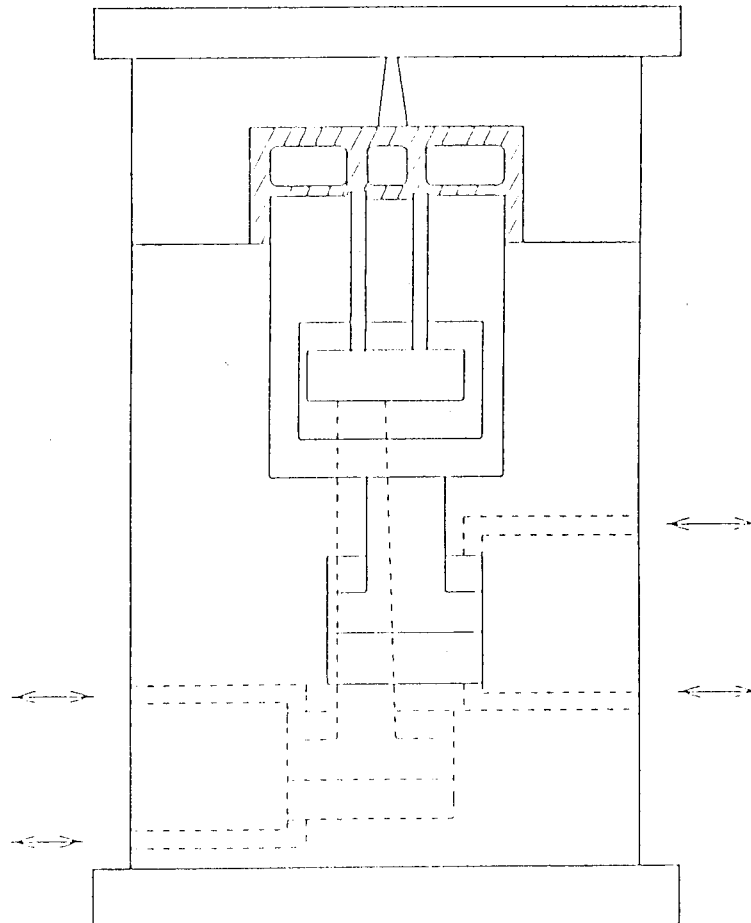


Equipo de mezclado

MOLDEO DE PRODUCTO HUECO

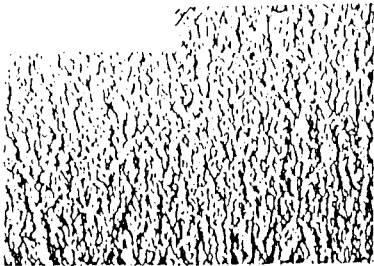
MOLDEO	H2M	PFP	AGI	SOPLADO
Porcentaje de hueco (%)	aprox. 85	entre 5 y 20	entre 6 y 35	aprox. 90
Presión de expansión (kg/cm ²)	AIRE aprox. 50	AIRE aprox. 10	N ₂ aprox. 200	AIRE aprox. 7
Costilla posible	o	o	o	x
Propósito técnico	Producto hueco con costilla	Para rechupe	Para rechupe	Producto simple
Equipo de moldeo	Suministro de gas para la operación del molde	Control de aire	Suministro de gas	Máquina de soplado
Producto	Bastidor de TV	Producto con costilla	Caja de TV	Botella

H 2 M

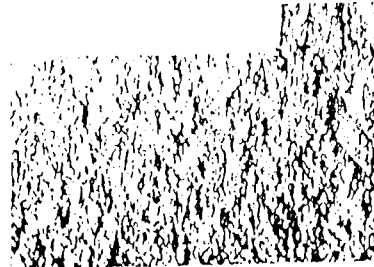


MOLDEO POR INYECCIÓN 98-5-30 (Documento del Sr Suzuki) 17/19

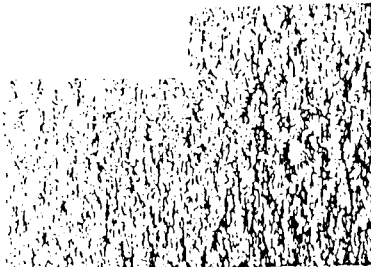
Superficie pulida del molde



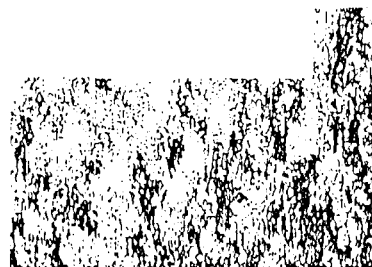
Superficie arrugada del molde



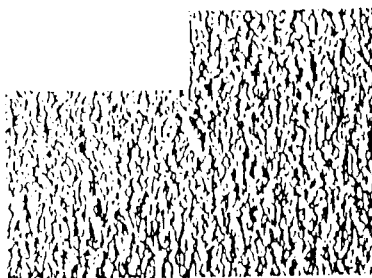
Superficie del producto



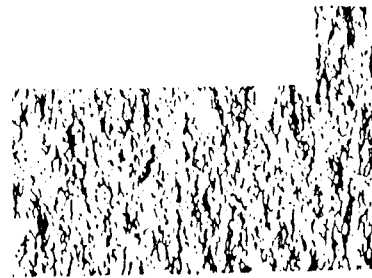
Superficie arrugada del producto



Superficie del producto

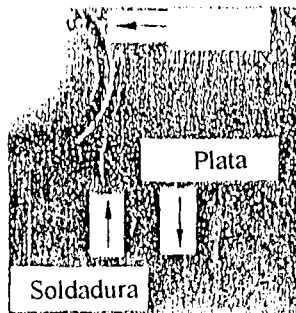


Superficie arrugada del producto

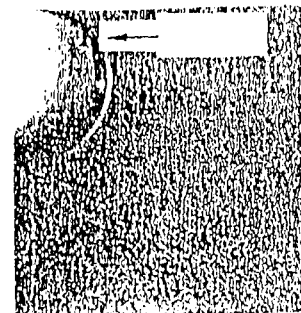


Microfotografía de superficie del molde y del producto

Entrada



Entrada



Plata y soldadura (izquierda 60°C, derecha 120°C)

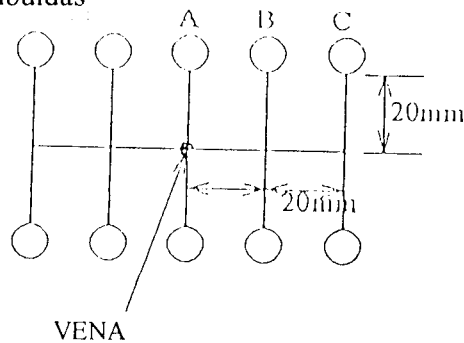
Valor de entrada balanceada

1.- LA FORMULA

$$BGV = \frac{S_c}{\sqrt{L_R + L_G}} = \text{CONSTANTE}$$

S_G : Sección de área de la entrada
 L_R : Longitud del canal,
 L_G : Longitud de la entrada

2.- LAS CAVIDADES están distribuidas en la siguiente forma:



3.- CALCULOS:

Si la Entrada A es 3 x 1 y la longitud de la entrada es 1 mm,

$$BGV = \frac{3 \times 1}{\sqrt{20 + 1}} = 0.548 \quad \text{ENTRADA A}$$

LUEGO la Entrada B

$$0.548 = \frac{S_{GB}}{\sqrt{40 + 1}}, \quad S_{GB} = 4.014, \quad \text{Tamaño de la entrada } 3x^2 = 4.014,$$



MISMO CALCULO

$$3x \quad x = 1.157, \quad 3x = 3.470$$

Entrada C

$$0.548 = \frac{S_{GC}}{\sqrt{60 + 1}}, \quad S_{GC} = 4.793, \quad \text{Tamaño de la entrada } 3x^2 = 4.793, \\ x = 1.264, \quad 3x = 3.792$$

PODEMOS SABER QUE EL TAMAÑO DE LA ENTRADA SE VA HACIENDO MAYOR SEGUN A → B → C, PERO ESTE TAMAÑO NO SE PUEDE USAR, PORQUE NO ES PRACTICO.

FLUJO DE RESINA

1.- FLUJO EN CIRCULAR

$$Q = \frac{k \pi}{2^n(n+3)} \left(\frac{\Delta p}{L} \right)^n R^{n+3}$$

$$\frac{4Q}{\pi R^3} = \frac{4k}{(n+3)} \left(\frac{R \Delta p}{2L} \right)^n = k' \left(\frac{R \Delta p}{2L} \right)^n \quad \text{DONDE: } k' = \frac{4k}{n+3}$$

$$k' \tau^n = \frac{dV}{dZ} = \dot{\gamma} \quad \text{ENTONCES: } \dot{\gamma} = \frac{4Q}{\pi R^3}$$

2.- FLUJO EN MOLDE HENDIDO

USANDO EL MISMO CALCULO

$$Q = k \left(\frac{\Delta p}{L} \right)^n \frac{Wh^{n+2}}{2^{n+1}(n+2)} \rightarrow \frac{6Q}{Wh^2} = k' \left(\frac{h \Delta p}{2L} \right)^n \quad \text{ENTONCES } \dot{\gamma} = \frac{6Q}{Wh^2}$$

DONDE k, k' : RELACION DE FLUJO APARENTE

3.- CALCULO DEL TIEMPO DE INYECCION (COMO PLANO)

$$Q = \frac{Wh^3 p}{6L \eta} \left(\frac{2n'}{3n'+1} \right), \quad V = Whl, \quad \text{ENTONCES } t = \frac{V}{Q} = \frac{6L^2 \eta}{9.8 \times 10^5 h^2 p} \left(\frac{3n'+1}{2n'} \right)$$

DONDE t : TIEMPO DE INYECCION, W: ANCHO, p: PRESION, V: VOLUMEN,
 h: ESPESOR (cm), Q: VOLUMEN DE FLUJO (cm³/S),
 η : VISCOSIDAD APARENTE (kg.S/cm²), n' : COEFICIENTE NO NEWTONIANO = n

	η : VISCOSIDAD APARENTE
Ps	1400 (poise)
AS	2000
ABS	2500
PE	1000
PP	1100
PMMA	5000
POM	4000
PA	3300
Pc	6000

RELACION ENTRE VISCOSIDAD APARENTE Y VELOCIDAD DE CORTE APARENTE

PERO ESTE TIEMPO NO ES EXACTO

A-**-*-4- MATERIA PRIMA, MOLDEO, MOLDE, FABRICACIÓN, PROTOTIPO

1. En relación a las materias primas

1. Resinas cristalinas y no cristalinas

Tipo	Resina cristalina PE, PP, POM, Pa, etc.	Resina no cristalina Ps, ABS, PVC, Pc, etc.
Peso específico aparente (Peso/volumen)	Generalmente alto	Bajo
Contracción	Alta	Baja
Transparencia	Mala	Buena
Rigidez, resistencia al calor	Generalmente altas	Bajas
Tg (Punto de transición de vidrio)	Baja	Alta

2. Mezcla de resina

1) Se puede mezclar Hips con GPPs, asimismo ABS con PVC.

LDPE, LLDPE y HDPE todos se pueden mezclar.

2) Otros utilizan material de acoplamiento. Debe dársele un tratamiento para poder mezclar.

3) Sus maneras son A (“alloy”: aleación), B(“blend”: mezcla) y C (“composite”: composición)

Ejemplo: Pa-ABS, Pc-Ps, PBT-ABS, etc.

3. La materia prima compuesta únicamente por PVC no se puede formar. Se necesita mezclar con un estabilizador y un agente lubricante.

4. Al agregar cloro al PE se obtiene PE clorizado y añadiéndosele más se forma PVC. Si se le aumenta aún más, se hace PVC clorizado (C-PVC). Cuando se le agrega regularmente se logra PVDC. (Se utiliza para el “lap”.)

5. Plástico biodegradable – Almidón, policaprolacton, polilactato, PVA, etc. (En el futuro se elaborará plástico en el campo. Ejemplo: biopolo)

6. Hormona ambiental – Nonilfenol (antioxidante), bisfenol A (Materia prima de Pc) (“monsant”), Reductor de luz Ps, condensador de ajuste (sólo en lo relacionado a la resina)

“Dioxine” – Se genera no sólo por PVC. Se ha informado que surge también por NACI. (Es decir, se produce en los que contienen cloro.) Si se quemara a más de 800 grados centígrados no habrá problema.

Los que son altamente tóxicos, son “dioxine” 2378, benzofuran 2378

7. Generalmente cuando se incrementa el peso molecular, se intensifica aún más.

8. El peso molecular naturalmente alto tiene una distribución pequeña al peso molecular. (Por ejemplo, el grado de polimerización de la celulosa de algodón es de aproximadamente 14,000.) Por lo tanto se le llama a la resina con el grado de polimerización promedio. (peso molecular promedio) Últimamente se

han lanzado al mercado los que tienen poco margen de distribución con el catalizador metaloceno

9. Los datos de prueba (ASTM, JIS, Bs, DIN, ISO) y el uso práctico no siempre coinciden. Son datos comparativos. Se debe poner atención a que el método de prueba difiera dependiendo de la resina.

Especialmente, para hacer la prueba de resistencia a la intemperie, lo ideal es realizarla en el lugar. En la práctica los rayos ultravioletas (longitud de onda: de 300 a 400 micrones) y el oxígeno en el aire tienen mucho que ver, pero en la prueba de aceleración no se toma en cuenta, en particular, el oxígeno.

Asimismo, en la práctica hay muchos casos en que se sufren daños en los productos moldeados por inyección al ocurrir la concentración del esfuerzo en la parte de las microgrietas ocasionadas por el esfuerzo residual.

En el mercado está de venta una gran variedad de aditivos ("Chinubin P" de la compañía Gaigi entre otros) como para tomar medidas a la intemperie, pero el mejor aditivo es el carbón. (Se debe poner atención a que hay muchos tipos de carbón: tipo horno, tipo canal, "kecchen black", etc.)

10. Humedad en plástico

Se dice que PB y PP no requieren de secado, pero es necesario cuando se guarda durante largo tiempo y dependiendo del tipo de aditivo. Especialmente los que tienen mezclado CaCO_3 deben usarse inmediatamente después de la inyección. Los que tienen mucho tiempo requieren necesariamente del secado.

Hay un tipo pesado y otro ligero en CaCO_3 . El tipo pesado es caliza molida. Tiene un precio bajo, pero hay una alta probabilidad de dañar la máquina de inyección. El tipo ligero es tratado químicamente. Tiene un precio alto, pero hay poca probabilidad de dañar la máquina de inyección en comparación con el de tipo pesado. De todas maneras, es mejor dejar de usarlos como se explicó la vez pasada. CaCO_3 tiene efecto desincrustante. Se está utilizando para el cambio de color y de materia prima, pero al tomar en consideración que daña el cilindro y el tornillo es mejor no usarlo.

11. Plástico espumoso de etireno

No basta con simplemente mezclar el agente espumoso con el plástico. Es necesario tener sin falta el material que sirve de núcleo. (En torno a dicho material se genera el expandido.) Normalmente se utiliza CaCO_3 (poca cantidad) para el material del núcleo. Para Ps se usa como agente expansivo el butano y el pentano. Para PVC, amida de ácido carboxílico. Se utiliza también el agente gelificador para PVC. Por lo tanto en caso de PVC el precio no se vuelve bajo aunque se expanda. Es necesario poner atención en que resulta más bien caro al tomar en cuenta el fuerte deterioro entre otros factores.

12. TPE ("Thermoplastic Elastomer" – Termo elastómetro de plástico)

Existen muchos tipos de TPE, tales como: grupo de PVC y grupo PP, etc. Para la goma de estructura tridimensional hay notables diferencias en la facilidad de colocación. El PVC suave es un tipo de elastómero, pero se debe poner atención en el cambio de plastificante.

Especialmente cuando el grado de polimerización es bajo (normalmente se utiliza PVC de más de 1800.) dicho cambio es grande. Sin embargo, el PVC suave es muy bueno en sus propiedades antideslizantes, por lo que se utiliza para la superficie de contacto con el banco de mosaico de baño.

13. El plástico es un producto artificial. Su fuerza intermolecular es pequeña y la distancia entre los mismos es grande. De modo que no se puede elaborar un recipiente que mantenga el vacío de 10 elevado a $-2 \sim -3$. Concretamente no se puede hacer un termoproducto. (El termo necesita un vacío de más de 10 elevado a -4 .)

14. Ubicación del plástico y reemplazo

Cuando compramos mercancías por pieza como una o dos... lo estamos haciendo por volumen. Por otro lado, hay ocasiones en que las adquirimos en peso como en el caso del arroz, azúcar, etc., pero éste es poco común en comparación con la anterior.

Por lo tanto, en caso de que se compre por volumen lo mejor es que sea ligero y resistente. Ahora, tomando en consideración el precio por volumen, se puede colocar en orden de menor precio y resulta como sigue:

Cemento - papel - hierro - aluminio - latón

Entre ellos el plástico se ubica en el nivel de aluminio, latón y acero especial.

Por lo tanto, cuando se requiera reemplazar los productos existentes, se puede hacer inmediatamente sin tener problemas al cambiar los productos de este rango.

15. Para los otros consúltese el otro documento.

II. En lo relacionado al moldeo

1. Diferencia entre los datos de catálogo y la práctica de moldeo

Se da uno cuenta que al realizar el moldeo hay discrepancia con los datos de catálogo. Por lo tanto, es necesario registrar con detalle y guardar los datos del momento en que se haga el moldeo, y asimismo, se deben anotar las observaciones de puntos problemáticos. Esto se convierte en tecnología de la compañía.

En lo que se refiere a la relación de contracción, la fuga de metal, etc., especialmente la relación de contracción, se relaciona con varias condiciones, tales como: temperatura del molde metálico, presión de inyección, tiempo de mantenimiento de la presión, espesor del producto moldeado por inyección. Generalmente aunque se le pregunte sobre estas condiciones al fabricante de materia prima, éste no las indica en forma precisa y en realidad no se aclara al respecto.

2. Últimamente se ha hecho un gran progreso del análisis CAE, pero todavía no es suficiente. CAE debe utilizarse como una de las herramientas. Es un valor aproximado y no es un valor absoluto. De manera que se puede tomar como referencia, pero para dar un juicio, se deben respetar los datos obtenidos a través de la experiencia de los ingenieros.

3. Flujo de la resina

Cuando se multiplica por 10 la presión ejercida a los líquidos como agua, aceite, etc., el caudal se incrementa en la misma proporción. A este fluido se le llama flujo newtoniano. Sin embargo cuando se multiplica por 10 la presión aplicada a la resina fundida su caudal aumenta en 100 a 500 veces. A este fluido se le llama fluido no newtoniano. Esta característica se utiliza en el proceso de moldeo.

Aprovechando dicha característica se puede rellenar fácilmente la cavidad con la resina a través de un orificio de la puerta del perno cuyo diámetro es de 0.8 a 1.0. Entrando en más detalles, el fluido de la resina depende de la viscosidad μ . μ se relaciona no sólo con la temperatura sino también con la velocidad de corte. Se expresa en la siguiente fórmula.

$$\mu = f(\text{TEMP}, dV/dZ)$$

V: Velocidad

Z: distancia en el sentido perpendicular con respecto a la velocidad

Por otro lado, tiene la característica de que cuando empieza a fluir, sigue fluyendo y cuando para, deja de fluir. A esto se le llama "chikiso" (en japonés). Por ejemplo, el helado, el cemento, etc. tienen esta característica. El fluido de la resina es un flujo laminar y el Re (Renolds-No) es igual o menor a 1 y no puede ser un flujo turbulento. En la fórmula se muestra de siguiente manera:

$$Re = Vd\rho/\mu$$

μ : Viscosidad, V: Velocidad d: Diámetro ρ : Densidad

4. ¿Puede sustituirse la máquina de inyección grande por la pequeña? Con el mismo tipo de la máquina de inyección, ¿serían las mismas condiciones?

La respuesta es que no se puede sustituir. Lo correcto es elegir la máquina de inyección de acuerdo con el producto a moldear. Esto se afirma especialmente para el caso del moldeo preciso.

Cuando se aplica el pequeño molde en la máquina de inyección grande, se puede provocar lo siguiente:

- 1) El control de peso se vuelve impreciso.
- 2) El control de la presión de la inyección se hace inexacto.
- 3) Se llega a abollar la base del molde del lado de la fijación a la máquina de inyección, ya que la superficie de contacto del molde metálico es pequeña. (Se ha tenido tal experiencia en el pasado.)
- 4) Mientras más grande sea la máquina de inyección, naturalmente será más ancho el diámetro de la hélice. (La capacidad de plastificación se eleva.) Hay ocasiones en que se degrada debido a un demasiado amasado y otras en que lo mismo sucede por el incremento del tiempo de retención. En el caso de PVC básico straight (PVC que no contiene plastificante), es difícil moldear si no está dentro de los límites del 50% al 80% de la capacidad de plastificación. Asimismo, aunque fuera la máquina de inyección del mismo

tipo no se presentarían las mismas condiciones.

5. Punto básico del moldeo

Debe disminuirse la dispersión. (Debe mantenerse fijo el tiempo de un ciclo.) Si se logra hacerlo, es fácil corregir el desvío. La reducción de la variación le da tranquilidad al cliente. Es la mejor manera para poder conseguir la confianza del mismo. Si se trata de igual o mayor a cpl.4, la inspección se puede realizar sólo con la revisión. Es más importante hacer disminuir los productos defectuosos que mejorar el "shot". Esto es la clave para obtener mayor utilidad. Para eso, es indispensable clarificar las normas del producto, hacer el mantenimiento del molde metálico, así como de la máquina de inyección, acondicionar el ambiente (la temperatura del ambiente, la del agua, el caudal, etc.) (no se debe dirigir el aire del ventilador a la máquina de inyección, etc.) y homogeneizar la materia prima (homogeneización y uso homogéneo de la materia prima a comprar y la materia para chatarra).

6. Moldeo preciso

En términos generales el moldeo preciso se refiere a que su tolerancia en longitud debe ser menor a más menos 0.1%.

En el moldeo normal, la calidad del molde metálico define la productividad en un 70% u 80%, pero en el moldeo preciso es necesario que sean constantes el molde metálico, la máquina de inyección, el medio ambiente (la temperatura del ambiente, la del agua - utilización del regulador de la temperatura del molde -, y el voltaje). Estos tres factores influyen en la producción en 1/3 por partes iguales, independientemente de la materia prima, que es un factor indispensable. Se considera que el molde metálico de colado en caliente es uno de los moldes metálicos más precisos. Pero es difícil realizar el moldeo estable en condiciones en las que el control de la temperatura es insuficiente y que no se tiene el regulador de temperatura del molde metálico. Éste es el punto que deberíamos sugerir a la compañía del molde metálico.

7. ¿Toma de piezas múltiples o el mejoramiento de "shot" (disparo) por poca cantidad en la cavidad?

No hay que olvidar que la elaboración de piezas múltiples es uno de los moldeos precisos. Tomando en consideración ya sea la variación de las condiciones, como la dimensión de cavidad, el flujo de la resina o el precio del molde metálico, es obvio que el segundo es ventajoso y es un hecho evidente en los resultados del pasado. (al aumentar una cavidad, la precisión baja en 4%.)

8. El área de trabajo del moldeo es lo principal

El molde metálico es el medio, no es el objetivo. El objetivo es hacer los productos moldeados uniformes. Por lo tanto, se debe considerar que lo principal es el área de trabajo del moldeo y no la fabricación del molde metálico. Cuando el área presenta una propuesta que es casi imposible o difícil de realizar, los otros departamentos deben esforzarse por colaborar para responder a esta propuesta.

9. Revoluciones de la hélice

La resina avanza no porque la hélice gire sino que existe la diferencia de la fuerza de fricción entre la resina y el cilindro, entre la resina y la hélice, lo cual causa las revoluciones de la hélice. Esto es evidente al observar el hecho de que si se inyecta un lubricante como ácido esteárico a la resina ABS, la resina no avanza nada aunque la hélice esté girando. La hélice debe pulirse bien y también el cilindro. Mientras la temperatura sea más baja, la fuerza de fricción aumentará más.

Por lo tanto cuando la resina se incrusta fuertemente en la hélice es bueno enfriar la parte inferior de la tolva. Generalmente la máquina de inyección cuenta con un tubo de enfriamiento.

Con respecto a las máquinas de moldeo por inyección esto se afirma sólo en el caso de la máquina moldeadora precisa de tamaño pequeño, pero generalmente esto se hace en el moldeo por extrusión (doble eje) que tiene un sistema de enfriamiento en la hélice. Al enfriarse, tiene el mismo efecto de extender la longitud de la hélice. (Cuando la hélice es larga, el amasado uniforme se vuelve más fácil.)

10. Presión de la inyección y fuerza de fijación del molde.

La presión de la inyección tiene que ver con la de la cavidad. Basta con que la fuerza de fijación del molde la aguante. Por lo tanto no es necesario incrementarla demasiado. Se aplicaría demasiada carga en la bomba, ocasionando el desperdicio de la energía eléctrica. Se recomienda hacer los ajustes adecuadamente (de tal grado que no se presente rebaba) observando el estado del producto moldeado.

Naturalmente mientras más baja sea la presión de inyección, será mejor desde el punto de vista de la carga de la bomba al tomar en consideración la fuga de metal, la marca de hundimiento, etc.

11. Contrapresión al momento de la plastificación

Al moler un litro de arroz ¿su cantidad aumenta o disminuye? A esta pregunta muchos contestarían que disminuye. Sin embargo, en realidad la cantidad aumenta. Aumentar la cantidad quiere decir disminuir el peso específico e incrementarse la cantidad de aire que se llena entre las partículas. Por lo tanto, es necesario que se elimine este aire al momento de la plastificación. Para tal efecto se sube la contrapresión.

Al aumentarla, se pueden eliminar al mismo tiempo los componentes volátiles que están contenidos en la resina misma. Pero esto debe efectuarse en forma adecuada, ya que si se hiciera demasiado, la temperatura de la resina subiría y la resina sufriría una alteración de color y degradación.

12. Variación de la temperatura de la resina al momento de la plastificación

La hélice va hacia atrás al mismo tiempo que la plastificación. Por lo tanto, hay diferencia en la longitud de la hélice entre el principio y final de la plastificación de la resina y como consecuencia varían la temperatura de la resina plastificada y el estado de plastificación. Para corregirlo se pueden fijar las condiciones de plastificación (rpm, temperatura), así como utilizar la hélice

(double flight screw)de vuelo doble. Pero este hélice tiene la desventaja de requerir tiempo para el cambio de color.

13. Definición de las condiciones de moldeo

El tiempo de un ciclo: Tiempo de inyección (T_i) + tiempo de enfriamiento (T_c) + tiempo de abrir y cerrar el molde (T_c) + tiempo de marcha en vacío. En el caso del moldeo en general T_c es el más largo y ocupa de 50% a 60%. (Sin embargo, si se trata de PVC duro T_i es el más largo.) Por lo tanto al reducir el tiempo de enfriamiento, se puede lograr el mejoramiento de “shot” Es por eso que el diseño del enfriamiento del molde metálico constituye un tema importante.

(El cálculo del tiempo de enfriamiento se explica separadamente. Véase la parte correspondiente. No se debe olvidar que es un valor de meta.)

El enfriamiento no se refiere a enfriar el molde metálico. La temperatura del molde es baja en comparación con la de la resina, por lo que la temperatura desciende, pero se trata de mantener el molde metálico a temperatura fija. Si la temperatura que se produce al momento del retiro del producto del moldeo es inferior a la de la deformación térmica no hay problema. Generalmente se considera que al subir la temperatura del molde metálico se logra el mejoramiento del “shot”, sin embargo, el “shot” no baja tanto aunque suba la temperatura.

Por lo tanto no es necesario enfriar demasiado utilizando la máquina de refrigeración. Cuando se enfría demasiado, el flujo del agua caliente empeora y el esfuerzo residual aumenta, resultando en la generación de grietas al transcurrir unas semanas. Se debe poner atención especialmente en los productos transparentes, tales como; GPP5, PMMA, etc.

En cuanto al tiempo de inyección existe una fórmula para calcularlo, pero no es precisa, por lo que es mejor ajustarlo ensayando.

14. Velocidad de inyección

Mientras sea mayor, es mejor. Especialmente cuando se trata del producto de moldeo delgado (0.6 ~ 0.8mm), no se puede moldear si la velocidad de inyección no es rápida (0.5 ~ 1 segundo). Para que sea rápido es necesario aumentar la fuerza de los caballos e instalar un acumulador. Si sube la velocidad de inyección, se pueden moldear productos delgados. La razón ya se explicó en la parte del flujo de la resina. Cuando el molde metálico cuenta con el aparato de ventilación el flujo se facilita.

15. Movimiento de la resina en la cavidad

Cuando la resina fundida entra en la cavidad:

- 1) La capa fundida se convierte en sólida. Naturalmente mientras ocurre el encogimiento.
- 2) La resina que estaba comprimida por la presión de la inyección se expande en la cavidad por la presión moderada.
- 3) El producto moldeado y consolidado se encoge con la reducción de la temperatura.

Los incisos 1) y 3) encogen el producto de moldeo y el 2) lo expande.

La contracción es el resultado de este balance. Es menor con la simple expansión lineal negativa, y a su vez, el molde sufre microdeformación por lo que no se genera un claro en la cavidad.

Por ejemplo, supongamos que la contracción del producto moldeado de 100mm en ABS es de 5/1000:

$$100 \times 5/1000 = 0.5\text{mm}$$

Por otro lado, la expansión lineal es:

$$100 \times 100 \times 7 \times 10^{-5} = 0.7\text{mm}$$

Ahora, la diferencia de la temperatura es de 100 grados centígrados y el coeficiente de la expansión lineal es 7×10^{-5} .

$$0.7 - 0.5 = 0.2 \quad \text{Esto corresponde al inciso 2).}$$

Hay personas que dicen que se genera un claro en la cavidad al observar sólo el concepto de la expansión lineal negativa, pero ellas pasan por alto la expansión de la resina en la cavidad y la microdeformación del molde.

16. Medición de la contracción

La relación de contracción alfa

$$\alpha = (I_1 - I_2) / I_1 \quad \text{----- (1)}$$

I_1 : Dimensión del molde metálico

I_2 : Dimensión del producto moldeado

Por lo tanto

$$I_1 = I_2 / (1 - \alpha) \quad \text{----- (2)}$$

Sin embargo, generalmente se calcula de la siguiente manera:

$$I_1 = I_2 (1 + \alpha) \quad \text{----- (3)}$$

La dimensión del molde metálico se calcula con esta fórmula.

Si es así resulta:

$$\alpha = (I_1 - I_2) / I_2$$

Esto difiere de la definición de alfa por la fórmula (1), por lo que debe ser calculado con la fórmula (2).

Cuando las dimensiones son pequeñas, casi no hay problema, pero cuando la dimensión I_2 del producto moldeado es de 500 a 1,000mm, surge una diferencia en I_1 . Se debe prestar atención al respecto.

17. Área proyectada del producto de moldeo

Generalmente se calcula sólo la parte del producto moldeado. Por ejemplo, en caso del marco frontal del televisor, normalmente la parte del corte central no se considera como el área proyectada. Sin embargo, en la práctica en moldeo, se tiende a generar rebaba en la piquera central y en ocasiones ocurre el "shot" pequeño. Por lo tanto se recomienda colocar un ventilador en ésta parte del corte. Si no cuenta con él, es mejor que esta parte central se considere como área proyectada.

18. ¿Con que se limpia el producto moldeado sucio?

Cuando se trata de polvo o suciedad causada por las manos, es bueno limpiar el producto con alcohol, pero si la causa es aceite o silicona, no es bueno usar

alcohol ya que se extendería la suciedad. En este caso se recomienda limpiarlo remojando tela no tejida cuya pelusa no se levante mucho, con un activador de interfaz de alcohol de alta calidad en forma de líquido transparente (por ejemplo, el detergente para cocina) en una proporción de 0.2 ~ 0.3% mezclado en 100 de metanol o alcohol isopropil.

19. Tratamiento antiestático (Medidas de la adhesión de polvo)

El plástico es un mal conductor de electricidad y provoca fácilmente electricidad estática. Ésta se genera sólo con mover el producto moldeado o con el correr del aire por la superficie del mismo. La resistencia eléctrica del plástico es de 10^{14-15} y la electricidad generada se queda en el mismo lugar. Si es menor a 10^{11-12} , no causará problemas, puesto que se atenúa inmediatamente después de su generación. Asimismo, cuando la humedad del ambiente es más de 50 a 60%, el polvo difícilmente se pega y cuando es menor a 50 a 40% se adhiere fácilmente. Sin embargo, el FRP que contiene una mayor cantidad de fibra de vidrio no provoca electricidad estática. (No se conoce la razón precisa, pero pienso que la electrificación de la resina y la de la fibra de vidrio funcionan al revés.)

Como medidas se cuenta con la aplicación de un agente antiestático (óxido poliestileno para Ps, polieter ester amido para PP, ABS, etc.) y la utilización del molde de mezcla; pero éstas son para corto plazo. Últimamente, se ha puesto en uso práctico en determinado campo el efecto de larga duración a través de la mezcla de la resina con el agente antiestático permanente. Para quitar el polvo del producto moldeado se utiliza el aire, pero con el aire comprimido convencional el polvo que se disipó se le vuelve a pegar en seguida al producto por causa de la electricidad estática. Como medidas contra esto, es bueno ionizar el aire comprimido y pulverizarlo con el ionizado. El costo de su instalación es relativamente bajo.

20. Aerotrópico

La resistencia y la contracción del flujo de la resina varían dependiendo de la dirección. Esto se debe al sentido de la disposición molecular. Especialmente cuando se trata de resina cristalina (PE, PP, etc.) y la resina con fibra de vidrio, la contracción cambia según la dirección del flujo o bien su dirección ortogonal, causando combadura y deformación.

Se pueden tomar medidas con la forma del producto moldeado, la adopción de una dirección del flujo por la posición de la puerta, el incremento de la temperatura de la resina, así como el aumento de la temperatura del molde metálico.

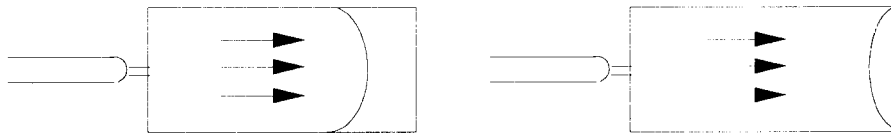
21. Desventaja del método de moldeo por inyección

El método de moldeo por inyección tiene muchas ventajas, por ejemplo, es apropiado para la fabricación en serie. Pero su mayor desventaja es que el esfuerzo residual es grande. Las medidas a este problema es subir la temperatura del molde metálico, ascender la de la resina y bajar lo más posible la presión de la inyección. A propósito, entre los métodos de moldeo, el método cuyo esfuerzo residual es más pequeño es el moldeo por compresión. Por lo tanto, la

combinación con este método, es decir, el método de moldeo por inyección-compresión es una de las medidas a dicho problema.

22. Medidas cuando la rebaba y el “shot” pequeño se generan al mismo tiempo
 - 1) Revisar si la ventilación de la parte del “shot” pequeño es segura.
Se deberá averiguar si hay ventilación en la última parte donde fluye de la materia prima y la cara del extremo de la piquera, asimismo ver si hay problema en su tamaño y depósito. Si hay alguna anomalía se deberá reparar.
 - 2) Se deberá revisar la cara de contacto del molde metálico en la parte donde se generó la rebaba y el espacio (claro) de la boquilla. Si hay anomalía se deberá reparar o modificar.
 - 3) Se deberá observar si hay problema en el estado del balance de la piquera y de la puerta haciendo el “shot” pequeño. Si hay alguna anomalía, primero se ajusta la piquera y luego el tamaño de la puerta.
Se explicará posteriormente el método de cálculo del balance de la piquera
23. A veces se generan productos moldeados con poca resistencia. Las medidas son:
 - 1) Revisar si el tiempo de un ciclo es constante.
Si no es constante, se investigan los puntos problemáticos, es decir, si hay algún problema en la máquina moldeadora o por problemas del molde metálico que se tiene que corregir repetidas veces las condiciones del moldeo. Si hay alguna anomalía se debe realizar la reparación.
 - 2) Revisar si se presenta alguna grieta debido a la fuga del agente antioxidante del molde metálico.
 - 3) Averiguar si sufre de recalentamiento y si su causa es pirómetro, asimismo se averigua si hay algún problema en la máquina moldeadora al momento de la falla del temporizador. Si hay anomalías se deben reparar.
Revisar si el aire que viene de la ventilación del techo o del exterior pega al cilindro y/o la boquilla. Cuando el aire pega al termopar, puede causar recalentamiento.
 - 4) Clasificar por lote para investigar cuando se genere el problema y definir las medidas.
24. Punto negro
Las medidas a este problema son las más difíciles. Hay muchas causas. Primero se tiene que reconocer que no se logra el resultado si no se resuelven uno por uno los puntos problemáticos. Para mayores detalles, véanse el anexo.
25. ¿Hay diferencia en flujo entre la materia prima no coloreada y la coloreada?
Como se explica en otra sección la pintura está compuesta de pigmento y vehículo. Naturalmente tiene influencia sobre el flujo así como en la resistencia. Por lo tanto, se debe utilizar materia prima constante en las partes funcionales. Asimismo, se debe abastecer la materia prima precisando las normas con el proveedor. En cuanto al flujo, se recomienda adoptar los conceptos de la prueba de flujo en espiral del molde metálico.
26. ¿Cuándo es útil la ventilación forzada?

Es útil cuando el espesor del producto de moldeo es delgado, o bien hay mucha diferencia en el espesor y cuando se requiere de resistencia en la parte de soldadura. El aire de la cavidad se expulsa fuera de ella por la resina que viene fluyendo. En este momento, si la ventilación no es buena, la velocidad de la resina baja considerablemente. Se puede solucionar este problema con ventilación forzada.



El dibujo de arriba muestra el flujo de la resina desde la puerta. Cuando el espesor es de 1 a 1.5mm, hay ocasiones en que la parte central se hunde por la mala ventilación en la punta del flujo. Con esto se puede saber que la resistencia de aire es alta.

Todavía no se ha realizado el análisis CAE al respecto.

27. ¿Cuándo se abre la válvula de ventilación forzada?

El tipo ventilación forzada cuenta con anillo de goma en la cara PL. Es ideal que se abra en el momento en que la cara del molde móvil tenga contacto con dicho anillo. Si se trata sólo de escape de aire por el orificio de ventilación, se requiere de 0.4 a 0.6 segundo aunque tenga un tanque de vacío cuyo volumen sea de 150 a 200 veces más que el de la cavidad.

Con el moldeo de ciclo alto tarda demasiado tiempo.

28. Mantenimiento del orificio de ventilación

Cuando se trata de materiales como ABS resistente a la llama, se acumulan depósitos (agente resistente a la llama, etc.) en el orificio de ventilación. Si no se elimina en forma periódica se pierde el efecto de ventilación. En caso de que este trabajo de eliminación se tenga que realizar frecuentemente, el problema está en la materia prima, por lo que se deberá analizarla.

En la parte de la portezuela del vehículo en donde se coloca la bocina, se utiliza metal sinterizado (POSERAX, HIPOLUS, nombres comerciales respectivamente de Shito-kogyo y Kobe-seiko). Está determinado el método para recuperar la permeabilidad con aire comprimido después de haberse hecho limpieza con una leve vibración con solvente, por lo que se somete al método indicado por el proveedor.

Últimamente se ha desarrollado un método sin utilización del metal sinterizado como éste, pero requiere de mantenimiento.

29. Corrosión del molde metálico

Como se menciona en otra sección, a consecuencia de la descomposición el POM (polioxietileno) genera formaldehído y ácido fórmico, asimismo, el PVC produce HCl. Estos gases causan la corrosión del molde metálico.

Cuando la corrosión ocurre en la superficie plana es fácil de pulir, pero cuando sucede en la cara con tratamiento de grano no hay otra manera que pulir suavemente utilizando un palo como de bambú con el óxido de cromo (abrasivo) en su punta. Por lo tanto, cuando empieza la corrosión es necesario que se pule inmediatamente. En caso de que la corrosión se desarrolle, no hay otra alternativa que quitar completamente el grano y realizar nuevamente el maquinado del mismo. Hay plantas que efectúan el maquinado de grano parcial, pero esto requiere de una alta tecnología.

30. Ventajas y desventajas de la piquera en caliente.

1) Ventaja: No tiene desperdicio de materia prima, puesto que no hay bebedero ni piquera. Mientras el ciclo sea más alto, el efecto será más grande.

2) Desventaja: Las condiciones de moldeo son limitadas. (La parte de la temperatura alta y la de la baja están juntas.)

Tarda tiempo en el cambio de color y de materia prima. El precio del dispositivo es alto.

Las condiciones de moldeo limitadas significa que el porcentaje de defectos aumenta si las condiciones no son constantes (Control de la temperatura de la propia piquera en caliente, control de temperatura del molde metálico y estabilidad de las condiciones de la máquina moldeadora). De manera que hay muchos casos en que la eficiencia aumenta al adoptar la piquera en frío y el tipo "pin gate".

3) Como se ha explicado antes, cuando se desea utilizar necesariamente la piquera en caliente se recomienda separar la parte caliente de la cavidad .

31. Recocido

1) Objetivo del recocido

Tiene dos objetivos: prevenir la generación de grieta y estabilizar las dimensiones a través de la eliminación del esfuerzo residual.

2) Causa de generación del esfuerzo residual

(1) Enfriamiento no uniforme

(2) Presión de la inyección excesiva

(3) Sentido de disposición molecular

El caso del inciso (1) es el más común, luego siguen (2) y (3) en este orden.

3) Método de medición del esfuerzo residual

Si el objeto es transparente, se puede medir con una placa de polarización. El esfuerzo se concentra donde la estría se encuentra apiñada. Sin embargo, en el caso de la placa transparente de PMMA se requiere de técnica para la medición

Con un método químico, se puede ver el estado del esfuerzo al hacer surgir grietas sumergiendo la pieza en una sustancia química. Asimismo, se puede medir el esfuerzo comparando el producto moldeado en la práctica con la pieza a la que se aplicó el esfuerzo después de haberse eliminado el mismo. Como sustancias químicas se enumeran:

PVC --- Acetona, PMMA --- Iso propel alcohol, POM --- Hcl

Pc --- “Carbón tetrachloride” (Ccl), solución alcalina, ABS --- ácido acético (CH₃COOH), Ps --- Queroseno, Nylón --- Solución acuosa de 5% de cloruro de cinc (Zncl), solución acuosa de 5% de NaOH

Si se trata de una pieza plana, se escribe un círculo en el producto moldeado y se traza una línea recta dividida en 120 grados. Luego se miden exactamente sus dimensiones y se extrae cortando esta parte, la cual se recoce para medirse nuevamente. Con esta diferencia, se substituye en la fórmula de esfuerzo plano y al resolver las ecuaciones con varias incógnitas, se obtiene la intensidad y la dirección del esfuerzo. Éste es un método inventado hace 85 años por el profesor Shibata. En esta ocasión se omiten los detalles para evitar presentar demasiadas fórmulas, pero es un método singular que se puede utilizar para otras materias.

4) Temperatura y tiempo de recocido

Cuando su propósito es prevenir la generación de grietas, se toma como referencia la temperatura de 10 a 15 grados inferior a la de deformación térmica y cuando es para tener estables las dimensiones, la referencia es más o menos 20 grados superior a la temperatura del uso. El tiempo se determina según el estado del esfuerzo (resultado de la prueba). Si el objetivo es tener constantes las dimensiones, normalmente se toma largo tiempo.

5) Recocido del producto moldeado de nylón

Generalmente la materia prima en nylón tiene alta higroscopicidad. Si no se quita la humedad no se puede moldear. Sin embargo, cuando la humedad es baja, la materia se vuelve frágil aunque su rigidez aumente. Por lo tanto, es necesario que se haga absorber la humedad por medio del recocido con agua para incrementar la tenacidad. La temperatura y el tiempo varían dependiendo del tipo de resina, pero se toma como referencia de 80 a 90 grados centígrados por más de una hora. Se considera por sentido común recocer el producto moldeado de nylón.

6) Recocido del metal que se inserta

La resina alrededor del metal insertado sufre una contracción posterior al ser recocido y el esfuerzo aumenta en lugar de disminuir. Por lo tanto, generalmente no se le hace recocido al producto moldeado por inserción.

III. Molde metálico

1. ¿Cómo debe ser un buen molde metálico?

- (1) Que sea fácil de manejar como para su fijación. (Que tenga la mejor operatividad en la colocación.)
- (2) Que tenga alta productividad.
- (3) Que no tenga problemas.
- (4) Que sea fácil de realizar el moldeo.
- (5) Que no requiera trabajo de acabado final como rebabeo.
- (6) Que tenga precio bajo. (Es decir, que el precio sea finalmente bajo tomando en consideración la cantidad total de producción, y que el costo de

producción sea bajo.)

2. Diseño del molde metálico

- 1) El diseño del molde metálico no se refiere a elaborar un dibujo del mismo. El primer paso de dicho diseño es registrar y estudiar los puntos defectuosos y prevenir la reincidencia de los mismos, por ejemplo; el “pin” se rompe, se genera la combadura, se produce la rebaba debido al mal contacto del núcleo, el bebedero y la piquera son más pesados que el producto, se extrae difícilmente debido al propio maquinado de EDM, el tubo de enfriamiento se une difícilmente y tarda mucho su fijación, etc.
- 2) Idear cómo tomar las caras del enfriamiento, la puerta y del PL de acuerdo con los puntos problemáticos. Asimismo, se deben dar recomendaciones específicas como si el problema se generara en su propia compañía.
- 3) Tratar de entender la imagen total al ver el dibujo de ensamble del molde metálico.
- 4) Llegando a este punto sólo falta trazar un dibujo conforme a las reglas de elaboración del mismo (trigonometría, método de dibujar el tornillo, etc.) La elaboración del dibujo no es problema, puesto que es sencillo. Lo importante es efectuar el inciso 1) sin falta.

3. Después de haber realizado el moldeo, se debe hacer sin falta la reparación y modificaciones.

Esto es un concepto indispensable para aumentar la productividad. Si se efectúa el inciso 1), el método de reparación y modificación se encontrarán fácilmente.

4. En la planta de moldeo por inyección, es preciso un taller para reparación del molde metálico.

Máquinas herramientas en el taller de reparación

Fresadora, torno, taladradora vertical (de ser posible, taladradora radial vertical de tamaño pequeño), taladradora de banco, pulidora plana, máquina soldadora en ambiente de argón, mármol de trazado, calibrador de altura, Vernier, herramientas chicas (rauter, bloque rectangular), mesa de trabajo, aparejo de cadena, etc.

5. Reparación y corrección de las dimensiones del producto moldeado

Las dimensiones medidas se representan en una distribución normal. Con esta distribución y la norma, se puede deducir fácilmente el porcentaje de defectos. Cuando el valor promedio de las dimensiones medidas es inferior al valor promedio de las dimensiones de la norma, se cepilla en el lado de la cavidad., se rellena (se suelda) en el lado del núcleo . O bien es necesario el cambio. En cambio, cuando es superior, se rellena en el lado de la cavidad y se cepilla en el lado del núcleo, o bien se necesita igualmente el cambio. En todo caso, es importante establecer una norma clara y hacer coincidir el valor promedio de las dimensiones del producto moldeado con el valor de las dimensiones de la norma.

6. Moldeo defectuoso y molde metálico

Se debe reconocer que en muchos casos del moldeo defectuoso, el molde

metálico tiene algo que ver y que se puede mejorar con la reparación del mismo. Véase en la sección del moldeo defectuoso.

IV. Fabricación del molde metálico y sus puntos problemáticos

1. Puntos básicos de la fabricación del molde metálico

- 1) Elegir el tipo de acero y la rigidez de acuerdo con el producto de moldeo.
- 2) Hacer el hexaedro regular cuyos lados formen un ángulo recto. (Superficie del molde y su reverso)

Según JIS (norma industrial de Japón)

Planicidad: Igual o menor a 0.02mm en cada 300mm

Paralelismo: Igual o menor a 0.02mm en cada 300mm

Rectangularidad: Igual o menor a 0.02mm en cada 300mm

Aspereza de la superficie: Igual o menor a 6S

Rigidez: Hs28 a 35 Pero los que se están utilizando normalmete en la práctica son más duros. (HRC25 a 35)

- 3) Ubicar seguramente el centro con respecto a la cara de referencia. (Que el centro del lado fijo y el del lado móvil coincidan)
- 4) Tratar de limitarse a pulir después de haber hecho el maquinado de la cavidad para mantener la precisión.
- 5) Utilizar la taladradora de plantilla o la fresadora para el procesamiento del orificio del “pin” de guía y el “pin” de eyector.
Hasta el principio de los años setenta el “pin” de guía y el “pin” de eyector fueron maquinados por taladradora radial. Por lo tanto, la variación del espesor y el rompimiento del “pin” del eyector estuvieron a la orden del día. (La causa más grande era la deslocalización del centro, aunque también se debía a la calidad del material del “pin” a su refinación.) Actualmente, gracias a la mejora de la precisión de las máquinas herramienta y al progreso de la técnica de maquinado casi no existen casos de rompimiento excepto el del “pin” especial.

2. ¿A qué se refiere el corte?

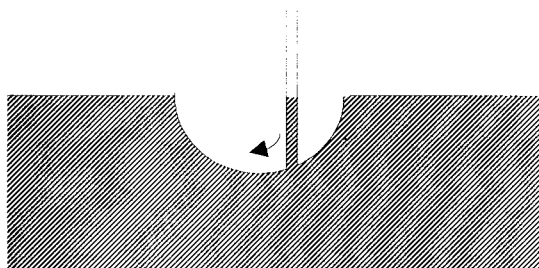
Se hace generar una fractura de corte por la fuerza de compresión de la herramienta de corte y se hace deslizar y arrastrar. Este trabajo es el corte. Cuando se aplica la fuerza al producto desde ambos extremos, la fuerza del corte (τ) llega a lo máximo siempre y cuando sea igual a 45 grados y se corta en esta dirección. Véase la fórmula de abajo.

$$\tau = \frac{w \sin \theta}{A} = \frac{W}{A} \sin \theta \cos \theta = \frac{\sigma \sin 2\theta}{2 \cos \theta}$$

W: Fuerza de compresión A: Superficie receptora

σ : Esfuerzo de compresión

3. Corte hacia abajo, corte hacia arriba, maquinado de 2.5 orden
- Corte hacia abajo: Casos en que la herramienta de corte tiene contacto de arriba hacia abajo con respecto al objeto de corte.
- Corte hacia arriba: Caso en que la herramienta de corte tiene contacto de abajo hacia arriba con respecto al objeto de corte.
- Maquinado de orden 2.5: Como se muestra en el dibujo, el “ball end mill” corta hacia abajo cuando está al lado derecho respecto al centro y corta hacia arriba cuando está al lado izquierdo, resultando que la forma difiere entre los lados derecho e izquierdo. Este procesamiento es el método para mejorar dicho problema, haciendo envío hacia abajo escalón por escalón.



4. Puntos problemáticos de CAD/CAM
- Se elabora el dibujo con CAD definiendo la forma de cavidad, y luego se determina la trayectoria del corte con CAM para realizar la fabricación del molde metálico. Hasta aquí no hay mucho problema si se efectúa con el orden debido. El problema es cuando se corta la placa de cavidad en la práctica, ya que hay muchos casos en que se corta más de las medidas establecidas. Si ocurre esto, se necesitará hacer nuevamente el corte del molde metálico y en caso extremo se requerirá de cambiar la placa de cavidad por otra nueva. Por lo tanto, no se puede menos de parar 0.5mm antes de las medidas establecidas, y de ahí empieza el trabajo manual (con esmeriladora). De manera que la precisión del molde baja y la forma empeora. Sus causas son: (1) Ubicación del centro (2) Herramientas del corte (3) Condiciones del corte (revoluciones, traslado) (4) Flexión causada por la fuerza de reacción del corte de la herramienta. Hay que tomar en cuenta estos factores.
- Esto es un asunto de “know how”, por lo que se debe decidir técnicamente en la

planta tomando en consideración las máquinas herramientas, material de acero, cortador y las condiciones de corte.

Este problema también sucede en el Sureste de Asia: es decir, aunque se introduzca la máquina herramienta más moderna, no se pueden fabricar buenos moldes metálico.

Además, hay muchos temas, tales como: elaboración de orificios pequeños, vida de las herramientas, tipos de acero, pulido del molde metálico, etc., pero en esta ocasión, se han omitido, puesto que no hay mucha necesidad.

V. Moldes de prototipo y producto

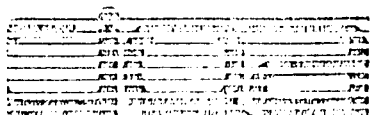
- 1) El material del molde metálico se debe definir por la cantidad de moldeo y no necesariamente tiene que ser acero. Lo mismo puede decirse con la rigidez del acero.

Por ejemplo, se ha hecho moldeo con 70,000 “shot” elaborando la cavidad con ZAS (Zn-Aleación: nombre comercial de Mitsui-kinzoku) y aplicando el acero en su alrededor. Asimismo, hay casos en que se fabricó el molde metálico con hierro fundido. Los materiales excepto ZAS se mencionan en la hoja anexa. Si se requiere consúltese.

- 2) Cuando la cantidad es reducida

- (1) Maquinado del corte: Si se trata de 1 a 5 piezas es mejor utilizar fresadora de control numérico (NC) que el bloque de resina para elaborar el producto haciendo el corte. Es posible elaborar hasta piezas bastante complicadas.
- (2) Método de formación por la luz: Método en que se hace solidificar el uretano o la resina epóxica al aplicarle la luz láser.
- (3) Proceso-P: Se hace fundir la resina en la mesa de la fresadora de control numérico (NC) y fluir a la forma a través de la boquilla. Luego, se hace solidificar e inmediatamente se corta con la frsadora NC. Este método está patentado por la compañía Shinko Cervic
- (4) Método de moldeo por presión de aire: Con la utilización del molde de madera o de resina se hace moldeo por presión de aire para elaborar productos que tienen un corte agudo.
- (5) Método de acumulación de papeles: Método en que se acumulan papeles cortándolos con computadora.

De estos métodos se considera que el proceso P (de la compañía Shinko-Cervic) del inciso (3) es el mejor método y más económico.



CENTRO DE INVESTIGACION EN QUIMICA APLICADA

ORGANISMO PUBLICO DESCENTRALIZADO

BLVD. ING. ENRIQUE REYNA HERMOSILLO No. 140 - SALTILLO, COAH., MEXICO 25100

TELS. 91(84) 15-30-57 • 15-30-30

FAX: 91(84) 15-48-04

A-**-O-5- ANILLO (HULE)

28 de Noviembre de 1997

Presente.-

At'n: **ING. GUSTAVO GONZALEZ**

Gerente de Planta

De acuerdo a lo que comentamos en la visita de ayer, adjunto le envío una tabla general de aplicaciones de hules. Verifiqué con uno de nuestros técnicos y con base en esta tabla resulta que el hule nitrilo es el mas adecuado para estar en contacto con aceites. Su resistencia al calor es buena. Anexamos también una formulación estándar de hule nitrilo, y una clasificación de marcas comerciales para este tipo de hules.

Referente al análisis químico para identificar el tipo de hule en anillos "O-rings", la Gerencia de Caracterización Fisico-Química del CIQA me indicó que un análisis básico para identificar el tipo de hule presente en este producto tendría un costo aproximado de \$ 750.00+IVA por muestra. Esto en el caso de que Uds. deseen corroborar el material de fabricación en empaques que les han dado buenos resultados.

Si tiene alguna duda, estamos a sus ordenes.

ATENTAMENTE

Ing. Alfredo Cárdenas Q.
Servicios de Extensión Tecnológica.

c.c. Sr. H. Yoshikawa.
c.c. Ing. B. Motomochi.

PRINCIPALES ELASTÓMEROS Y SUS PROPIEDADES

Tipo	Hules NR e IR	SBR	NEO- PRENO	BUTILO	NITRILO COPOL..	ETILENO-PROPILO EPDM	EPM	
Gravedad específica	0.93	0.94	1.23	0.92	1.00	0.86	0.86	
Resistencia a la tensión, lb/pulg ²	puro-	>1000	<500	>3000	>1500	>500	<400	<300
	reforzado-	<4000	>3000	>3000	>2000	>3000	>3000	>3000
Dureza shore A	30-100	40-100	40-95	40-75	30-100	45-95	45-95	
Resiliencia								
-temperatura ambiente	E	G	G	P	F	G	G	
-caliente	E	G	G	G	F	G	G	
Resistencia al desgarre	G-F	F	G	G	F	G	G	
Resistencia a la abrasión	E	G-E	E	F-G	F	G-E	G-E	
Resistencia al envejecimiento ambiental	P-E*	P-E*	E	G-E	F	E	E	
Resistencia a la oxidación	G	G	G	G-E	F	E	E	
Resistencia al calor	G	G	G	G-E	G	G-E	G-E	
Flexibilidad a baja temp.	E	G	F	F	F	G-E	G-E	
Resist. a Deformación no recuperada (compression set)	F-G	F	P(GN) G(W)	F	G	E	E	
Permeabilidad	F	F	G	E	E	F	F	
Resistencia a la flama	P-G*	P-G*	E	P	P	P-E*	P-E*	
Resistencia a los ácidos								
-diluidos	G	F-G	E	E	G	E	E	
-concentrados	F	F-G	G	E	F	G	G	
Resistencia a la humedad	F-G	G-E	F	F	E	E	E	
Resistencia a solventes								
-hidrocarburos	P	P	G**	P	F	P	P	
-solventes oxigenados	G	G	P	G	P	G	G	
-Aceite y gasolina	P	P	G	P	E	P	P	
-Aceites animales y vegetales	P-G	P-G	G	E	E	G	G	
Propiedades dieléctricas	G-E	G	P	G-E	P	G-E	E	

E= Excelente
G= bueno

F= Regular
P= pobre

*especialmente formulados
** excepto aromáticos

ELASTÓMEROS ESPECIALES Y SUS PROPIEDADES

Tipo	THIOKOL		SILICONA	FLUORO-CARBONO	HYPALON	ACRILICO	
	FA	ST					
Gravedad específica	1.34	1.25	0.98	1.85	1.1	1.09	
Resistencia a la tensión, lb/pulg ²	puro-	170	200	0	1800-3000	2100	400
	reforzado-	1300	1300	1000	2500-3500	2800	1800
Dureza shore A	20-80	20-80	20-90	55-80	45-95	40-90	
Resiliencia							
-temperatura ambiente	F	F	F	P	G	P	
-caliente	F-G	F-G	F	F	E	E	
Resistencia al desgarre	G	G	F	F-G/GOMA G-E/REF	F	F	
Resistencia a la abrasión	F	F	F	G-E	E	G	
Resistencia al envejecimiento ambiental	E	E	E	E	E	E	
Resistencia a la oxidación	E	E	E	E	E	E	
Resistencia al calor	F	F-G	E	E	E	E	
Flexibilidad a baja temp.	G	E	E	F	F	P	
Resist. a Deformación no recuperada (compression set)	P	F	E	F-G	F	G	
Permeabilidad	E	E	F	G-E	G	G	
Resistencia a la flama	P	P	F	E	G	P	
Resistencia a los ácidos							
-diluidos	G	G	G	E	E	F	
-concentrados	P	P	P	E	E	P	
Resistencia a la humedad	F	F	E	E(PEROX) F(AMINA)	E	F	
Resistencia a solventes							
-hidrocarburos	E	E	F	E	F	G	
-solventes oxigenados	G	G	G	P*	F	P	
-Aceite y gasolina	E	E	F	G	F	E	
-Aceites animales y vegetales	E	E	G	G	F	E	
Propiedades dieléctricas	G	G	E	G	G	P	

E= Excelente
G= bueno

F= Regular
P= pobre

*especialmente formulados
** excepto aromáticos

FORMULACIONES DE HULE NITRILO

ASTM	SB410	SB515	SB610	SB715
BASE				
Hule Nitrilo (35% Acrilonitrilo)	100	100	100	100
Blanco de Agerita	1	1	1	1
Acido Estéarico	1	1	1	1
Oxido de Zinc	5	5	5	5
TributilEtilFosfato	15	15	15	15
Plastificante SC	15	15	15	15
Azufre	1.75	1.75	1.75	1.75
Altax	1.5	1.5	1.5	1.5
Metil Tuads	0.1	0.1	0.1	0.1
Variables				
P-33	40	80	150	150
Negro EPC	-	-	-	30
Total	180.35	220.35	290.35	320.35
Gravedad Específica	1.15	1.23	1.32	1.38

(Curado en prensa: 15 min. a 370°F /188°C)

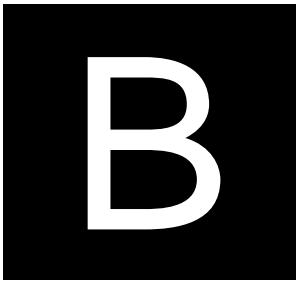
Propiedades Físicas				
Esfuerzo al 300%, Lb/ pulg2	440	690	960	1560
Resistencia a la Tensión, Lb / pulg2	1385	1680	1310	1560
% Elongación	570	580	430	300
Dureza Shore A +/-5	40	50	60	70

CLASIFICACIÓN DE HULES NITRILOS COMERCIALES

NOMBRE COMERCIAL	PROVEEDOR	CONT. ACRILONITRILO	FORMA
FR-N 504	FIRESTONE	MUY ALTO	BARRAS
FR-N 503, 602, 603	FIRESTONE	ALTO	BARRAS
FR-N 502	FIRESTONE	MEDIO-ALTO	BARRAS
FR-N 501, 600, 601, 505	FIRESTONE	MEDIO	BARRAS
FR-N 500	FIRESTONE	BAJO	BARRAS
CHEMIGUM N 206	GOODYEAR	MUY ALTO	BARRAS
--N3, N300, N325	GOODYEAR	ALTO	BARRAS
--N5	GOODYEAR	ALTO	BARRAS
--N6, N6B	GOODYEAR	MEDIO ALTO	BARRAS
--N600, N608	GOODYEAR	MEDIO ALTO	BARRAS
--N615, N612, N625	GOODYEAR	MEDIO ALTO	BARRAS
--N7	GOODYEAR	MEDIO ALTO	BARRAS
-N8	GOODYEAR	MEDIO ALTO ENTREC.	BARRAS
-N9	GOODYEAR	MUY BAJO	BARRAS
CHEMICIVIC 400	GOODYEAR	MEZCLA PVC	BARRAS
800	GOODYEAR	MEZCLA PVC	BARRAS
HYCAR 1000X132	GOODRICH CHEMICAL	MUY ALTO	BARRAS
HYCAR 1001, 1031, 1041	GOODRICH CHEMICAL	ALTO	BARRAS
HYCAR 1411	GOODRICH CHEMICAL	ALTO- ENTRECruzado	POLVO
HYCAR 1002	GOODRICH CHEMICAL	MEDIO-ALTO	BARRAS
HYCAR 1032, 1042, 1052	GOODRICH CHEMICAL	MEDIO-ALTO	BARRAS
HYCAR 1032X23	GOODRICH CHEMICAL	MEDIO-ALTO	BARRAS
HYCAR 1042X82	GOODRICH CHEMICAL	MEDIO-ALTO ENTREC	BARRAS
HYCAR 1072	GOODRICH CHEMICAL	MEDIO ALTO C-MODIF	BARRAS
HYCAR1432	GOODRICH CHEMICAL	MEDIO-ALTO	MIGAS
HYCAR1312	GOODRICH CHEMICAL	MEDIO ALTO	LIQUIDO
HYCAR 1043,1053	GOODRICH CHEMICAL	MADIO-BAJO	BARRAS
HYCAR 1014, 1024, 1034	GOODRICH CHEMICAL	BAJO	BARRAS
HYCAR 1203, 1205	GOODRICH CHEMICAL	MEZCLA PVC	BARRAS
PARACRIL D	UNIROYAL INC	MUY ALTO	
PARACRILCLT	UNIROYAL INC	ALTO	BARRAS
PARACRILC, CLM	UNIROYAL INC	MEDIO-ALTO	BARRAS
PARACRILCV	UNIROYAL INC	MEDIO-ALTO	BARRAS
PARACRILBLT, BJLT	UNIROYAL INC	MEDIO	MIGAS
PARACRILB, BJ	UNIROYAL INC	MEDIO-BAJO	BARRAS
PARACRILALT	UNIROYAL INC	MEDIO-BAJO	BARRAS
PARACRIL AJ, 18-80	UNIROYAL INC	BAJO	BARRAS
PARACRIL OZO, OZO-50	UNIROYAL INC	MEZCLA PVC	BARRAS
KRYNAC 806	POLYSAR, S.A.	MUY ALTO	BARRAS
KRYNAC 801, 805	POLYSAR, S.A.	ALTO	BARRAS
KRYNAC 800, 803, 807	POLYSAR, S.A.	MEDIO-ALTO	BARRAS
KRYNAC 804, 808	POLYSAR, S.A.	MEDIO ALTO ENTRECR	BARRAS
KRYNAC 802	POLYSAR, S.A.	MEDIO-BAJO	BARRAS
KRYNAC 850	POLYSAR, S.A.	MEZCLA PVC	PELETS
KRYNAC 870	POLYSAR, S.A.	MEZCLA PVC	BARRAS

CLASIFICACIÓN DE HULES NITRILOS COMERCIALES

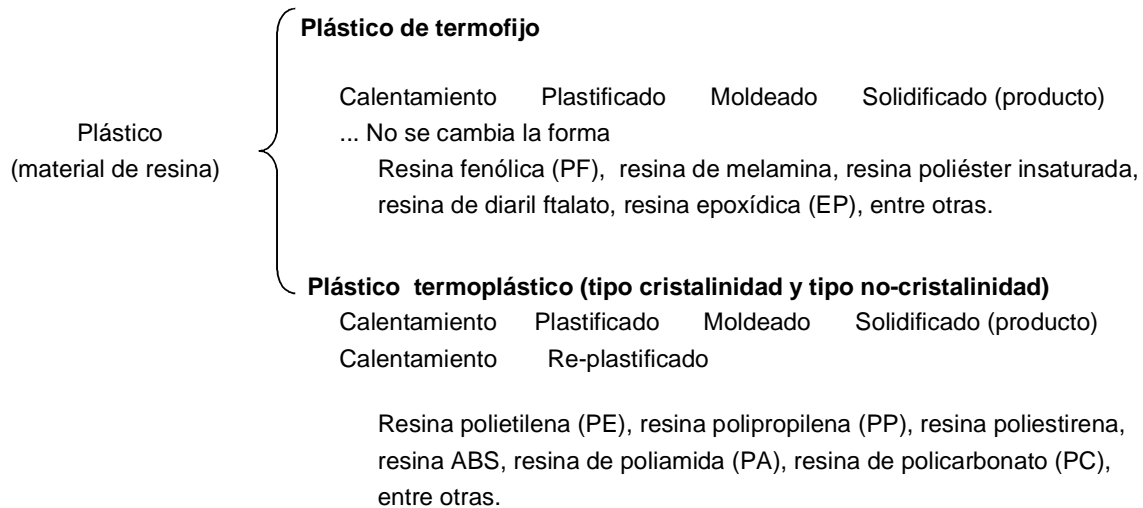
NOMBRE COMERCIAL	PROVEEDOR	CONT. ACRILONITRILO	FORMA
TYLAC 113A	INTERNATIONAL LATEX	MUY ALTO	BARRAS
TYLAC 112A, LV, HV B, BHV	INTERNATIONAL LATEX	ALTO	BARRAS
TYLAC 212A-HV	INTERNATIONAL LATEX	ALTO CARBOXILOS MODIF.	BARRAS
TYLAC 11A, LV, HV	INTERNATIONAL LATEX	MEDIO-ALTO	BARRAS
TYLAC 211A, LV, HV	INTERNATIONAL LATEX	MEDIO ALTO CARBOXILOS MODIF	BARRAS
TYLAC 103A	INTERNATIONAL LATEX	MEDIO	BARRAS
TYLAC 106A	INTERNATIONAL LATEX	MEDIO	BARRAS
TYLAC 400A,440A, 401A	INTERNATIONAL LATEX	MEZCLA PVC	BARRAS



MATERIALES

B Materiales de resina

B.1. Característica de las resinas



Los materiales para el moldeo de plástico, que son las resinas pueden ser clasificadas principalmente en dos; la resina de termofijo y la termoplástica.

Como se sabe, el material de plástico en general se ablanda al recibir el efecto térmico, obteniendo la plasticidad.

Esta significa la propiedad que deforma de acuerdo con la fuerza exterior recibida y se mantiene dicha deformación, aún después de eliminarse esta fuerza.

El plástico de termofijo se refiere al material que se ablanda al ser calentado, obteniendo la plasticidad. Al ser calentado más, se provoca un cambio químico y se endurece sin posibilidad de ablandarse después.

La estructura molecular de éste es tridimensional conocida como la estructura configurada de red, siendo estable al calor así como al solvente en general.

Como ejemplos de éste se puede enumerar las siguientes: resina fenólica (PF), resina de melamina, resina poliéster insaturada, resina de diaril ftalato, resina epoxídica (EP), entre otras.

En cambio, el termoplástico se ablanda al ser calentado, obteniendo la propiedad de plasticidad. Al ser enfriado, se solidifica, convirtiéndose en cuerpo rígido. Sin embargo, cuando se calienta nuevamente, se ablanda de nuevo, convirtiéndose en un cuerpo plástico, mientras que si se le enfría, se solidifica, convirtiéndose en cuerpo rígido. Es decir, se repite el círculo antes mencionado. La estructura molecular de éste consiste en que las macromoléculas en forma de cadena se encuentran enredados como si fueran bolas del hilo de estambre. La unión de este enredado es frágil al calor, por lo que al incrementar la temperatura, el movimiento de las moléculas se aumenta y empiezan a moverse libremente. Como consecuencia, llegan a ser fundidas.

Como ejemplos de éste se puede enumerar las siguientes; resina polietilena (PE), resina polipropilena (PP), resina poliestirena, resina ABS, resina de poliamida (PA), resina de policarbonato (PC), entre otras.

Dentro del termoplástico existen dos tipos; uno que forma la estructura plegada denominada como “lamella”, otro que no cuenta con esta forma. Se conoce la primera como cristalinidad y la segunda como no-cristalinidad respectivamente.

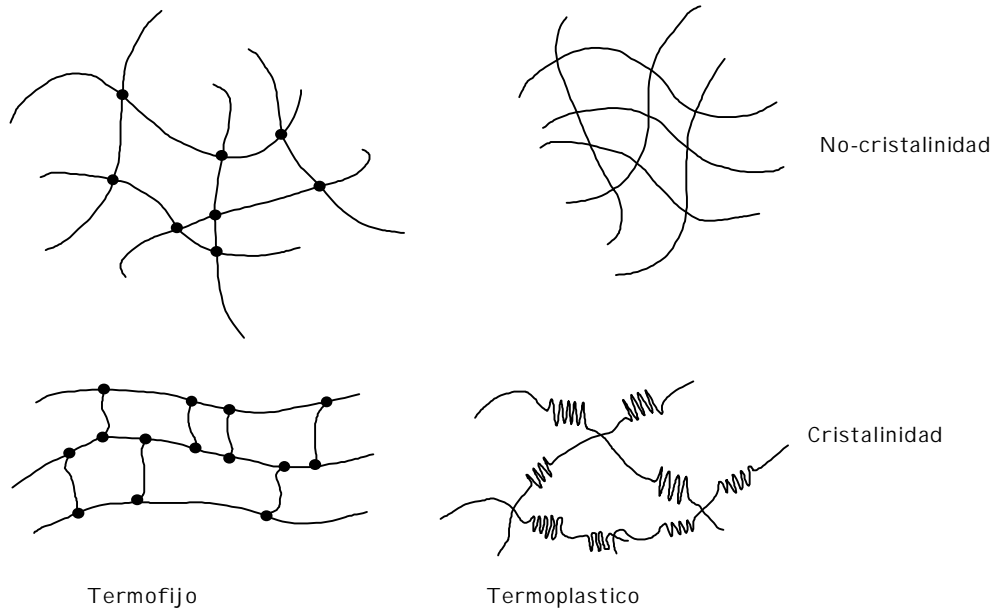


Tabla 1: Desglose del consumo de los productos plásticos según materia prima (año de 1996)

Materia prima	Total del consumo	Desglose del consumo por producto											Inventario
		Películas y láminas	Tabla	Piel sintética	Tubo y junta	Partes demáquinas y equipos	Artículos de uso cotidiano	Recipiente	Material para la construcción	Producto espumado	Producto para el refuerzo	Otros	
Total de la resina como materia prima	5,570,357	2,155,732	159,401	66,067	733,121	761,005	370,571	364,611	186,627	378,021	74,865	320,336	115,551
- Polietileno													
{ Baja densidad	751,325	564,533	983	3,757	23,195	12,142	28,179	62,086	587	40,553	197	15,113	20,525
{ Alta densidad	439,730	248,178	5,864	-	35,350	20,587	20,288	65,565	1,050	12,677	136	30,035	7,909
- Poliestireno													
{ Resina ABS	196,783	8,344	6,339	204	1,774	149,288	14,188	1,380	647	295	111	14,213	4,797
{ Otros	655,654	159,812	11,730	-	717	120,473	46,860	27,838	2,559	266,151	688	18,826	15,591
- Polipropileno	1,133,240	495,232	18,526	-	6,402	244,979	222,572	52,751	406	13,927	283	78,162	26,700
- Resina de cloruro vinílico													
{ Tipo blando	439,365	252,417	1,244	38,222	-	19,932	8,355	3,986	83,274	772	-	31,163	7,494
{ Tipo rígido	841,024	77,498	69,660	-	547,895	4,395	8,684	4,105	78,790	4,479	748	44,770	10,528
- Compuesto de cloruro vinílico	189,735	4,531	1,064	1,293	108,622	15,233	4,778	5,120	15,284	2,228	-	31,582	4,853
- Resina metacrílica	46,541	-	20,924	-	116	15,568	1,378	4	6	74	1,363	7,108	945
- Resina de poliéster insaturado	83,781	4	-	-	5,060	5,415	2,700	435	232	410	66,543	2,982	1,440
- Resina fenólica (para moldeo)	25,335	-	5,406	-	59	15,694	223	-	-	37	3,825	91	317
- Resina de urea melanina (para moldeo)	14,545	-	-	-	25	9,647	4,491	-	-	-	-	382	14,860
- Otras resinas	754,300	346,183	17,661	22,591	3,906	127,652	7,875	141,342	3,792	36,418	971	45,909	9,040
- Material plástico reciclado (*)	148,079	55,287	6,526	1,389	11,031	14,020	5,310	18,911	5,650	7,273	1,660	21,022	3,932

Esta tabla muestra una estadística del uso de plástico en Japón.

La resina de termofijo ocupa un 15 % aproximadamente de la totalidad de la materia prima de plástico y más del 70 % de éste se utiliza para adhesivo. Además se considera que la mitad de los productos moldeados son laminados.

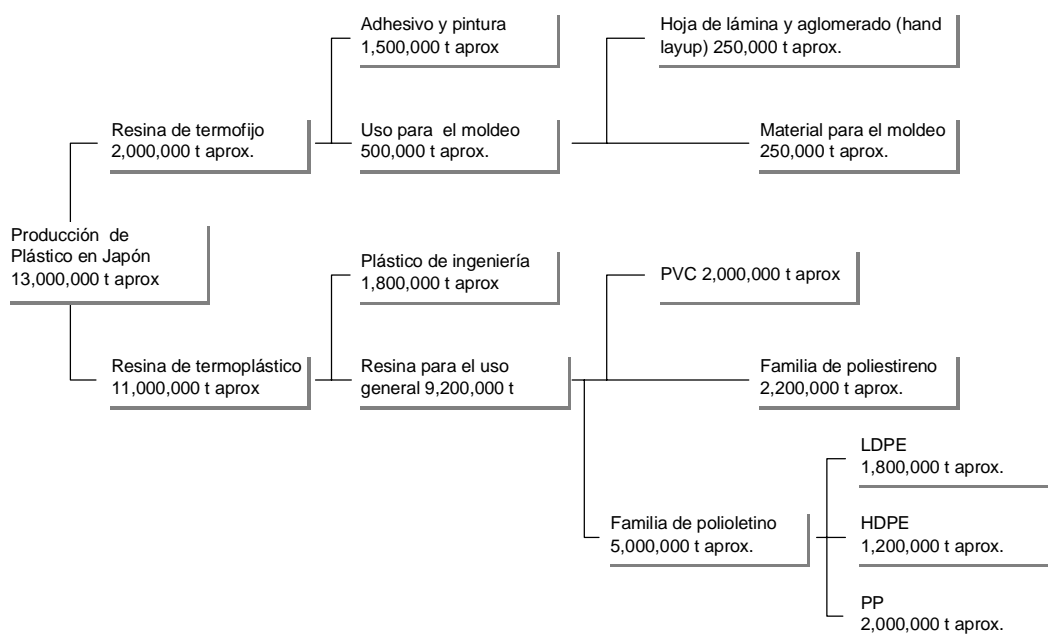


Figura 2: Valor conceptual sobre el consumo de plástico en Japón

Dentro de la resina termoplástica que ocupa la mayoría, más del 15 % es de plástico para ingeniería, mientras que el resto ocupa el plástico de uso universal, que son; resina de familia de poliolefino, resina de familia de poliestireno y resina de la familia del cloruro vinílico .

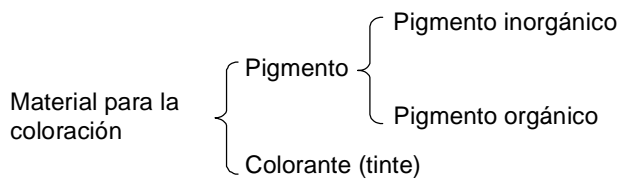
Método del moldeo	Proporción de la producción estimada (peso)
Moldeo por extrusión	Más de 60 %
Moldeo por inyección	De 15 a 20 %
Moldeo por soplado	Un poco más de 5 %
Moldeo en vacío	Más o menos 2 %
Otros	Aprox. 10 %

Tabla 2: Producción estimada (peso) según el método de moldeo en Japón desde el punto de vista de los productos terminados

La Tabla 2 muestra los datos estimados (en base al peso) por el autor sobre el método de moldeo de los productos plásticos.

B.2. Método de coloración

La coloración del material plástico se realiza, utilizando el pigmento o el colorante (tinte).



Método de coloración

- Pelet colorado
- Colorante (tinte) en seco
 - Se forma una capa de Colorante (tinte) en el pelet.
 - Se aplica a presión en la parte inferior de la tolva o en medio del cilindro en medio del cilindro
- Master batch

Existen dos tipos de pigmentos; pigmento orgánico e inorgánico. El pigmento orgánico tiene la ventaja de poder obtener colores vivos con una solidez (firmeza) relativamente buena, pero su precio en general es elevado.

La mayoría de los pigmentos inorgánicos son óxidos metálicos, por lo que muchas veces son originalmente cristalinos. Por esto, existen casos en que resalta la marca de soldadura, dependiendo del grado y el estado de pulverización. En general, la solidez (firmeza) del pigmento inorgánico es mayor que la del pigmento orgánico, pero en muchas ocasiones la posibilidad de obtener colores vivos es menor en comparación con éste.

Con respecto al colorante (tinte), todos son orgánicos sin excepción y se usa en forma diluida en el material. Los colores de éste son vivos comparados con los del pigmento, pero normalmente no cuenta con la buena fuerza de cobertura ni la solidez (firmeza).

En cuanto al método de coloración, se utiliza en forma más común los siguientes; el método que se suministra el material al moldeador en un estado conocido como pelet colorado que fue pintado en un proceso independiente; el método que consiste en suministrar el colorante (tinte) pulverizado denominado como “color en seco (*dry color*)”, aplicado en la superficie del pelet en mezclador; el método que consiste en suministrar el colorante (tinte) pulverizado, aplicado en forma de pasta en la superficie del pelet, posteriormente se seca; el método de aplicar el colorante (tinte) en líquido o en pasta desde la parte inferior de la tolva o en medio del cilindro; el método en que al obtener pelet colorado, se convierte en forma conocida como “master batch”, manteniendo una densidad de 10 a 30 veces más de la establecida y se diluye mezclando nuevamente en la tolva para posteriormente ser moldeado.

B.3. Manejo del material

El material para el moldeo está clasificado en relativamente lo caro dentro de los diferentes tipos de material para ser procesados. Además debemos estar siempre conscientes de que es fácil de deteriorarse por mal manejo o la falta de precaución en el mismo, por lo que muchas veces puede ocasionar dificultad para el procesamiento.

Precauciones para el manejo

- Aunque el material no esté abierto de su empaque, no se debe colocar directamente en el piso (incluyendo el piso de concreto).
(Siempre deberá ser colocado encima de una base.)

- No deberá dejarse abierto el recipiente del material que se está utilizando. (Existe la gran posibilidad de mezclar objetos extraños o de que entre la humedad.)
- Es frecuente que entren los objetos extraños en el momento de vaciar el material en la tolva. (Se deberá evitar que se vacíe el material directamente de la bolsa de éste .)
- No se debe dejar caer el pelet al piso. En caso de suceder lo mencionado, se deberá limpiar inmediatamente el piso.
- Se deberá cuidar en particular, la humedad durante el almacenamiento.

Precauciones para el uso

- No se deberá presentar mucha variación en el tamaño del pelet.
- Es preferible que el tamaño del pelet sea menor a la mitad de la profundidad de la ranura del husillo.

Cuando es demasiado grande, se genera variación en la penetración.

- Aunque se acaba de abrir de la bolsa de material en virgen, no se debe confiar incondicionalmente en estos materiales. Es necesario dudar (de la calidad) de los materiales, según como se presente el problema de no-conformidad.
- Cuando se cambia el lote de material, hay ocasiones en las que varían a gran escala la propiedad física y la de moldeo de los materiales. En particular, se requiere de los mayores cuidados, cuando se manejan los materiales para la producción discontinua (*batch production*).
- Al utilizar el material recuperado (de reciclaje), sobre todo si se usa en forma molida, se deberá utilizar a la mayor brevedad posible después del molido. En caso de haber un buen intervalo de tiempo, se deberá conservar en empaque sin moler y se lo hará inmediatamente antes de su uso, o bien se deberá conservar en forma de repelet.
- Es recomendable deshacer los polvos generados en el momento del molido, ya que cuando mucho, sólo corresponderán al 1 ó 2 %. Más que este ahorro es importante mantener siempre el filo en buena condición, rectificándolo.
- No se deberá dejar alrededor del moldeador los materiales que no se utilizan. (Se empaican los materiales sobrantes para ser devueltos al almacén.)
- Se deberá mantener constante la proporción de la mezcla del material recuperado (reciclado).

B-C MANEJO DE MATERIALES

[B-C-*-W-1-FIBRA DE VIDRIO-FIN]

P. La pieza denominado BRAZO, va cargado con 30 % de fibra de vidrio ¿Que cuidados se deben de tener al moler este material?

R. La longitud aproximada de la fibra de vidrio debe de ser de 0.5 mm, luego al molerse se tendrán longitudes menores, lo que provoca contaminación del aire al respirar (medio ambiente). Deben de usarse mascarillas de seguridad por el personal involucrado en el manejo, por lo que este material es dañino a la salud.

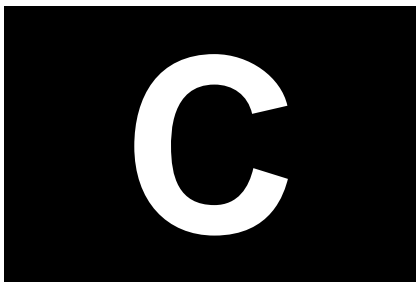
La fibra de vidrio es un material muy abrasivo por lo tanto se requiere revisión periódica del husillo de la inyectora. Es necesario registrar los resultados de tales inspecciones. Existe un material llamado TiN, empleado en el recubrimiento de estos moldes sometidos a estos trabajos. El husillo debe revisarse al menos al termino de cada corrida total de producción (60,000 - 100,000 piezas). El moldeo de la pieza no debe generar rebaba, puesto que debido a la dureza de este polímero cargado con fibra de vidrio, el molde puede marcarse.

[B-C-*-Q-2-SOPLO-PE-IPA]

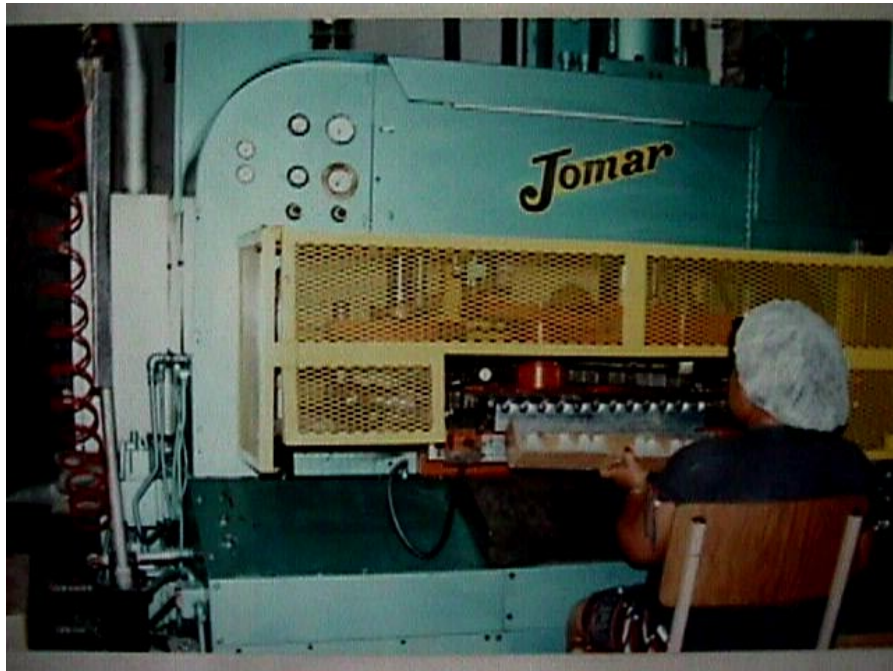
Aroma en botellas (soplo) decidir con proveedores de materia prima especificaciones, hacer prueba con materia prima a temperatura de proceso (150°C-200°C). Observar y oler vapores originados (definir grado aceptable)



Rebabeo típico de un producto moldeado



TIPOS DE METODOS DE PROCESAMIENTO



Máquina de moldeo de soplado directo



Instalaciones de una planta de moldeo por inyección

C. Clasificación de los métodos de elaboración

C.1 Tipos de proceso de moldeo

Como se trata del moldeo de material plástico, consiste básicamente en plastificar el material y darle forma para luego endurecerlo.

Normalmente la plastificación se realiza al elevar la temperatura del material por calentamiento, ablandándolo para fundirlo alcanzando un estado semilíquido.

Actualmente la mayoría de plásticos que se utilizan como material de moldeo son los termoplásticos, por lo que primero hablaré enfocándome al tema del plástico termoplástico.

Puesto que dicho plástico se ablanda y adquiere plasticidad al calentarlo, la manera estándar del proceso es calentarlo a una temperatura adecuada para cada material, darle forma al moldearlo para luego enfriar y hacerlo endurecer; de este modo se elaboran los productos. Por lo tanto, los métodos de moldeo se clasifican según la manera de dar la forma (tipo de moldeo). En el siguiente tabla se muestra la lista de los principales métodos de moldeo y los productos que se elaboran con cada método.

Tabla 1 : Diferentes métodos de moldeo

Moldeo por inyección :	cubeta, silla
Moldeo por soplado :	botellas
Moldeo por extrusión:	tubo, manguera
Moldeo por laminado :	tabla
Moldeo por transferencia:	paquete de circuito integral
Moldeo al vacío:	empaque para huevos
Moldeo por presión:	cobertura del helicóptero
Moldeo por espumado:	esponja para cojín
Moldeo por inyección de resina termofija:	caja para el interruptor de fuente eléctrica
Moldeo por compresión:	caja para el interruptor de fuente eléctrica
Moldeo por <i>slush</i> :	muñeca que toma leche
Moldeo por <i>casting</i> :	sello para muestras biológicas
Moldeo por inmersión:	guantes, globos
Moldeo por fluidificación:	sello para resistencia, tarjeta
Moldeo rotatorio:	flotador para pesca
Moldeo por calandaria :	asiento
Moldeo por inyección de reacción (RIM) :	defensa vehicular
Moldeo por pultrusion:	barra de resina termofija
Moldeo por soplado de película:	bolsa

C. 2 Conocimiento sobre los métodos de proceso

En la tabla [1] se enumeran tanto los métodos de moldeo como sus productos. Por supuesto que los métodos no se reducen a esto; hay muchos más. Asimismo, frecuentemente se realiza el moldeo combinando varios métodos al mismo tiempo.

Además, no es cierto que un solo método de moldeo permita fabricar sólo un cierto tipo de producto. Debido a las propiedades físicas que requiere el producto, en muchas ocasiones es más conveniente cambiar el método dependiendo de la cantidad aunque se trate de un mismo producto.

Comúnmente el método de elaboración llamado “plastificación en frío” está clasificado como un método de moldeo de plástico y es uno de los métodos más útiles y empleados.

Por lo tanto, para el diseño y fabricación de productos, se vuelve importante tener la costumbre de pensar y tratarlos con flexibilidad observando ampliamente los diferentes materiales y métodos.

C.2.1 Moldeo por inyección

Se omite. Se explicará posteriormente.

C.2.2 Moldeo por soplado

Básicamente el moldeo por soplado consiste en plastificar el material llamado Parison que tiene forma cilíndrica sin/con fondo, inyectar aire a Parison rodeando a éste con el molde partido para inflar y pegar el Parison a la pared interior del molde y sacarlo después de haberlo dejado enfriar y endurecer. 【Referencia: figura 1】

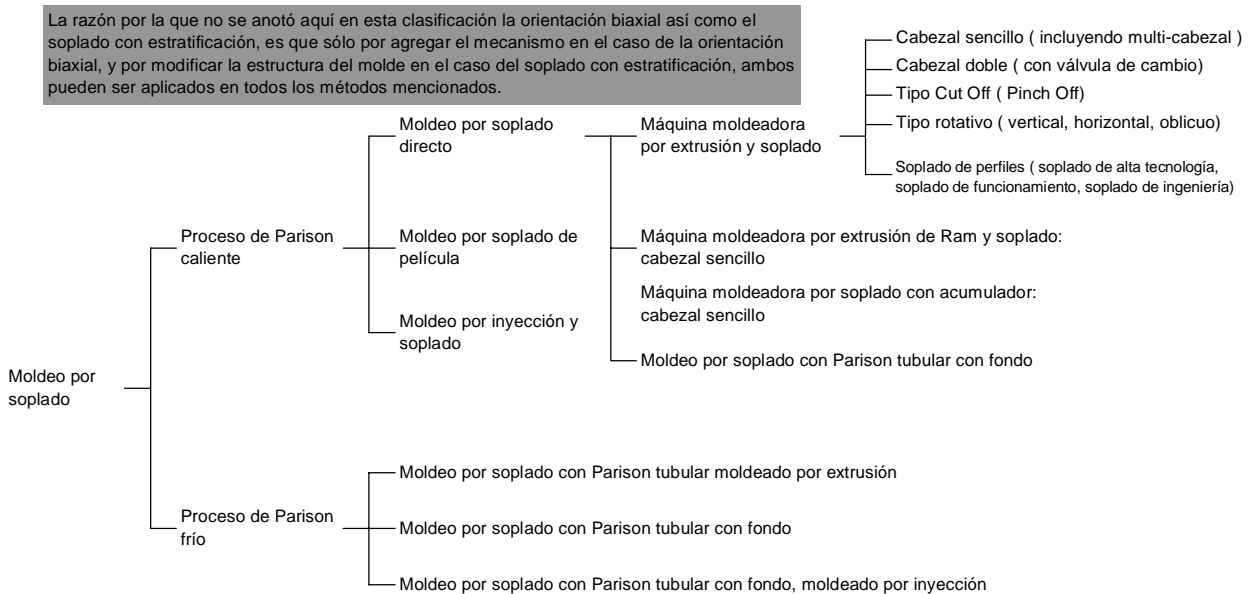


Figura 1 : Diagrama sistemático del moldeo por soplado

En la figura [1] están clasificados en orden sistemático los métodos de moldeo por soplado, los cuales se pueden dividir en dos: método Parison caliente en el que se sopla antes de que el Parison moldeado pierda su plasticidad y método Parison frío en el que se sopla después de haberse enfriado una vez el Parison formado para luego calentarlo de nuevo y plastificarlo.

Parison es un término técnico de moldeo por soplado, que indica el material en un estado inmediatamente antes de ser soplado. Esta palabra no se utiliza si no se trata del moldeo por soplado. Generalmente el Parison posee una forma cilíndrica, pero en un sentido más amplio puede significar un par de láminas colocadas juntas. Esto se debe a que aunque casi no se observa actualmente, hace tiempo se fabricaban juguetes como máscaras o muñecas insertando en el molde las láminas de celuloide para dejarlas e inyectar el aire adentro. Considero que el nombrar “material de dos hojas” como Parison es una huella de esa época.

Soplado Directo

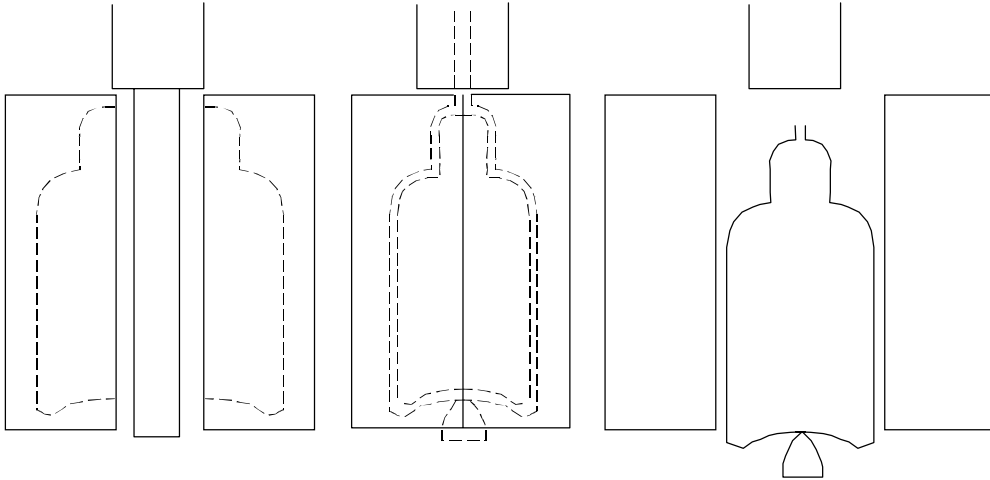


Figura 2 : Dibujo conceptual del moldeo por soplado (1)

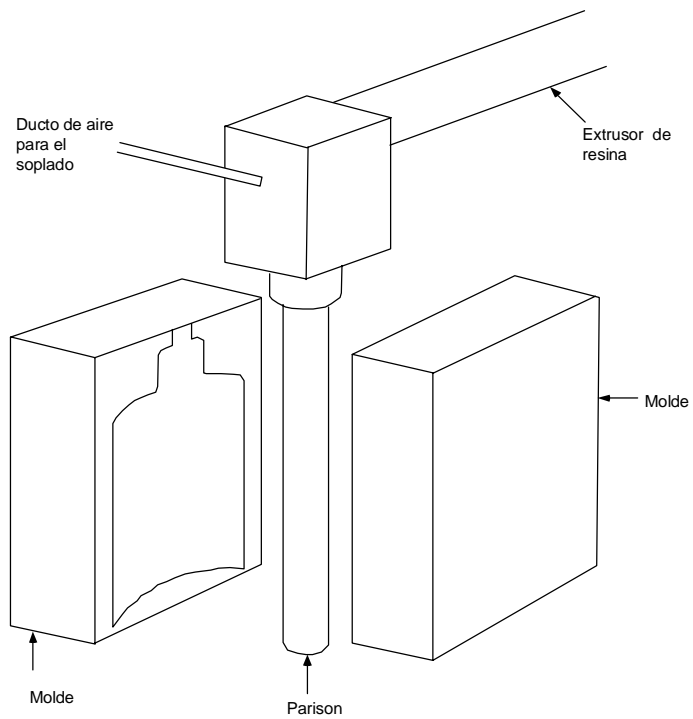


Figura 3 : Dibujo conceptual del moldeo por soplado (2)

En las figuras [2] y [3] se muestra la forma estándar del soplado directo. Es un método de moldeo con el que se sopla el Parison expulsado del molde insertándolo directamente en el molde.

Esta es la forma estándar del moldeo por soplado, y se practica de varias maneras diferentes de acuerdo con el tamaño, la figura y el volumen de producción.

a) Tipo unicabezal (incluye el multicabezal)

En la figura [3] se muestra el proceso. Hay ocasiones en que se realiza el moldeo con la máquina extrusora normal parando el motor cada vez que se expulsa una cantidad determinada. Sin embargo, como se indica en la figura [4], generalmente se usa un acumulador y no se hace parar el extrusor. El número de cabezales puede ser 2, 3 ó 5 dependiendo del producto.

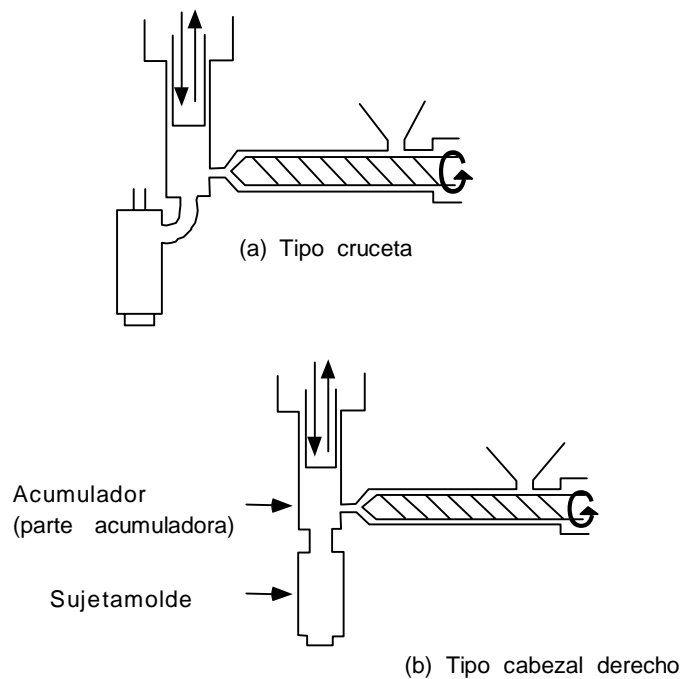


Figura 4

b) Tipo cabezal doble (con el empleo de una válvula de derivación)

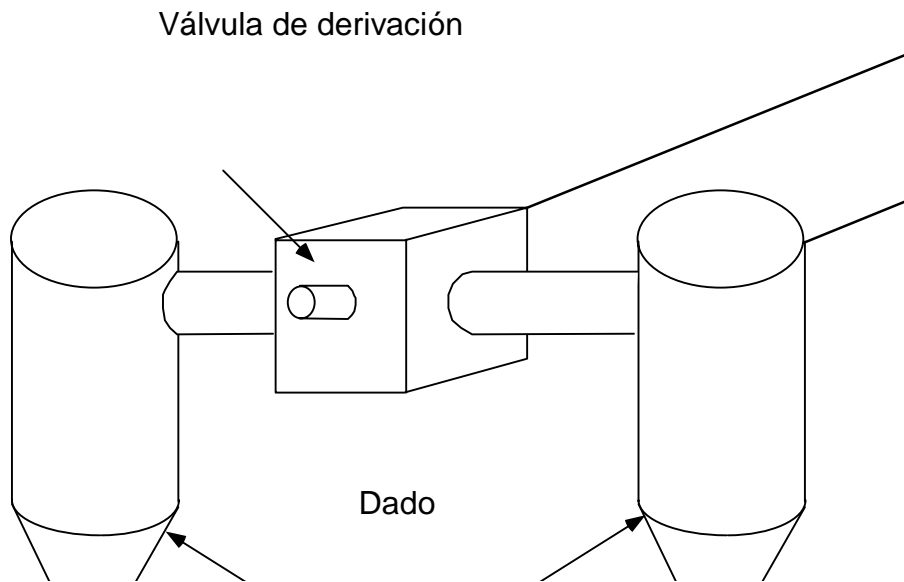


Figura 5: Dibujo conceptual del sistema de cabezal doble

Su estructura se describe de la siguiente manera. Como se señala en la figura [5] se colocan simétricamente 2 cabezales. Se ajusta el volumen del material de tal manera que mientras se está moldeando con el cabezal derecho, se haga fluir la resina al lado del cabezal izquierdo, y en lo que el cabezal izquierdo termine de extruir el material de un volumen predeterminado, se finaliza el moldeo en el cabezal derecho. De esta manera, el moldeo continúa sin cesar y alternadamente entre el cabezo derecho y el izquierdo.

c) Tipo “*Cutoff*”

Se le llama también método “*pinch-off*”. Es un método desarrollado para realizar la salida continua del Parison . Como se observa en la figura [6], el Parison sale incesantemente del dado y cuando alcanza una cantidad determinada, se corta dicho material y se traslada a donde está el molde para ser soplado.

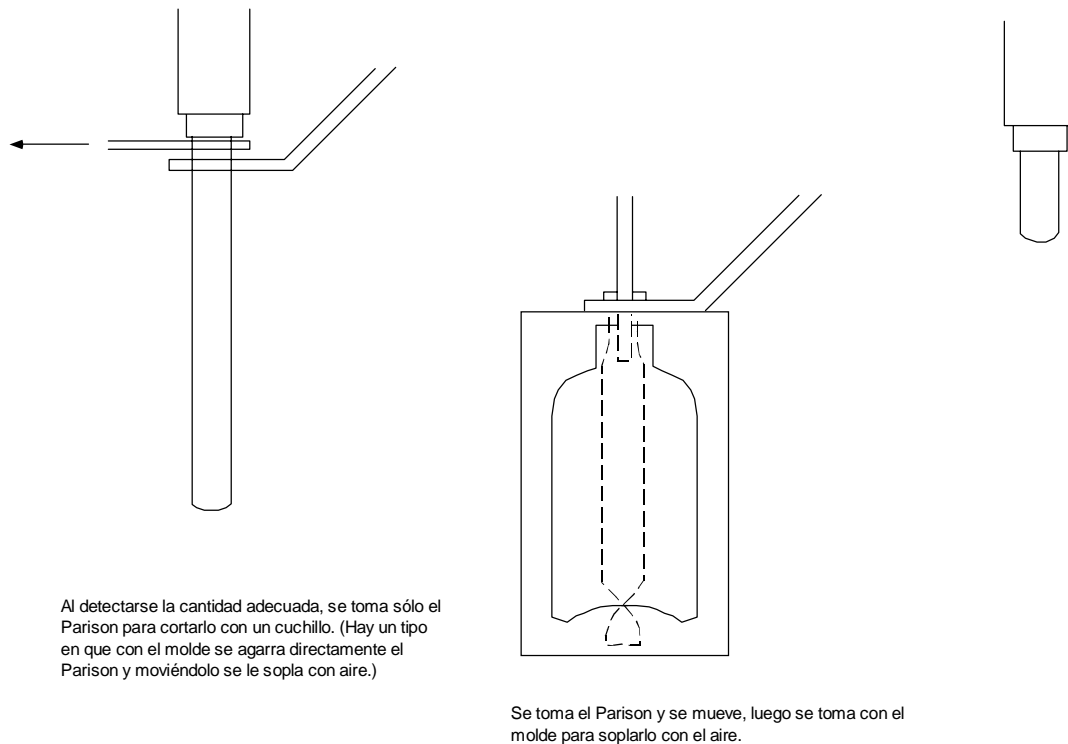


Figura 6 : Dibujo conceptual del sistema de *Cutoff*

Existe otro método en que el molde se traslada hacia donde se encuentra el Parison para agarrarlo y luego regresa al lugar original para hacer el soplado. (actualmente el último método es la principal tendencia.)

d) Tipo rotativo

Se colocan unos moldes (hasta más de 10) en círculo concéntrico y se mueven uno por uno para alimentar continuamente con el Parison a dichos moldes. Cuando se termina de suministrar el material, se cierran sucesivamente los moldes para realizar el moldeo soplando el aire. Al concluir el moldeo, se abren los moldes para sacar los productos y luego recibir el Parison para el siguiente ciclo.

Para alimentar el Parison, existen 2 maneras: una en que se abastece sucesivamente colocando los moldes paralelos en la dirección de la salida del Parison y otra en que se suministra el material al modo de “cut-off” instalando los moldes en filas verticales. El primero es más común que el otro.

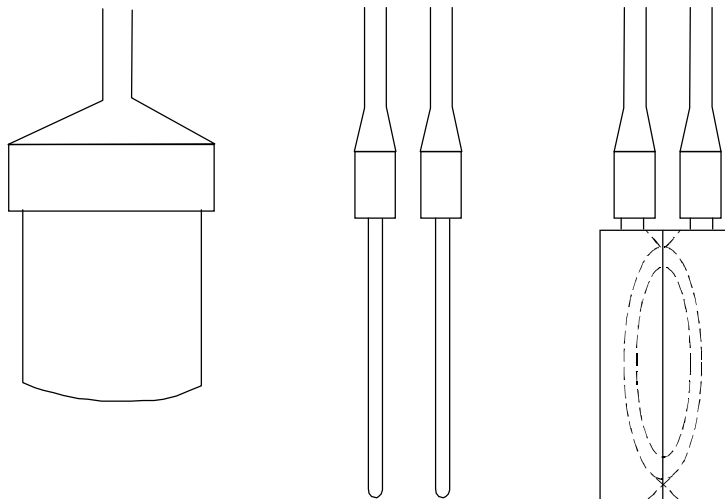
e) Soplado de funcionamiento (Soplado para formas especiales, soplado de ingeniería)

Es el campo en que últimamente se ha observado un rápido crecimiento en su demanda, especialmente en la de autopartes. Se han hecho varios mejoramientos en forma de molde, método de cerrar el molde entre otros.

Ejemplos de producto: Tanque de gasolina, tubo, visera, freno aerodinámico, barra para defensa, flotador, fuelle, etc.

Moldeo por soplado de películas

Como se muestra en la figura [7] se extruye el Parison en forma de dos hojas que se enfrentan y se realiza el moldeo con el molde de corte total. Es adecuado para el moldeo de productos planos tales como pared divisoria, tabla, cojín, portafolio de doble fondo, etc.



Hay varias formas de introducir el aire como son; por parte superior, inferior y lateral así como por un punzón en el lado trasero exterior del producto con aguja de jeringa

Figura 7: Dibujo conceptual del soplado de películas

Moldeo por inyección y soplado

Uno de los problemas que puede ocurrir cuando se elabora el recipiente con el soplado directo, es la marca de la unión ocasionada por el corte del molde. Esta marca puede ser un defecto vital cuando se trata de un recipiente transparente o el que se utiliza repetidas veces. Por lo tanto, se ha hecho un desarrollo para minimizar la marca como se señala en la figura [8], pero esto no es suficiente. Al principio, el moldeo por inyección y soplado fue desarrollado para superar este problema.

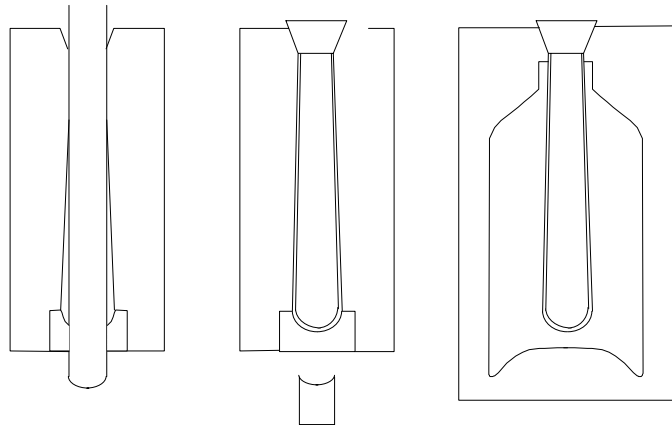


Figura 8 : Dibujo conceptual del moldeo por soplado con Parison tubular con fondo formado previamente

Es el método con el que se forma el Parison con fondo a través del moldeo por inyección y luego se le traslada al molde de soplado para realizar el moldeo por soplado. La desventaja de este método es que no se puede fabricar otros productos más que los que tengan forma sencilla con apertura en su centro. Pero últimamente se desarrolló una nueva técnica llamada “soplado y estiramiento”, por lo que se está utilizando ampliamente, sobre todo, en recipientes transparentes de resina PET.

En la figura [9] se presenta la clasificación de los métodos de Inyección y Soplado.

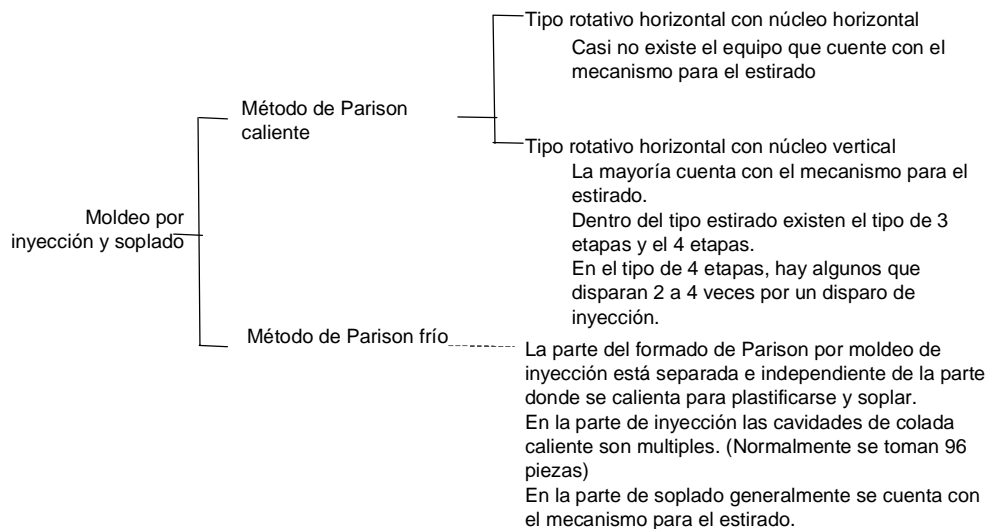


Figura 9 : Moldeo por soplado e inyección

a) Tipo rotativo horizontal con núcleo horizontal (Tipo Parison caliente)

Es el método que se ha practicado desde épocas más tempranas dentro de los métodos de moldeo por inyección y soplado de estilo Parison caliente. Normalmente no cuenta con el mecanismo para estiramiento. En la figura [10] se muestra el dibujo conceptual. Por lo general el diámetro aumenta 3 veces más por el soplado, por lo que la apertura del molde de la etapa B es 3 veces más que la de la etapa A. La posición del núcleo siempre debe estar en su centro. La parte central sirve también para ajustar su posición.

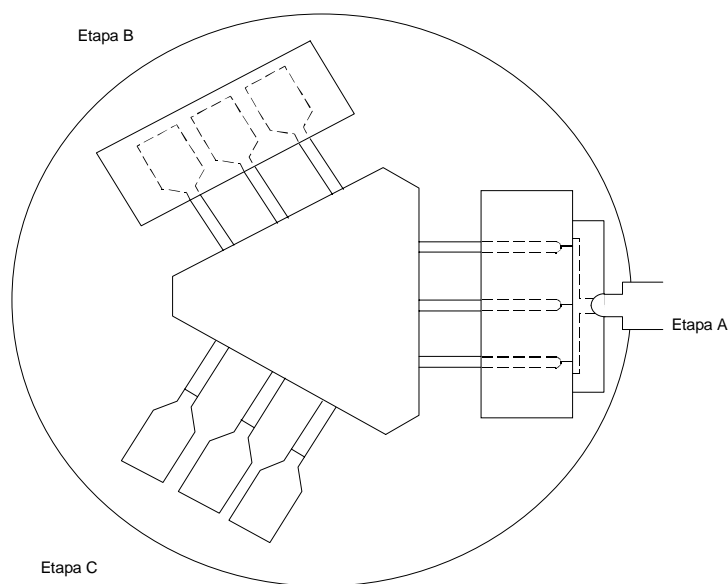


Figura 10: Dibujo conceptual de la máquina moldeadora por inyección y soplado con Parison caliente (Tipo rotativo del núcleo en dirección horizontal y forma acostada)

b) Tipo rotativo horizontal con núcleo vertical (Tipo Parison caliente)

Es el método desarrollado con la aparición del “pet-bottle” estirado, por lo que la mayoría posee una estructura para el estiramiento. Hay 2 tipos; uno de 3 etapas y el otro de 4 etapas. La diferencia entre estos 2 tipos consiste en que en el tipo de 3 etapas el molde de inyección tiene un mecanismo para controlar sutilmente la temperatura para realizar el moldeo por estiramiento.

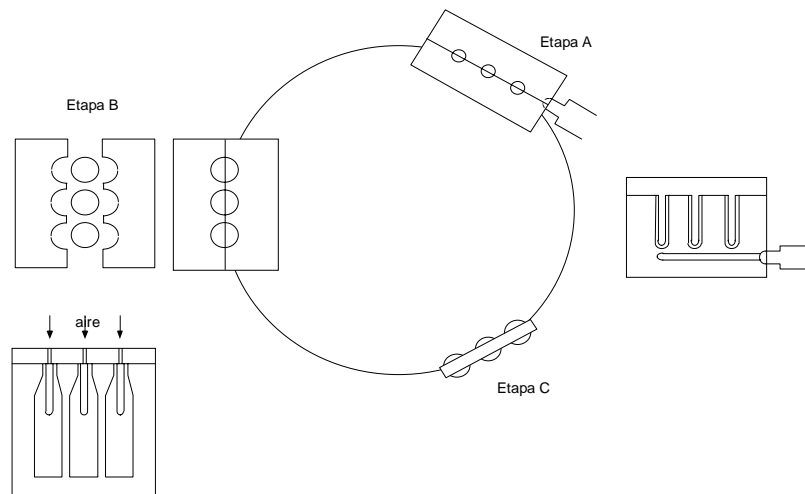


Figura 11: Dibujo conceptual de la máquina moldeadora por inyección y soplado con Parison caliente (Tipo rotativo del núcleo en dirección horizontal y forma acostada)

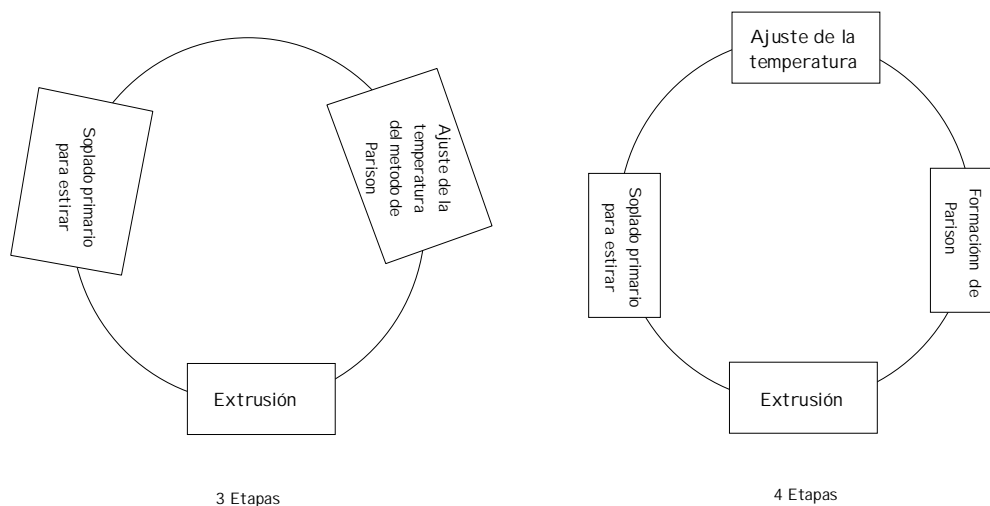


Figura 12 : Sistema de soplado e estirado con Parison caliente

En el de 4 etapas, el molde de inyección no cuenta con el mecanismo arriba mencionado, por lo que tiene establecida por separado la zona de ajuste de temperatura.

Para la inyección y soplado, el tiempo de soplado es menos de 5 segundos, mientras que un disparo para hacer un Parison requiere por lo menos de 20 a 25 segundos. Sin embargo, antes había muchos productos que necesitaban “heat setting” y por lo tanto era normal que se diera un soplado por disparo tardándose el mismo tiempo que el que se requería para ello (aproximadamente 20 segundos). No obstante, últimamente han aumentado los

productos que no necesitan el “heat setting” como los recipientes de agua potable, por lo que en el tipo de 4 etapas se ha incrementado el sistema de 2 a 4 sopladors por disparo de inyección, agregándole una función de *stock* en zona de ajuste de temperatura. Además, esto funciona desde el punto de vista de la superficie de cierre y apertura del molde por lo que esta tendencia continuará por más tiempo.

c) Tipo rotativo únicamente del núcleo (Tipo Parison caliente)

Dicen que se utiliza para recipientes de bebida de leche fermentada de lácteo basilo de marca japonesa, pero no es común. No cuenta con el mecanismo para estiramiento.

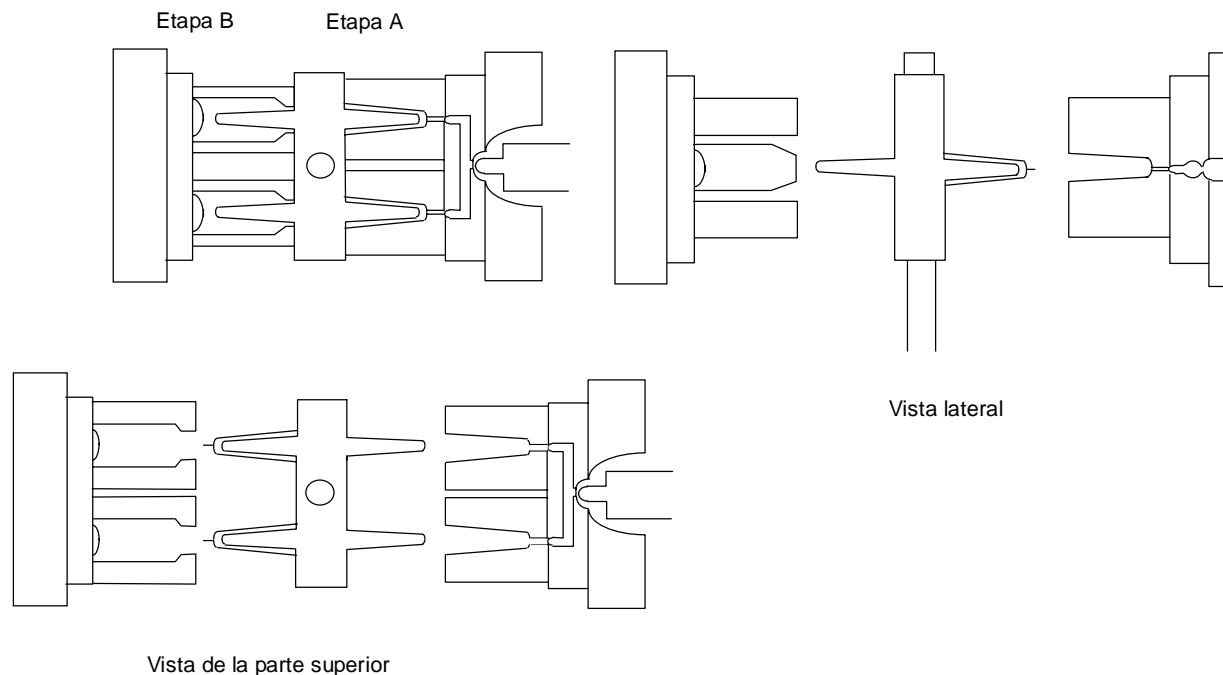


Figura 13 : Dibujo conceptual de la máquina moldeadora por inyección y soplado con Parison caliente (Tipo rotativo sólo el núcleo)

Soplado con Parison frío

Como se mencionó anteriormente, el método normal de moldeo por soplado consiste en formar el Parison y terminar el soplado antes de que este material pierda su plasticidad.

Sin embargo, la formación del Parison y el soplado no siempre llevan un mismo ciclo de tiempo por lo que se vio obligado a ajustar su ciclo a uno de los ciclos más largos. Además, aunque en el estado de Parison el material no es voluminoso, es normal que se vuelva voluminoso al convertirse en productos moldeados por soplado.

Por otro lado, en el soplado y estiramiento se requiere de un control muy sutil de la temperatura, por lo que si no cuenta con la etapa de Parison frío sería difícil su aparición.

De todos modos, en la fabricación masiva, principalmente de “pet-bottle” estirado, generalmente el método Parison frío se practica más que en caliente .

Como se mencionó antes, el moldeo con el método Parison frío es el que lanzó productos de soplado al mercado. Por lo tanto, aunque no se puede afirmar que sea muy popular, sigue utilizándose actualmente en producciones de poca cantidad así como para la producción de prototipos.

Moldeo por soplado y estirado

La resina cristalina llega a obtener una alta resistencia al estirarse bajo ciertas temperaturas.

En el moldeo por soplado se estira en la dirección de circunferencia y su incremento estándar de estirado es de 3 veces normalmente. Por lo tanto, si se aplica el estirado de 2.5 a 3 veces en el sentido vertical, se hace posible un moldeo balanceado por estiramiento.

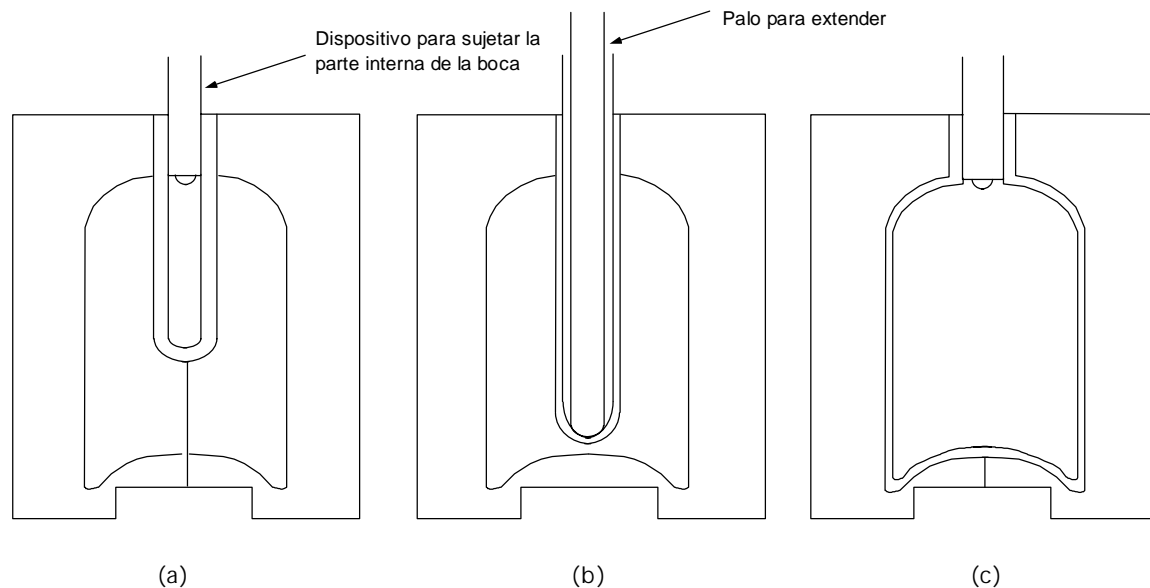


Figura 14: Dibujo conceptual del proceso de moldeo por inyección y soplado con parison con fondo

El factor más importante de esta formación por estiramiento es la temperatura en el proceso de estirado, y la clave es cómo mantener la temperatura y el material en su totalidad en un estado homogéneo.

Por esto, el molde para formación de Parison en el tipo de 3 etapas del método Parison caliente cuenta con un dispositivo especial.

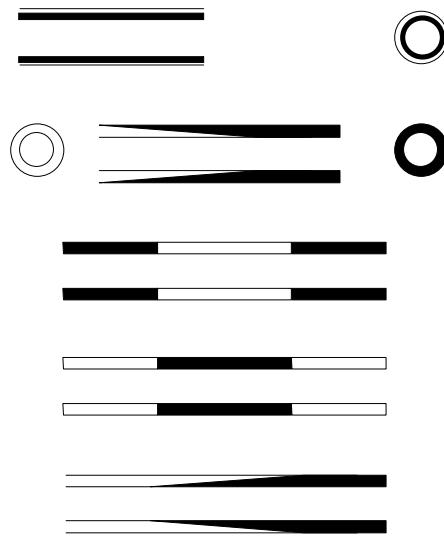
En cuanto al de 4 etapas, el dado para formación de Parison no cuenta con dicho dispositivo

sino que tiene aparte una zona para ajustar la temperatura.

Ambos tipos poseen sus propias características particulares por lo que deben coexistir. Normalmente en el método Parison frío se alimenta este material formado previamente en otro proceso al cargador (*carrier*) del estilo flujo libre o del de flujo de engranaje y luego se le calienta al pasar por la zona de ajuste de temperatura. Después se le realiza el primer estirado y el soplado en el mismo molde y se bota después de haberse terminado el moldeo.

Método de soplado de múltiplecapas

Por lo general, el moldeo por soplado con múltiples capas se refiere a la técnica con la que se forma la pared de 2, 3 ó 5 capas utilizando 2 ó 3 materiales de diferentes propiedades.



Ejemplos de la estructura de 2 capas

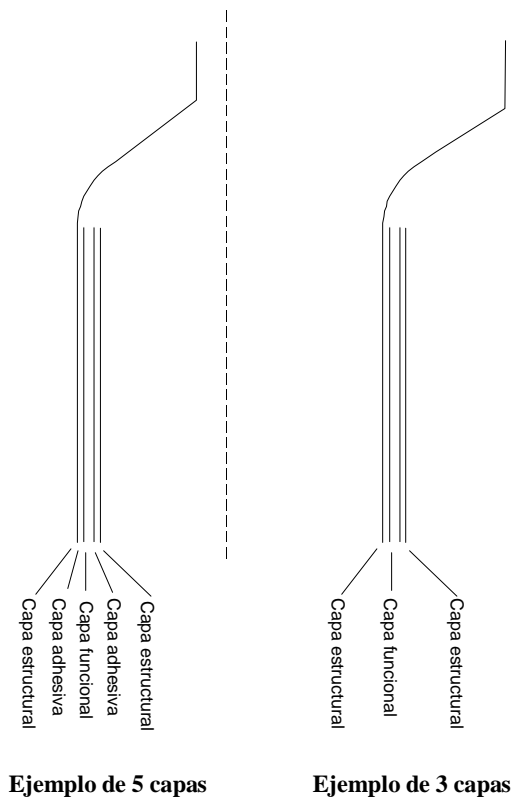


Figura 15 : Dibujo conceptual de la estructura de multicapas

Para la combinación de estos materiales, por ejemplo para el caso de dos capas, se combinan usualmente los materiales de diferentes propiedades pero que tengan una compatibilidad relativamente alta; dicho en forma concreta, se usa mucho la combinación del material de alta rigidez con el blando o elástico.

En este caso existen los siguientes patrones:

- Tener una estructura homogénea de 2 capas desde el principio hasta el final.
- Cambiar gradualmente la proporción.
- Cambiarla repentinamente para elaborar un producto que tenga la apariencia de estar unido.

Cuando se trata de una pared de más de 3 capas, se utiliza frecuentemente para interrumpir la permeabilidad al aire.

Por ejemplo, el material cuyo precio es relativamente bajo y que se moldea fácilmente como la resina de polietileno, tiene generalmente poca impermeabilidad ante el oxígeno, los aromáticos, los materiales volátiles (gasolina, solvente orgánico, etc.) entre otras sustancias.

Es decir, cuando se usa esto como recipiente, tiene la característica de que su contenido se disipe incesantemente atravesando la pared aunque la boca esté cerrada herméticamente o que al contrario el oxígeno de la atmósfera penetre y como consecuencia llegue a deteriorar el contenido.

Por otra parte, el material de alta hermeticidad normalmente es de un precio elevado y/o en muchos casos tiene problemas en moldeabilidad así como en la resistencia.

Por lo tanto, en el caso de existir la necesidad de interrumpir la permeabilidad al aire no sólo en el moldeado por soplado sino en otros moldeados también, normalmente se busca la ventaja económica y de propiedades físicas combinando los 2 diferentes materiales. Además, cuando la adhesividad de estos dos materiales es baja, es frecuente que se requiera una capa de adhesión que los una.

En la figura [16] se muestra un ejemplo del molde para el soplado directo de múltiples capas. En este caso, naturalmente se utilizan diferentes máquinas extrusoras para diferentes materiales. Sin embargo, si las capas son distintas pero el material de dichas capas es el mismo, a veces se utilizan diferentes máquinas extrusoras, pero se usa frecuentemente una sola máquina y se divide la salida con válvula.

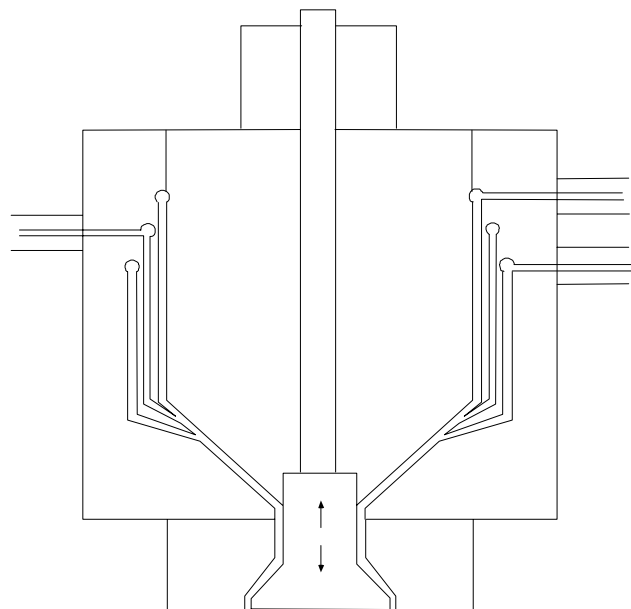
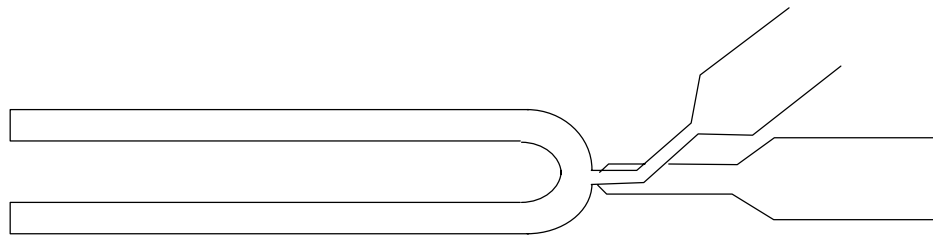


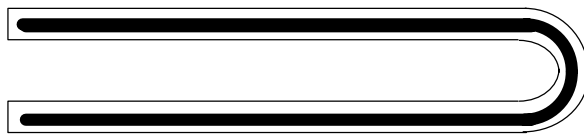
Figura 16 : Dado para el soplado de estratificación y el controlador de Parison

El moldeo por soplado de múltiples capas se practica frecuentemente también en inyección y soplado. Este caso, se efectúa en muchas ocasiones con el fin de evitar la contracción que

puede ser causada al llenar el “*pet bottle*” estirado con el líquido muy caliente. Para evitar la contracción, existe el método llamado “*heat setting*” el que se enfría lentamente al cargar la presión en el molde de elevada temperatura. Pero como se señala en las figuras [17] y [18], es frecuente que mediante el método llamado “*sandwich*” se introduce en el centro una resina de alta resistencia al calor para que pueda resistir al llenado en caliente.



(a) Primera inyección



(b) Parison terminado de 3 capas

Figura 17: Moldeo de 3 capas con 2 tipos de resinas mediante el moldeo de *Sandwich*

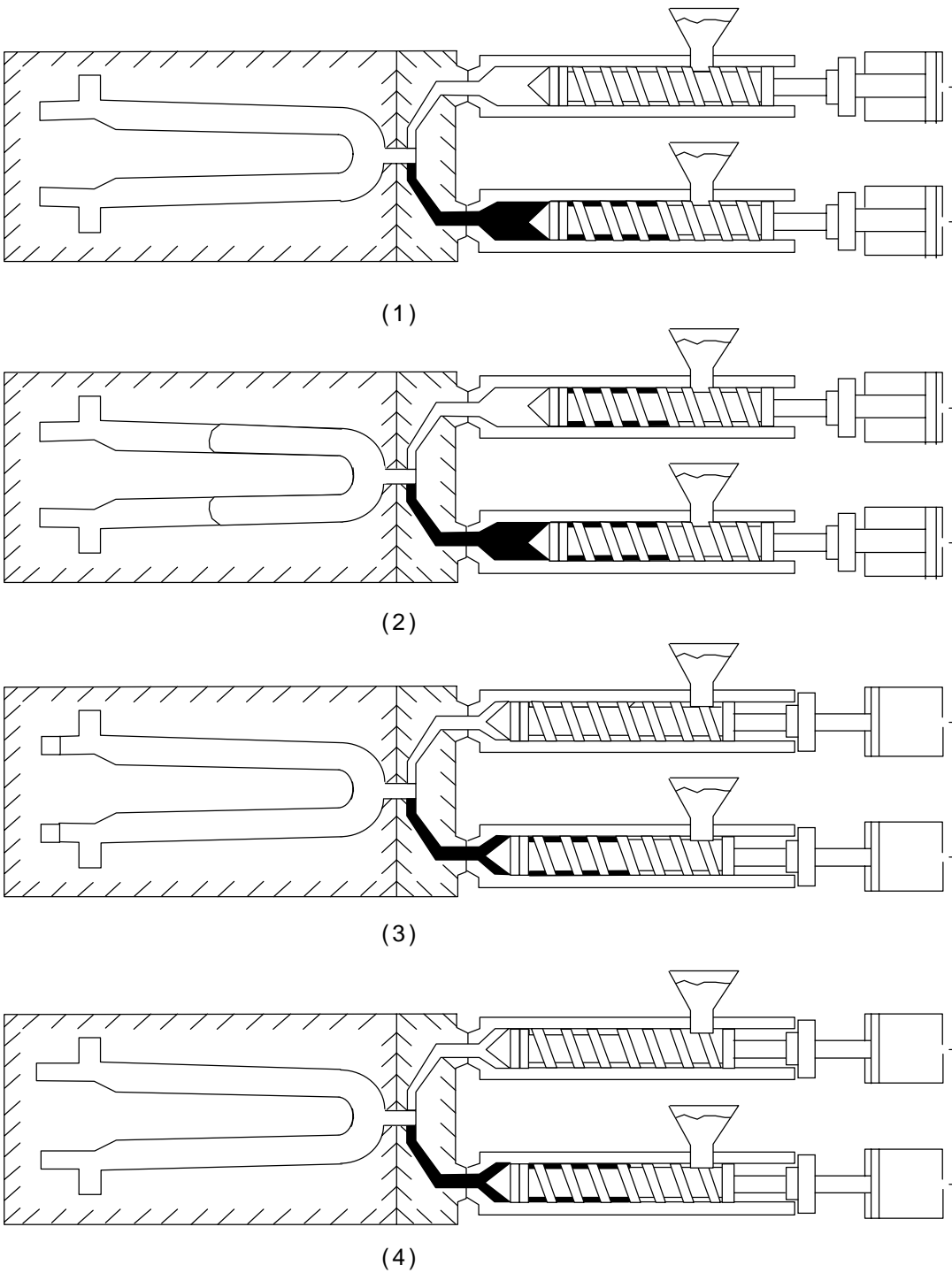


Figura 18 : Ejemplo de moldeador de tipo *Sandwich*

Los materiales de núcleo que se utilizan frecuentemente para “*pet-bottle*” estirado son: resina

de policarbonato, resina de polialireto, resina de polisalfon, etc. (Debe ser transparente, resistente al calor y no-cristalino.)

Técnica de control de Parison

Como se muestra en la figura [17] se trata de la técnica con la que cambia el espesor del Parison expulsado, mediante la modificación de la distancia de *die lips* con el movimiento vertical de la parte del diámetro interior del molde (punta de mandril). Es una técnica muy importante para elaborar productos de tamaño grande.

C.2.3 Moldeo por extrusión

Se utiliza la máquina extrusora para extrudir continuamente la resina del molde. Su característica es que la forma del corte del producto sale igual por donde se corte. (Últimamente han empezado a ingeniárselas para dar variedad al corte modificando la boca del molde con la aplicación de un dispositivo en la punta de la misma, pero es un método poco común.)

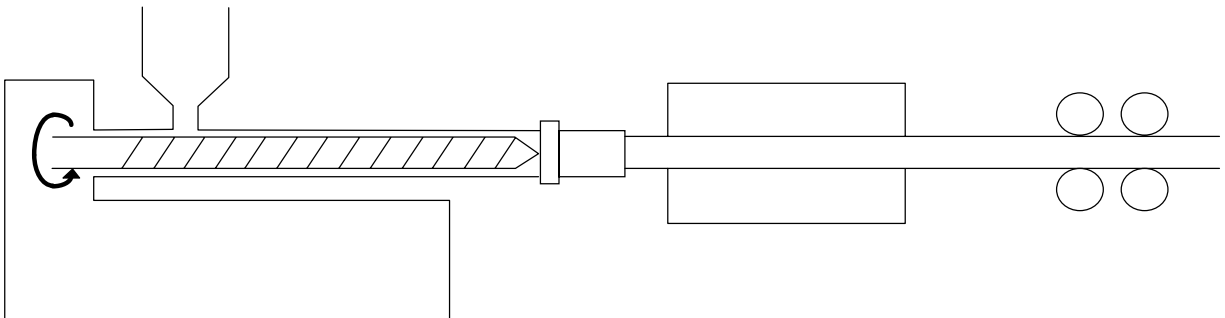
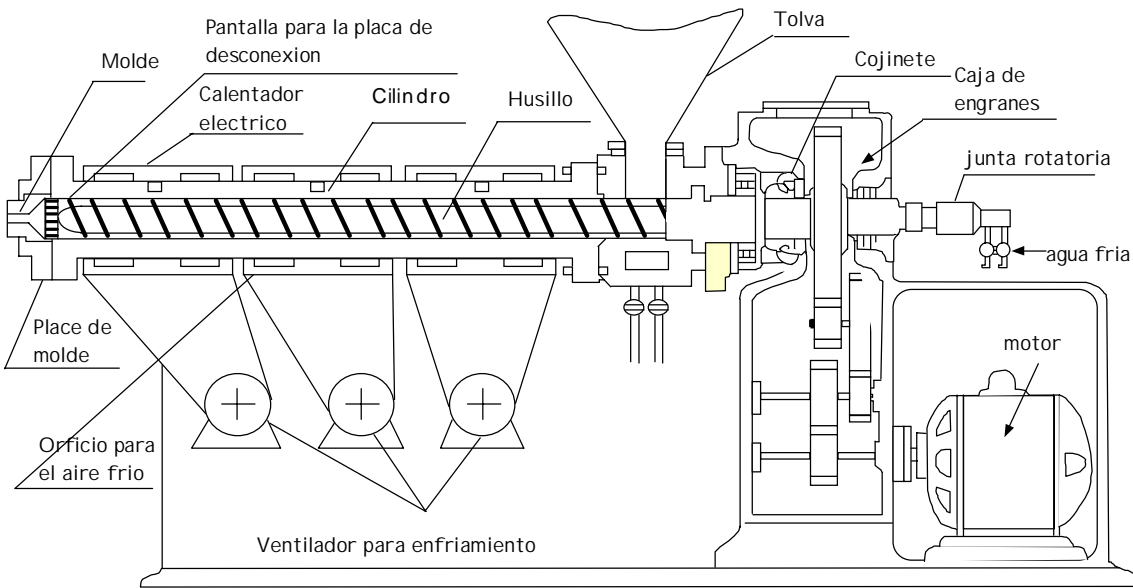


Figura 19 : Dibujo conceptual del moldeo por extrusión



Extrusor de mono-husillo

Figura 20 : Dibujo conceptual del moldeador por extrusión

Con este moldeo se elaboran productos largos cuyo corte es redondo o cuadrado como tubo, hoja, película, recubrimiento de cable eléctrico, etc. así como muchos productos que tienen corte complicado llamado extrusión de perfil.

En la figura [19] se presenta el dibujo conceptual del moldeo por extrusión.

En la figura [20] se muestra el dibujo conceptual de la máquina extrusora.

Anteriormente se mencionó sobre el soplado directo, y como pueden ver el proceso hasta la formación del Parison en soplado directo no es más que el moldeo por extrusión.

Molde o cabeza de molde (Die, Die head)

En el moldeo por extrusión en general, no limitándose sólo al moldeo por soplado, se le llama “molde (*head*)” o “cabeza de molde (*die head*)” a la zona que está más adelante de la máquina extrusora hasta la salida del material. (La cabeza de molde puede llamarse simplemente “cabeza”) Asimismo, a la parte de conexión entre la máquina extrusora y la cabeza de molde se le denomina “adaptador de molde (*die adaptor*)”.

En el piso de producción los términos “molde” y “cabeza de molde” se utilizan casi sin distinguirse, pero para precisar, el “molde” se refiere a la zona que está más adelante del lugar donde se haga el procesamiento básico para convertir en producto la resina introducida a través del adaptador, en palabras más sencillas, es la parte que está más adelante del mandril.

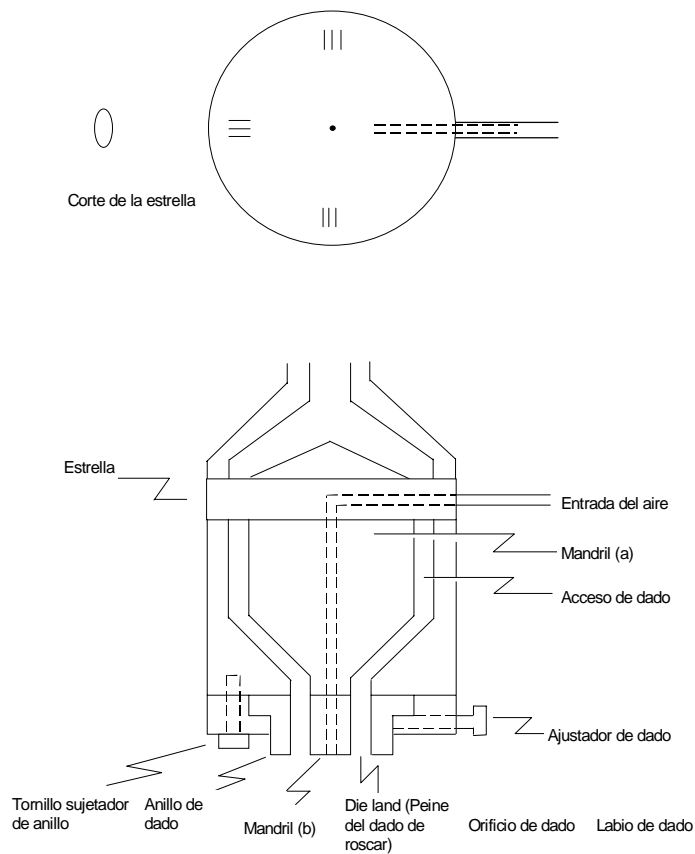
Y a la zona entera después del adaptador, debería llamarse “cabeza de molde”.

Asimismo, es necesario tomar en cuenta que en el piso de producción el molde se refiere en ocasiones sólo a la zona donde este se cambia constantemente según el producto como punta de mandril o anillo de molde (*die ring*).

A continuación se explicará sobre el molde teniendo como referencia el molde para elaborar el tubo, manguera, etc. Este instrumento se clasifica básicamente en 2 tipos; uno de estrella y otro de cruceta.

Molde de tipo estrella

En la figura [21] se muestra el dibujo conceptual del molde de tipo estrella.



re

Figura 21 : Dibujo conceptual del dado de tipo de estrella

La resina introducida desde el centro de la parte superior choca con la punta del mandril (a) que está en la parte central del molde, y al llegar a este punto se extiende en 4 direcciones. Luego a medida que el espacio entre el mandril (a) y la pared exterior del molde se haga más reducido en forma de cono inverso, la resina se reduce en su diámetro, y posteriormete sale en forma de producto final entre el mandril (b) y el anillo de molde (“*die land orifice die lip*”)

En el moldeo por extrusión, “mandril” es el nombre de la parte donde desempeña la función de regular el diámetro interior (lado interior) de la resina de extrusión. Por lo tanto, frecuentemente “mandril” se refiere a (a) y (b) juntos como se señala en la figura [21]. Por lo general la parte (a) es fija. En cambio, la parte (b) puede cambiar por la combinación con el anillo de molde dependiendo del tamaño del producto, su forma, su espesor de pared de producto, etc.

Por lo anterior, en muchas ocasiones a la parte (a) del mandril se le llama “torpedo” (por su forma) o “núcleo del molde” y a la parte (b), simplemente “mandril” o “diámetro interior”. Y a la parte del anillo de molde se le llama con frecuencia “boquilla” o “diámetro exterior”.

Al soporte que fija el núcleo en el centro del molde se le llama “estrella(“*spider*”)”. No existe norma en su número, pero en la actualidad son no menos de 3 hasta alcanzar 16 ó 32. El corte de la estrella se elabora en forma aerodinámica para reducir la resistencia y retención de la resina y por lo común al lado interior del molde en su totalidad se le aplica un acabado de cromado duro.

Si revisamos el flujo de resina conforme a su orden de flujo, se puede observar que la resina que entra desde el centro de la parte superior se extiende en 4 direcciones chocando con el torpedo y luego pasa por la parte de estrella, y entra en la parte normalmente recta que se encuentra entre el lado interior de la pared exterior del molde y el núcleo. A esta parte se le llama “*die approach*” (interior del molde).

La resina, después de haber pasado por la parte de la estrella, confluye en el “interior del molde”, formando una especie de marca de soldadura. A ésta se le llama marca de estrella, la cual desaparece en el proceso cuando se junta fuertemente el flujo de la resina hacia el mandril (b).

Molde de cruceta

En la figura [22] se muestra el dibujo conceptual del molde de cruceta. El nombre de cada parte es el mismo que en el del molde de estrella. La gran diferencia con éste es que el molde de cruceta no tiene estrella que sirve para sujetar el núcleo con un soporte grueso. Es una estructura muy simple, pero debido al soporte grueso que está en el centro el influjo de resina

este tipo de molde como en el trabajo de recubrimiento entre otros. Además, últimamente ha aumentado el trabajo de moldeo ajustando el diámetro interior para hacer el control del espesor del producto.

Otros moldes

Además de lo anterior, se han desarrollado y puesto en uso práctico varios tipos diferentes conforme a las necesidades de los productos como el que tiene mandril (torpedo) pero que no llega hasta la salida del molde como el molde de barra redonda, así como el que no posee nada de mandril (torpedo) como el molde T, etc.

“Sizing die” y dispositivo de enfriamiento

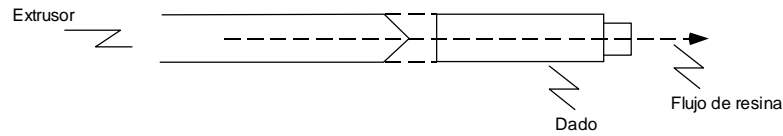
Recientemente es notable el desarrollo del instrumento llamado “*sizing die*”, el cual fija la forma definitiva, principalmente para los productos de forma especial.

El estado del material que acaba de salir de la boca del molde convencional no es suficientemente sólido y en su interior sufre una gran distorsión, por lo que si se deja la resina de extrusión tal como está, fácilmente se dilata, se contrae inmediatamente o poco tiempo después de su salida o presenta otro tipo de deformación debido a su propiedad. Por lo tanto, tomando en consideración lo anterior se diseñó un molde para introducir el material inmediatamente después de la extrusión al molde llamado “*sizing die*”. Este molde tiene la función de corregir la forma y enfriarlo correctamente. Mientras el material pasa por el molde, se le da la forma correcta y concluye el enfriamiento.

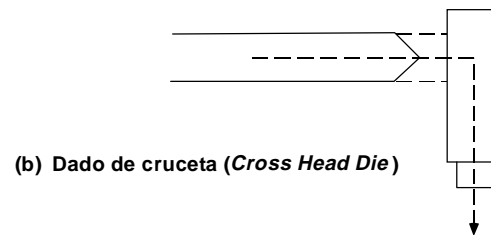
En cuanto al dispositivo de enfriamiento, antes simplemente se trasladaba al depósito de agua o se le rociaba el agua. Pero últimamente se ha desarrollado varias maneras para aumentar la velocidad de enfriamiento, tales como rociado en vacío (en un ambiente de presión reducida), rociado de vuelta e inversión, etc..

Combinación de máquina extrusora con molde

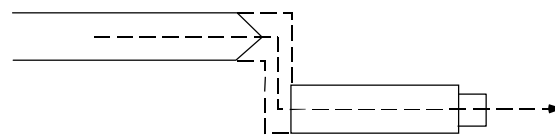
a) Molde de cabezal recto (*Straight Head Die*)



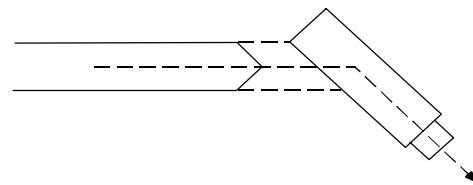
(a) Dado de cabezal recto (*Straight Head Die*)



(b) Dado de cruceta (*Cross Head Die*)



(c) *Offset Die*



(d) Dado de ángulo (*Angle Head Die*)

Figura 23 : Combinación del extrusor y del dado

Como se muestra en la figura [23] (a), al método de colocar la máquina extrusora y el molde en una línea recta se le llama “molde de cabezal recto (*Straight head die*)”, “molde recto (*Estraight die*)” o bien, “cabezal recto(*Straight head*)”.

Para este molde se utiliza mucho el de tipo estrella para fabricar ampliamente los productos que tienen forma de conducto redondo como tubo o manguera entre otros. Asimismo, combinando con el molde T, se aplica en forma amplia para el moldeo de hojas, películas, tablas y productos de forma especial.

b) Molde de cruceta

Como se señala en la figura [23] (b), al molde en el que se dobla perpendicularmente el flujo de resina se le llama “molde de cruceta (*crosshead die*)”, o simplemente “cruceta (*crosshead*)”, o bien “molde en cruz(*cross die*)”. La denominación “molde de cruceta” se utiliza cuando se refiere a la forma del molde también, por lo que siempre se debe cuidar para identificar en que sentido se emplea esta denominación.

Este tipo de combinación de la máquina extrusora con el molde se aplica ampliamente al trabajo de recubrimiento como el de cables eléctricos. Asimismo, se utiliza en la práctica para controlar la posición de salida que sea para arriba o para abajo sin cambiar la ubicación de la extrusora que está colocada al lado.

c) Molde de *offset*

Como se indica en la figura [23] (c), el extrusor y el molde están colocadas hacia el mismo sentido, pero no se encuentran en una misma línea recta, sino están colocadas paralelas. En el moldeo por extrusión normal se utiliza ampliamente en el trabajo de recubrimiento entre otros.

d) Molde en cabeza diagonal

Como se presenta en la figura [23] (d), lo que se llama molde en cabezal diagonal o simplemente cabeza diagonal, tiene colocado el molde con un ángulo obtusángulo con respecto al sentido de extrusión. No hay ningún ángulo determinado y se decide de acuerdo con el trabajo y la situación del lugar de trabajo.

Hace unos momentos se mencionó en forma breve la técnica de cambiar el espesor ajustando el diámetro interior, pero últimamente se han empezado a desarrollar métodos para dar variedad al corte cambiando la forma de la boquilla con el transcurso del tiempo por medio del dispositivo puesto en la punta del molde. Sin embargo, todavía no es muy común.

El moldeo por extrusión es el método más eficiente dentro las técnicas de moldeo, pero la exigencia hacia los productos es cada día más estricta. Aunque ahora es una técnica de menor popularidad, en cualquier momento podría convertirse en una técnica importante e independiente.

C.2.4. Moldeo de multicapas

Al método de moldeo con el que se elabora el producto llamado tabla de multicapas o producto multicapas, se le denomina moldeo de multicapas.

El origen del producto de multicapas es la tabla que se elabora al sobreponer y pegar las

maderas, se conoce por madera contrachapada.

Actualmente, en la industria plástica lo que se llama laminado son únicamente diferentes tipos de tablas laminadas, tubos laminados y barras laminadas utilizados principalmente en la industria eléctrica y electrónica

En un sentido amplio la tabla laminada abarca la lámina decorativa, que es la combinación de la tabla laminada con el papel impregnado de melamina, sin embargo generalmente la lámina decorativa no está incluida en lo de multicapas. Asimismo, entre los productos que tienen uso similar al del tubo de multicapas, hay productos elaborados por extracción del plástico termofijo. Este método permite fabricar no solamente los productos de forma sencilla como tubos o barras sino también los productos de forma especial como perfiles, pero sus propiedades no son tan buenas que no se utiliza casi nada en el campo de la maquinaria industrial como en la eléctrica y electrónica, por lo que no se trata como un tipo de los productos de multicapas.

Como se mencionó antes, al decir la tabla de multicapas o el producto de multicapas, se refiere sólo a los productos de plástico termofijo. Por lo tanto, normalmente a la película laminada de resina termoplástica se le llama película de capas múltiples y no se le añade la palabra “laminado” a su nombre..

Proceso de impregnación

El primer paso del moldeo de la tabla de multicapas es impregnar el material base como papel, tela tejida, tela no-tejida, estera entre otros con resina como fenol, resina epóxica, poliéster insaturado, etc.

Se alimenta continuamente el material base al depósito del líquido de impregnación, y luego se levanta y enrolla exprimiéndolo. Posteriormente se seca y se corta a una medida determinada (normalmente 2m × 2m) para almacenarse provisionalmente.

Unión y ajuste de espesor

El papel o tela impregnada tiene una variación en su espesor, por lo que se efectúa un ajuste del espesor para reducir esta variación previamente al moldeo. Es decir, antes de la unión se realiza una combinación clasificándola según el espesor y se hace la laminación. En este trabajo la hoja que está impregnada de manera más gruesa se utiliza para colocarla en el lado más exterior.

En el caso de estera de tela no-tejida, es común que se utilice con una sola hoja, por lo que existen opiniones que dicen que a este producto no se le puede llamar laminado, pero por el

momento está clasificado como multicapas.

Proceso de prensado

Cada juego de los papeles (tela tejida) impregnados que se encuentran unidos, se les inserta entre las láminas de acero inoxidable y se les somete al prensado térmico de múltiples capas. Para fabricar una tabla laminada cobrizada, se coloca una lámina de cobre en la parte superior de este juego de materiales al colocarlos entre las planchas de acero inoxidable y luego se aplica el calor y presión simultáneamente para pegarlos. En cada nivel del prensado térmico se introducen unos 10 a 20 juegos de papel impregnado laminado que están insertados en las tablas de acero inoxidable. Normalmente un prensado lleva 20 o 30 niveles.

El calentamiento y el enfriamiento se efectúan normalmente con vapor o con agua.

Generalmente todo esto se realiza en forma automática.

En cambio, casi toda la fabricación de tubo y barra se efectúa manualmente debido al poco volumen de producción. Sus principales procesos son; redondear, meterse en el molde, hacer prensado térmico, extraer del molde. Es frecuente que se utiliza el gas o electricidad como fuente energética.

Moldeo continuo de la tabla multicapas

Aunque casi todos los procesos de prensado están automatizados, no se puede cambiar la realidad de que son trabajos intermitentes por lote. Desde una etapa temprana ha habido deseo de convertirlos en los trabajos consecuentes y continuos, por lo tanto se han ingeniado muchos métodos, empezando por el método de oruga. Sin embargo, hasta la fecha el único que ha tenido éxito es el método continuo de rodillo de calendaria que logró producir la resina poliéster insaturada y no contractiva.

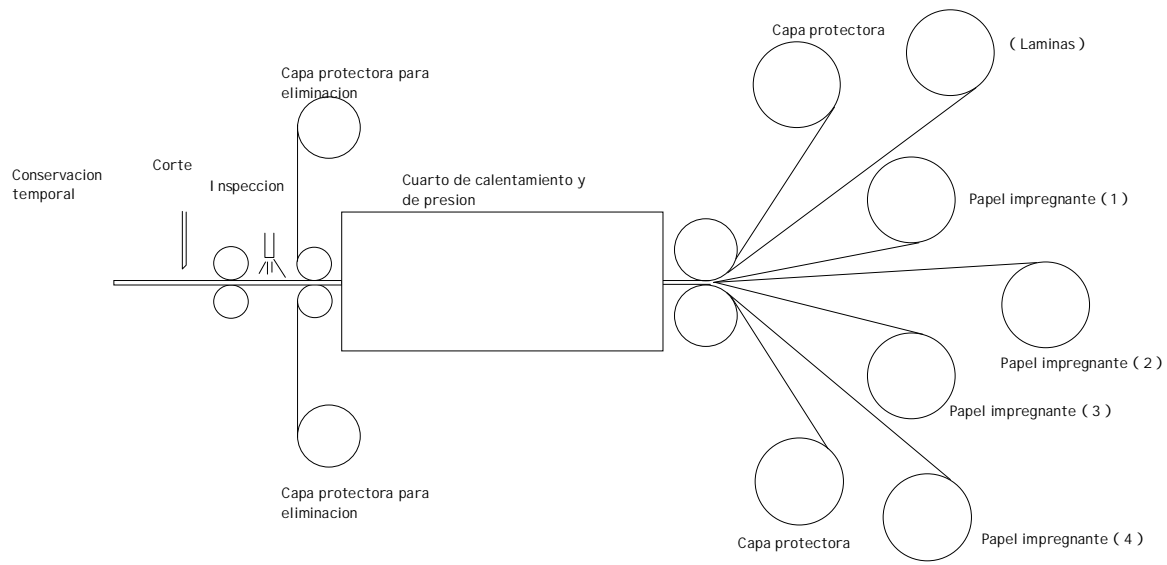


Figura 24 : Sistema del moldeo continuo de láminas de multicapas

En el dibujo se ve como un sistema común que no tiene nada especial. La razón por la que no funcionaba bien este sistema estaba en la propiedad de la resina. Es decir, la resina que se utiliza para producir la tabla laminada debería ser termofija, y su reacción fundamental es polimerización por condensación. Hay algunos que son de polimerización de anillo abierto, pero básicamente se considera que es normal que se presente la contracción del volumen en el momento del endurecimiento. El proceso de prensado fue indispensable para eliminar la contracción del volumen. La razón por la que no funcionó el método de oruga no fue otra cosa más que dicha eliminación de contracción no era suficiente.

Entonces, ¿por qué se hizo posible con el método de rodillo, el cual tiene más dificultad de controlar la contracción en comparación con el método de oruga?

Es porque se logró desarrollar una resina que frena la contracción a 0 por ciento en el momento del endurecimiento. (Dicen que es factible la dilatación por endurecimiento según la combinación.)

Actualmente esto es factible sólo con la resina poliéster insaturada y naturalmente la tabla laminada fabricada con el método continuo es sólo la de poliéster, sobre todo, la tabla laminada de resina poliéster especial.

La tabla laminada se utiliza básicamente como material para el uso industrial y sus principales destinatarios son la industria eléctrica y electrónica, por lo que están detalladamente determinados no sólo la resistencia, la resistencia al calor, el espesor y su variación sino

también varias características eléctricas (aislamiento, resistencia eléctrica, resistencia al arco entre otros), la resistencia a la humedad, la resistencia al fuego, etc.

C.2.5 Moldeo por transferencia

El moldeo de la resina termofija comenzó con el moldeo por compresión mediante el prensado térmico. El moldeo por compresión es el siguiente; se mide el peso de la resina termofija en polvo, se le mete en la parte inferior del molde (generalmente en la parte de la cavidad), se tapa con la parte superior del molde (normalmente la parte del núcleo), se le aplica presión y calor para plastificarla y moldearla. Después de endurecerse la resina se extrae como producto.

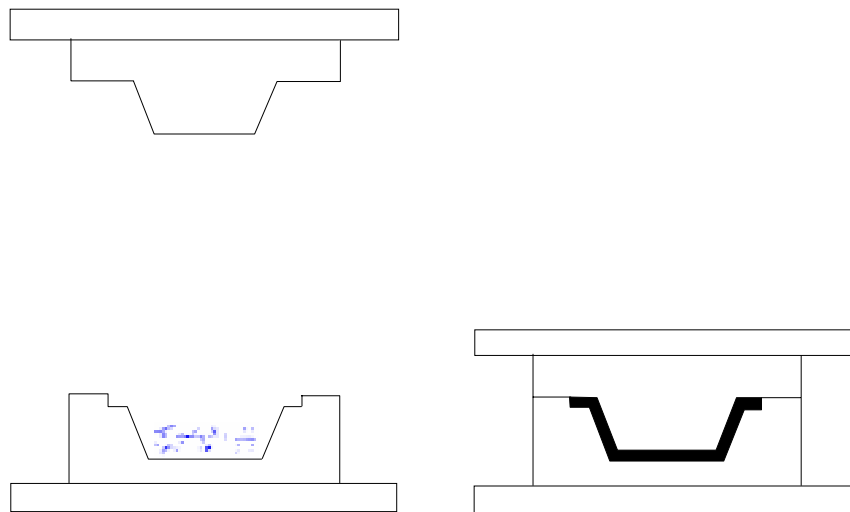


Figura 25

De esta manera, aunque se mide previamente el peso, ya que se tiende a meter mayor volumen de materia prima al molde para moldear, fácilmente puede haber variaciones en el espesor del producto. Además, cuando se desea moldear envolviendo alguna otra parte como el caso de moldeo con inserción, se oprime, se deforma el inserto o se cambia la posición de inserción guardada en el interior del molde debido a la fuerza y presión de la resina que todavía no está fundida por encontrarse antes de la plastificación.

El moldeo por transferencia fue desarrollado con el propósito de mejorar estas desventajas. Su principio consiste en introducir la resina previamente plastificada al molde cerrado. Al principio se llamaba método de “*pot*”; se invierten las tabletas plastificadas a la parte superior del molde por compresión y luego se envía al interior de la cavidad con el émbolo.

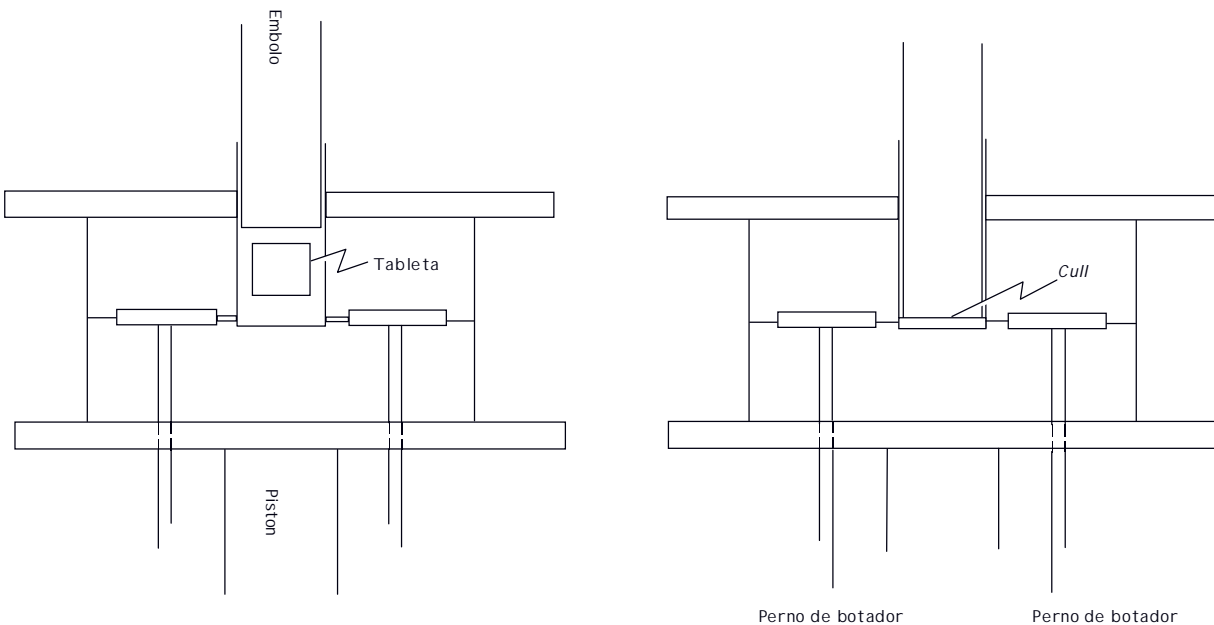


Figura 26: Sistema del moldeo continuo de láminas

De este modo al comienzo se moldeaba utilizando una misma máquina de prensado como parte integral del moldeo por compresión, pero posteriormente se separó la estructura de prensado para abrir y cerrar el molde del mecanismo móvil del émbolo para introducir la resina, independizándose como máquina de moldeo por transferencia.

Como se ha visto, originalmente esta máquina se ha venido desarrollando dentro del trabajo de fabricantes de productos de prensado. Asimismo, en cuanto a la forma de materia prima que se usaba, las tabletas eran comunes debido a la facilidad de pesar y plastificarse. Además, por la propiedad inalterable de la resina termofija, se consideraba que las rebabas aparecían invariablemente en la línea de partición del producto recién moldeado y que era inevitable el trabajo de rebabeo.

Sin embargo, se borró dicha idea con el último adelanto en la tecnología de sellado con la resina en la Industria de IC así como el desarrollo de varias tecnologías de control.

En la actualidad, aunque acudan a alguna exposición concerniente al plástico, no podrán ver la máquina de moldeo por transferencia. Esto significa que la misma máquina de moldeo por transferencia ya salió del mercado de los fabricantes de máquinas de moldeo.

Si ustedes desean ver la máquina de moldeo por transferencia, les recomiendo que vayan a la exposición de la industria electrónica, donde los fabricantes estarán ostentando la excelencia de sus propias máquinas de moldeo de sellado de IC. Hoy en día ya se ha establecido la tecnología de retener el marco así como las partes de inserción en su lugar, por lo que

generalmente ya no se generan rebabas en el lado de los insertos. Por si fuera poco, se ha progresado mucho en el desarrollo del material, por lo tanto se podría decir que ya no se presentan rebabas en la línea de partición.

Todavía no termina todo. Es decir que está en vías de extinción el trabajo de formación de tabletas (Tabletas---plastificación---introducción). Puesto que se ha hecho posible identificar y controlar tanto la presión como la velocidad del influjo de resina, permitidas para cada producto a moldearse, como consecuencia se logró hacer controles sobre la inyección de la resina en la máquina moldeadora. En este sentido se podría confirmar que esta máquina ha llegado a tener la misma estructura que el moldeador por inyección. (Para la resina termoplástica ya la hay.)

C.2.6 Moldeo al vacío

El moldeo al vacío es un método con el que se plastifica por calor una película de resina termoplástica y tomando esta película una por una se coloca sobre el molde sujetando bien su contorno en el molde para mantener la hermeticidad. Se realiza la formación sacando el aire encontrado entre la película y el molde.

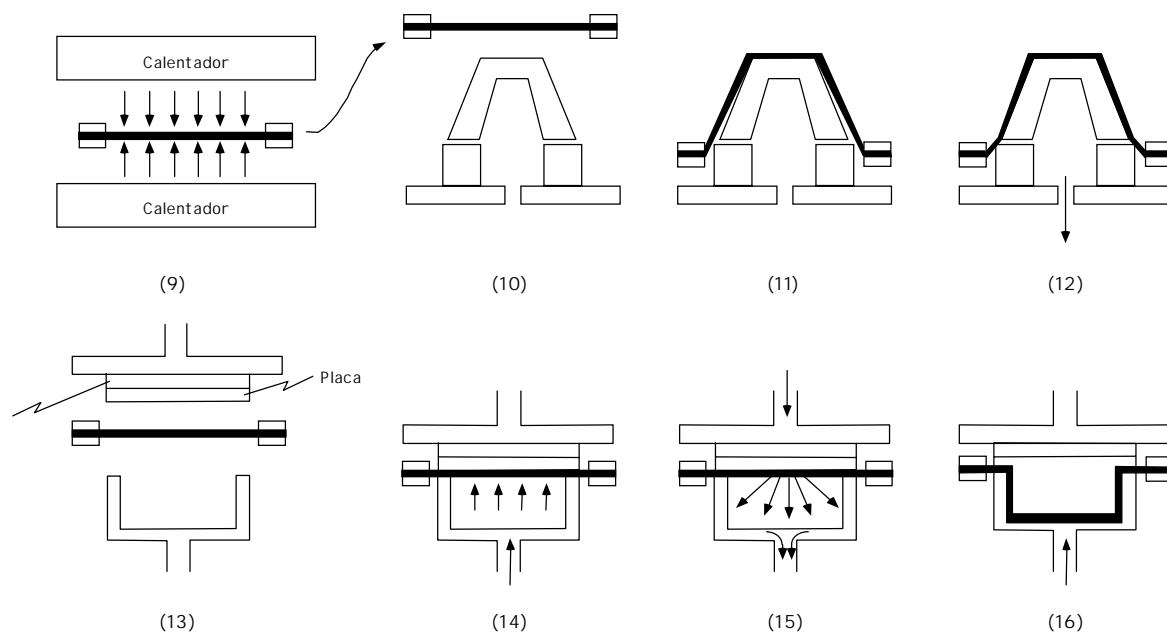


Figura 27: Sistema del moldeo continuo de láminas

En el moldeo al vacío hay 2 métodos: uno es el método derecho que consiste en colocar la hoja termoplastificada entre el molde hembra y el marco de sujeción y realizar el moldeo

extrayendo el aire encontrado en medio. Otro es el método “*drape*” que consiste en levantar la hoja con el molde macho y luego sujetarla en sus alrededores para sacar el aire que hay en medio.

En el método derecho, lógicamente la parte de la resina donde más se extiende y la parte del ángulo se vuelven más delgadas. En cambio, en el método “*drape*”, la parte empujada hacia arriba queda relativamente gruesa y la parte periférica tiende a ser delgada.

Como una de las técnicas del diseño de molde para moldeo al vacío, se hace más densa la concentración de los orificios de aspiración en las partes donde tienden a adelgazarse, pero hasta cierto límite es útil esta técnica.

Como una opción ecléctica de estos 2 métodos, en algunas ocasiones del método directo se extienden mecánicamente las partes que tienden a ser profundas y delgadas antes de la aspiración.

Con respecto a la temperatura, aún en el estado plastificado no llega al estado de fundición siendo relativamente baja la temperatura y generalmente la presión también es reducida quedando a menos de una presión ambiental (1013,25 milibares), por lo que frecuentemente se utiliza un molde hecho de madera. Y cuando se trata del molde metálico, en la mayoría de los casos es de aluminio.

Al momento de moldear, se sujeta la parte periférica del producto, por lo tanto invariablemente se produce una parte innecesaria. Por esto el proceso de quitar esta parte ocupa un lugar importante.

El espesor del producto hecho de este método puede tener hasta unos milímetros, pero hay muchos productos de espesor delgado como envase de huevos, charola desechable que no se pueden elaborar absolutamente con otros métodos de moldeo por su espesor delgado. Especialmente en caso de la charola desechable se ha desarrollado la automatización por la necesidad de producción masiva y es fácil encontrar líneas de producción en las que los procesos se realizan en forma consecutiva desde la alimentación de las hojas de material, pasando por el moldeo, el recorte, hasta la impresión.

Además, me han dicho que se ha presentado y puesto en práctica un sistema en el que retorciendo aún más de lo anterior, se alimenta la resina en pellet con el que se forma la lámina y mientras todavía dicha lámina esté plastificada se la conecta a la línea de moldeo.

Aparte de esto, es notable el progreso del moldeo al vacío en la rama de productos de doble pared. Además del portafolio con doble pared, maleta, tabla divisora de pared, muebles, etc., se aplica en las partes eléctricas y electrónicas de producción de poco volumen, gabinete como prototipo, panel, etc. aprovechando el bajo costo de elaboración del molde. Llegando a este

nivel hay muchos puntos que se traslapan con el campo del moldeo por soplado.

C.2.7 Formación de espumado

Los que poseen en su interior una estructura esponjosa (burbujas continuas de aire) o la celular (burbujas independientes de aire) se denominan productos espumados y al método de moldeo para elaborar dichos productos se le llama el moldeo por espumado.

Métodos de espumar (Agente espumador)

Método físico: Se refiere al método de espumar a través del cambio del estado físico, como son; agua, gas de bióxido de carbono, gas de nitrógeno, propano entre otros.

Método químico: Se refiere al método que genera gas mediante una reacción química, como “azobisisobutyronitrile”.

Al mezclar, impregnar o al pintar el material con estos agentes, se utiliza como materia para formación de la espuma.

Varios métodos de espumado

El método de espumado consiste en meter en el molde el “pelet” impregnado de agente espumador y calentarlo para hacerlo espumar. Primeramente se fabrica un bloque denominado pan, el cual posteriormente será cortado en láminas delgadas para hacer hojas de estireno, caja de pescados, material amortiguador para empaque, etc.

En cuanto a la hoja de etireno, es igual que la impregnación, pero al momento de la polimerización, se forma con el método de inflación (un tipo de moldeo por extrusión) utilizando el material que se hizo en el mismo estado que la impregnación.

Es común que la plataforma y la hoja espumada sean formadas por extrusión al haber inyectado el agente espumador en medio del cilindro para mezclar.

Los productos espumados en molde se usan en muchas ocasiones con el fin de prevenir el rechupe, por lo que generalmente el aumento de expansión es bajo y algunos productos expandidos casi no tienen diferencia en el peso específico con los que no son expandidos.

El agente espumador químico es fácil de manejarse, pero hay que tener cuidado puesto que muchos de ellos tienden a oxidar el molde.

Como resina termfija se utiliza ampliamente en hule y resina de uretano principalmente. Lo fundamental es lo mismo.

En caso de la resina de uretano, existe una manera de uso muy especial llamado espumado en el lugar: se colocan los materiales de expansión uno tras otro como vaina entre los espacios para obtener el efecto de aislamiento térmico o se colocan los productos objeto de empaquetar en el medio de la caja y luego de cerrar esta caja se inyecta en el espacio de ella la resina de uretano espumante para que funcione como material amortiguador.

C.2.8 Moldeo por inyección de la resina termofija

Originalmente el moldeo de la resina termofija empezó con el moldeo por compresión y posteriormente el moldeo por transferencia se hizo más popular. Sin embargo, se requería mucho de la mano de obra y por consecuencia la carga laboral era alta.

Por otra parte, el moldeo por inyección de la resina termoplástica mostró un gran progreso y se hizo común la tendencia de aprovechar más la resina termoplástica excepto en los productos que tenían que usar forzosamente como materia prima la resina termofija. Ante esta tendencia, en el mundo de la resina termofija también comenzó el movimiento para recuperar el terreno perdido a través del moldeo por inyección, el moldeo que necesita pocos hombre-horas y se vio la aparición del moldeador por inyección para la resina termofija.

Estos fueron los antecedentes por lo tanto la estructura en sí del moldeador casi no tiene diferencia con la del moldeador para la termoplástica. Así es que los detalles estructurales se explicarán en el siguiente capítulo del moldeo por inyección y aquí me limito a describir la diferencia con la estructura del moldeador para la resina termofija.

- En la mayoría de los mecanismos de inyección de resina termoplástica se adopta el tipo de husillo en línea (*in-line screw type*).
- En el mecanismo para la resina termoplástica no se implementa un método especial como generación de calor por el corte. (Sólo el método normal de calentamiento)
- No se permite absolutamente la retención ni el incremento local de temperatura.
- Por lo general la reacción de endurecimiento de la resina termofija es la de generación de calor. Por lo tanto, una vez que empieza la plastificación de la resina, la reacción avanza incesantemente en estado natural.
- Debido a lo anterior, en muchas ocasiones hay necesidad de colocar el mecanismo de enfriamiento desde el interior para el husillo.
- En la zona donde se retiene la resina y la zona de la boquilla, es necesario efectuar un control para prevenir el aumento de temperatura, es decir llevar a cabo el enfriamiento para detener la reacción.
- La resina termofija contiene sin excepción el material de relleno. En algunos casos

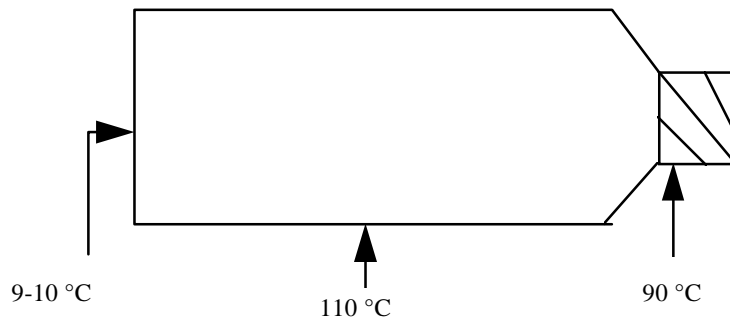
dicho material es propenso a desgastar el husillo y el cilindro, por lo que se necesitan tomar ciertas medidas al respecto.

- Cuando la forma de material es en polvo, se tiende a generar variación, por lo que para utilizarse se debe tener en gránulo o en pelet o en ciertos casos en hojuelas de tamaño relativamente homogéneo.
- La cavidad del molde debe calentarse para terminar la reacción de endurecimiento.

C-B CONOCIMIENTO DEL MÉTODO DE PROCESAMIENTO

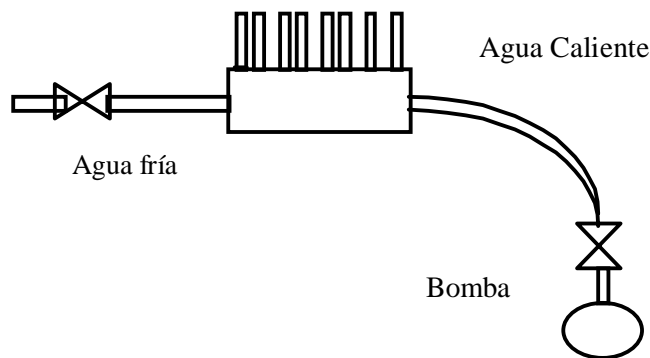
[C-B-2-T-1-CAMBIODEMOLDE-PR]

1).- Extrusion-soplo: condiciones de parison.



2).- Cambio de molde en extrusión-soplado.

Este cambio se tarda mucho tiempo en bajar el molde., Un punto donde se puede reducir el tiempo es en el enfriamiento del molde (15-20 min, reducirlo hasta < 10 min).



[C-B-3-*1-TOLVA-VM]

Nivel de Materia en la Tolva

1. Tratar de mantener un nivel de materia prima en la tolva, 2 “ pulgadas por debajo del borde.
2. Manteniendo este nivel (2 “), se evita que salgan productos defectuosos (cambios de espesor en mangueras y tubos) debido a los cambios de presión del material al revasar la línea promedio de material en la tova.
3. Tener un sensor que indique que el material ya esta por debajo de la linea promedio de material en la tolva.



Investigación de problemas en una planta de moldeo por extrusión



PRINCIPALES MÉTODOS DE MOLDEO

D1 Moldeo por Inyección

D2 Moldeo por Soplado

D3 Moldeo por Extrusión



Máquina típica de moldeo por inyección



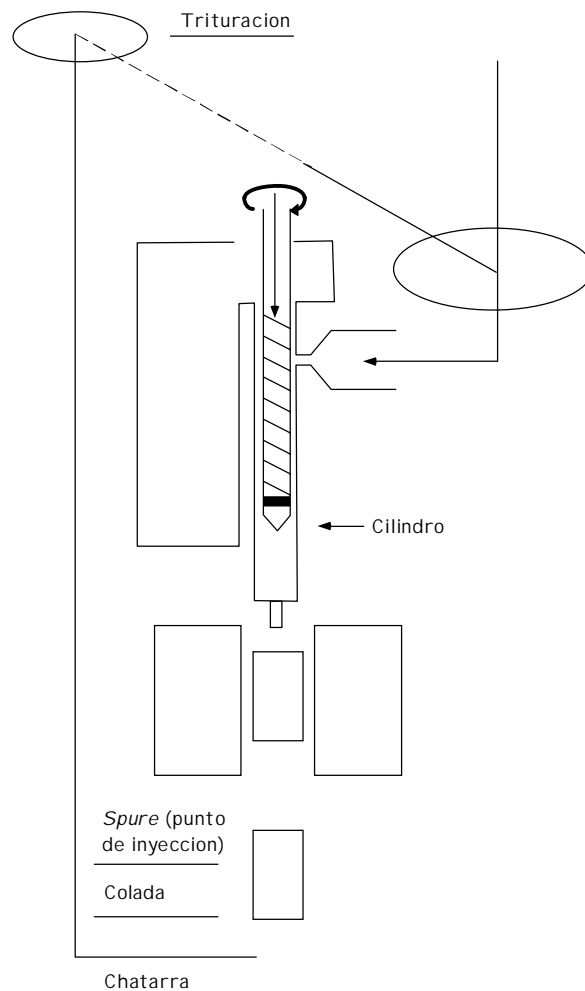
Área de moldeo por inyección

D1. Moldeo por inyección

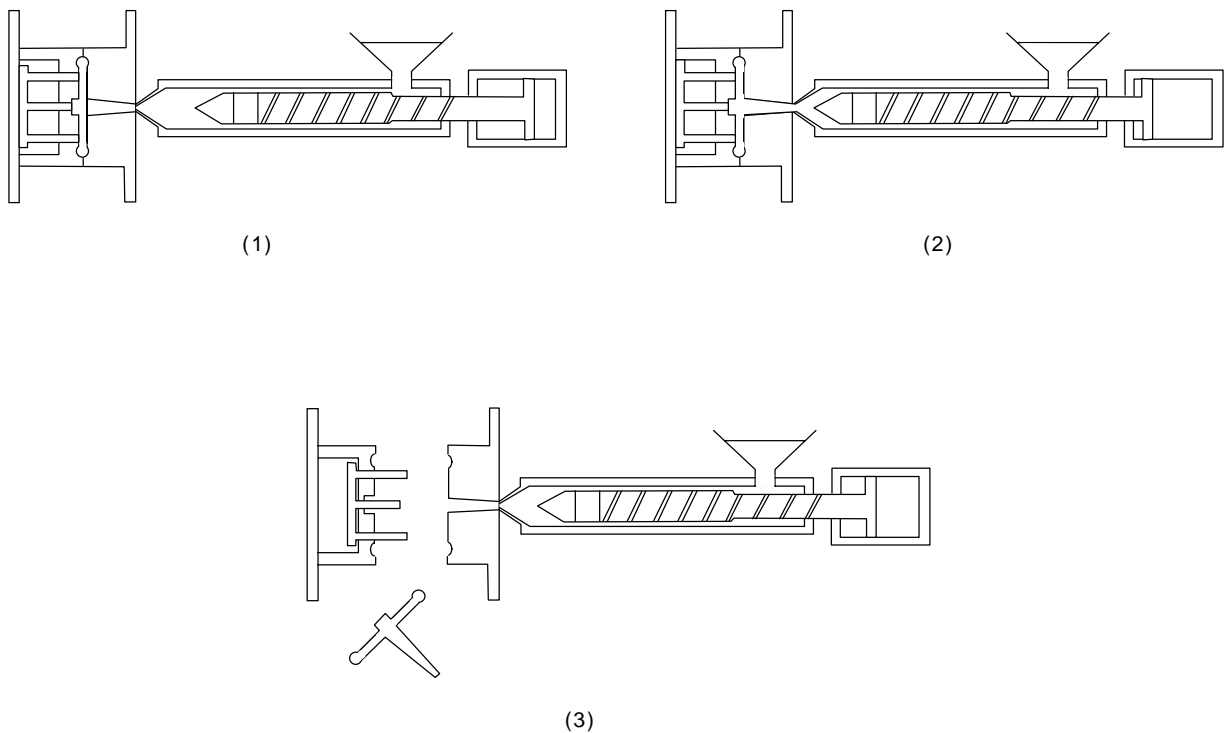
D1.1 Moldeo por inyección

La forma básica del moldeo por inyección consiste en que se calienta y se diluye el material para realizar el moldeo dentro del cilindro (cilindro de calentamiento), se inyecta esta resina plastificada hacia el molde cerrado y posteriormente se procede al enfriamiento, solidificación y se saca como producto terminado.

D1.1.1 Principio del moldeo por inyección



Dibujo 1 : Proceso del Moldeo por Inyección



Dibujo 2

El Dibujo [1] y el [2] muestran el dibujo conceptual del moldeo por inyección. Primero se introduce el material de moldeo desde la tolva. Generalmente el estado del material para moldeo se encuentra en forma de grano denominado como pelet.

El material introducido será enviado hacia adelante dentro del cilindro de calentamiento por un husillo. Mientras tanto se calienta el material desde el exterior y se avanza la disolución y la plastificación.

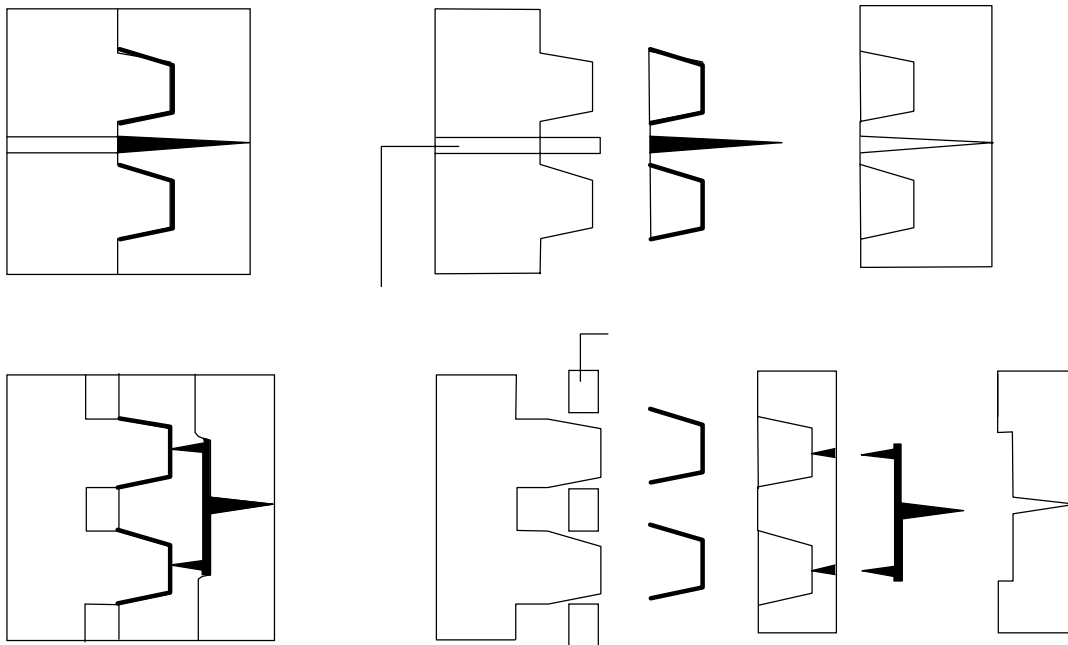
La resina diluida y plastificada es almacenada en la punta del cilindro. Al incrementar la cantidad almacenada de resina, se regresa el husillo hacia atrás.

Al llegar la cantidad almacenada a cierto volumen, se detiene la rotación del husillo y se avanza el husillo para sacar la resina almacenada desde la boquilla y posteriormente inyectar ésta hacia el molde.

La resina que fue inyectada al molde, empieza a perder su temperatura poco a poco debido a que el molde absorbe el calor, y llega a enfriarse y endurecirse.

Posteriormente se abre el molde para sacar la resina solidificada como producto. En este momento, a veces lleva consigo algunos materiales innecesarios como *sprue* y *runner* (colada). Asimismo hay ocasiones en que se generan partes no favorables como rebabas y productos defectuosos que estén fuera de la norma. Por regla general es posible reciclar estos materiales molidos en forma fina y mezclados con el material virgen para el moldeo, aunque se tendrá que analizar la posibilidad de este uso desde el punto de vista de la calidad.

El dibujo [3] es la forma básica del molde para el moldeo por inyección. A la figura superior se le denomina de tipo de dos placas y a la inferior, de tipo de tres placas respectivamente.



Dibujo 3 : Dibujo Conceptual del Moldeo por Inyección

D1.1.2 Denominación de los productos moldeados por inyección

No existe una regla establecida para la denominación de los productos moldeados por inyección. Se utiliza la denominación conveniente según el sector, la persona, la ocasión y el lugar. Por ejemplo, se les llama como artículos diversos, materiales para construcción, los productos relacionados con el alimento, dependiendo del sector que los maneja. También se le denomina como producto grande y chico, según el tamaño. Asimismo hay veces en que se le denomina artículo de producción en serie y artículo de volumen pequeño con diversificación, según la cantidad que se maneje.

En esta ocasión se mencionará la denominación, como parámetro fácil de reconocer la propiedad del producto requerido en el pedido, desde el punto de vista de la persona que realiza el trabajo del moldeo.

El trabajo del moldeo por inyección se ha venido convirtiendo cada vez en una labor más complicada. Los requerimientos hacia el producto de esta naturaleza son cada día más exigentes. Es un error grave creer en que se puede elaborar el mismo producto, si se utiliza el mismo moldeador por inyección con el mismo molde.

Clasificación de los Productos Moldeados

Producto moldeado general
Producto moldeado de baja deformación
Producto moldeado de transcripción rápida
Producto moldeado de precisión
Producto moldeado especial

Por otra parte, el requerimiento del costo es bastante severo. Además, varían los puntos de precaución en el moldeo según el producto a elaborar.

Es importante seleccionar el moldeador adecuado además de realizar el control de producción y calidad en forma eficiente, enfocando a los puntos claves.

Productos moldeados generales

Productos generales, incluyendo los productos que se utilizan para el exterior.

Dispersión 1 %

Moldeador general

Producto moldeado de poca deformación

Requiere poca deformación incluyendo la deformación óptica y la mayoría de los productos son de carácter grueso y transparente como lentes.

Variación de la dimensión y el peso > 1 %

Moldeador que permite lograr poca deformación como el moldeo de baja presión

Producto moldeado de alta transcripción

Es recomendable clasificar el producto de textura especial (*texturing*), productos artesanales y el disco compacto en el producto de moldeo especial.

Variación de la dimensión y el peso > 1 %

Moldeador que cuenta con el mecanismo de plastificación que permite lograr una baja viscosidad en forma instantánea. A veces se requiere de el mecanismo para controlar la temperatura del molde.

Producto moldeado de precisión

Componentes de mecanismo

Variación de la dimensión y el peso < 0.1 %

Moldeador que posee diversas funciones de control además de poder inyectar a una presión relativamente alta.

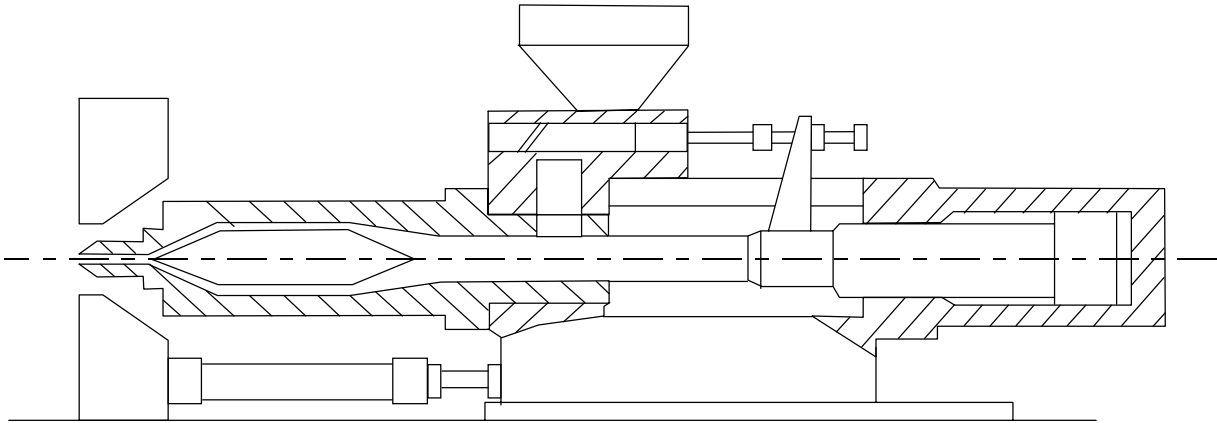
Es decir, es un moldeador de precisión.

Producto moldeado especial

Disco compacto, producto de inyección asistida por gas, producto moldeado del método de sandwich, producto moldeado doble, producto moldeado de espumado y otros productos que requieren del equipo especial

D1.1.3 Denominación de la maquinaria

El dibujo [4] presenta una maquinaria obsoleta que nos hace recordar el moldeador desarrollado al principio y se denomina como tipo embolo (*plunger*) o bien, tipo pistón (*ram*).



Dibujo 4 : Dibujo Conceptual del Inyector (1)

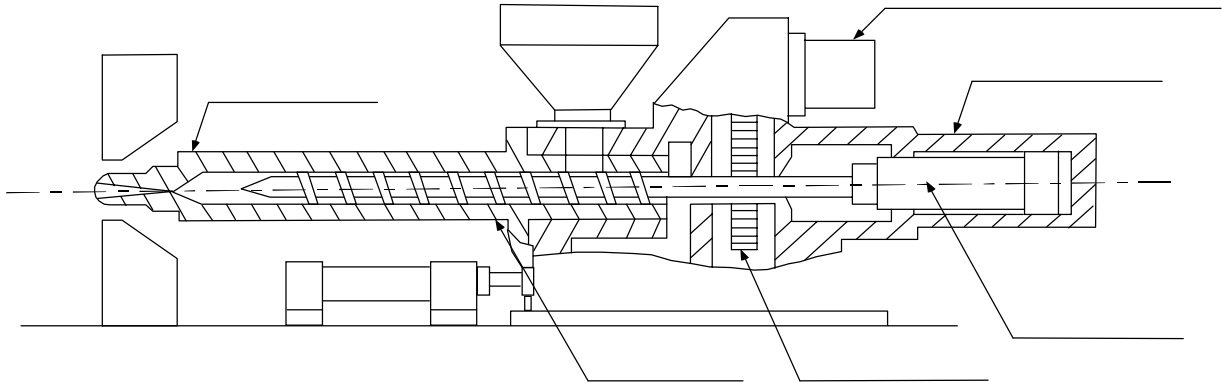
El material introducido desde la tolva entra al cuarto de medición para ser cuantificado en volumen. Posteriormente será enviado al cuarto de calentamiento por émbolo para insumo de material coordinado con el émbolo para la inyección. El material calentado y plastificado en este proceso será empujado por el émbolo para la inyección, se mezcla en el torpedo y será enviado al molde a través de la boquilla.

Básicamente la inyección de este tipo de maquinaria se hace por la transmisión hidráulica, pero en caso de las maquinarias pequeñas existen algunas que son de transmisión neumática.

El cilindro ubicado en la parte inferior del equipo de inyección funciona para tocar y alejar a la boquilla.

Por regla general se utiliza la energía eléctrica para la alimentación térmica del cuarto de calentamiento.

El dibujo [5] muestra el dibujo conceptual del moldeador por inyección tipo husillo en línea (*screw in-line*) que es el modelo principal en la actualidad.



Dibujos 5 : Dibujo Conceptual del Inyector (2)

El material para el moldeo puesto en la tolva, cae directamente al husillo y avanza hacia delante a través de la rotación del mismo. En el traslado, se calienta y plastifica el material en el cilindro. Ultimamente no sólo se utiliza el calor transmitido del exterior sino que también se aprovecha en forma activa la fricción de corte generada entre el husillo y el material. Hay ocasiones en que se encuentra colocado el equipo denominado como “válvula para evitar el contraflujo” en la punta del husillo.

La resina mezclada y plastificada por el husillo será almacenada en la punta del cilindro, por lo tanto el husillo regresa hacia atrás por la resina acumulada.

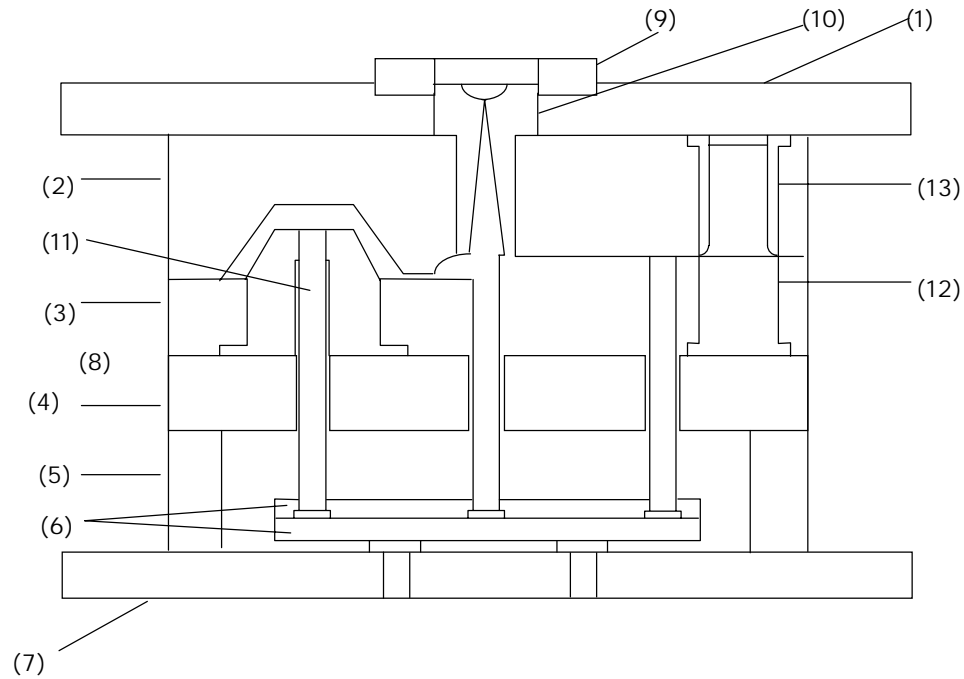
Al llegar a la cantidad establecida en el almacenamiento, se contacta la boquilla con el molde para la inyección. Cuando se termina una serie de movimiento de inyección, se quita el contacto con la boquilla. En general, la plastificación se inicia inmediatamente después de terminar la inyección.

Normalmente el método de calentamiento se hace a través de la energía eléctrica, y el mecanismo de inyección se hace por el mecanismo hidráulico y la transmisión eléctrica. Ultimamente se está incrementando en forma acelerada el uso del tipo eléctrico.

Aparte de este mecanismo, existe la máquina de inyección tipo *pri-émbolo (pri-plunger)*, la cual presenta una tendencia al incremento en el uso, principalmente en el área del moldeador de precisión. Esta consiste en almacenar la resina calentada y plastificada por medio del extrusionador en la cámara correspondiente y posteriormente se ejecuta la inyección a través del émbolo. Cuenta con la ventaja de obtener una plastificación estable e inyección cuantitativa, pero es inevitable que su mecanismo sea más complicado ante dicha ventaja.

D1.1.4 Denominación de la estructura del molde

- | | | |
|-----------------------------|------------------------------|-------------------|
| 1. Placa fija para montar | 6. Placa eyector | 11. Perno eyector |
| 2. Placa retenedora fija | 7. Placa movable para montar | 12. Perno de guía |
| 3. Placa retenedora movable | 8. Núcleo | 13. Guide bush |
| 4. Placa de soporte | 9. Anillo localizador | |
| 5. Bloque espaciador | 10. Sprue bush | |



Dibujo 6

El dibujo [6] muestra la denominación de cada una de las partes del molde.

Para la elaboración del molde para inyección, normalmente se maquina el acero. Sin embargo, tanto el material como el método de procesamiento para ésta varían, por lo que es importante precisar primero el objetivo del uso. Asimismo no cabe duda de la importancia del diseño básico antes de la elaboración del molde.

DISEÑO (FABRICACIÓN) DEL MOLDE

	Qué (calidad)	Cuánto (volumen)	Para cuándo (tiempo)
<u>Maquinado</u>			
	• Método de cavado Corte normal, corte con máquina perfiladora		
	• Método de <i>block build</i> (método de rectificación)		
	• Método electroerosionado		
	• Método de fundición precisa Método de fundición, método electroformado		
<u>Material para el maquinado</u>			
	Acero	-----	acero normal, acero pre-endurecido, acero templado, acero especial
	Otros	-----	acero inoxidable, cobre de berilio,
	Otros	-----	aleación de cobre

Maquinado

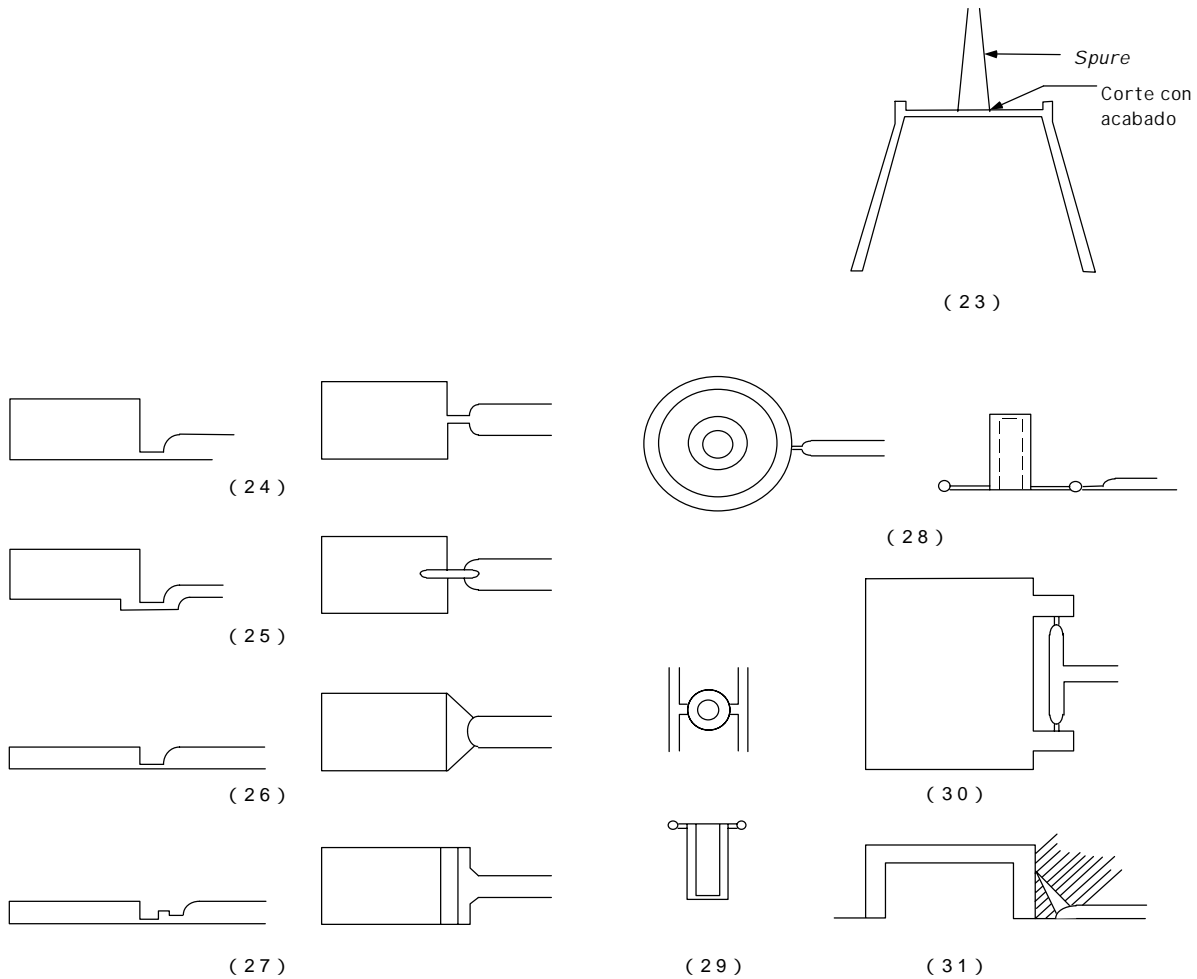
- Método de cavado
Corte normal, corte perfilador
- Método de *block build* (método de rectificación)
- Método electroerosionado
- Método de fundición precisa
Método de fundición, método electroformado

Acero

Acero normal, acero pre-endurecido, acero templado, acero especial, acero inoxidable, acero berilio, aleación de cobre

D1.1.5 Entradas

El moldeo por inyección consiste en inyectar la resina a la cavidad encerrada del molde. Por lo que es indispensable la entrada de inyección, la cual varía según el producto a elaborar.



Dibujo 7

Entrada no restringida

Se conoce como la entrada directa o la de *sprue*, por la cual se inyecta y llena la resina fundida a la cavidad directamente. Se aplica a los productos relativamente grandes.

Existen desventajas como son; se requiere del maquinado posterior debido a que la entrada es grande, se genera esfuerzo residual en el momento de la inyección alrededor de la entrada, por lo que se tiende a generar fácilmente la grieta por la entrada.

Entrada restringida

Normalmente en el momento de que la resina entre a la cavidad, la entrada se tiende a cerrar para controlar la cantidad y la velocidad de flujo de resina. Es decir, por regla general todas las entradas excepto la directa son restringidas.

Como se indica en el dibujo, existen diversas formas de entrada y son diseñadas según el objetivo del uso. Por lo tanto al diseñar el producto, se debe considerar tanto la ubicación como la forma de la entrada.

Entrada múltiple

En caso de llenar con la resina a una superficie amplia, hay ocasiones que no se puede llenar con una sola entrada. En este caso se utiliza la entrada múltiple. Al utilizar la entrada múltiple, se genera sin falta la línea de soldadura en el punto de unión de la resina. Esta puede afectar no sólo a la resistencia del producto, sino que también puede ser crítica para el producto, dependiendo de la localización de ésta. Por lo tanto es necesario determinar la ubicación y el tamaño de entradas, tomando en cuenta estos aspectos. En caso de que sea difícil de prever al respecto, se puede aplicar el análisis de flujo, como una medida.

Hay ocasiones en que se utiliza la entrada múltiple alrededor de la perforación, debido a que existe un orificio de eje ubicado en el centro que no permite inyectar desde este punto. En este caso es necesario saber que se utiliza la misma reducción con diferente eje si es que el número de entradas es número non, mientras que se utiliza el mismo eje con diferente reducción en caso del número par.

D1.1.6 Tipos del mecanismo de cierre

Convencionalmente se utilizaban los tipos de cierre como son;

- Abrazadera (*clamp*)
- Husillo (*screw*)
- Pistón (*cam*)

Sin embargo, últimamente la mayoría se concentra en los siguientes dos tipos que son;

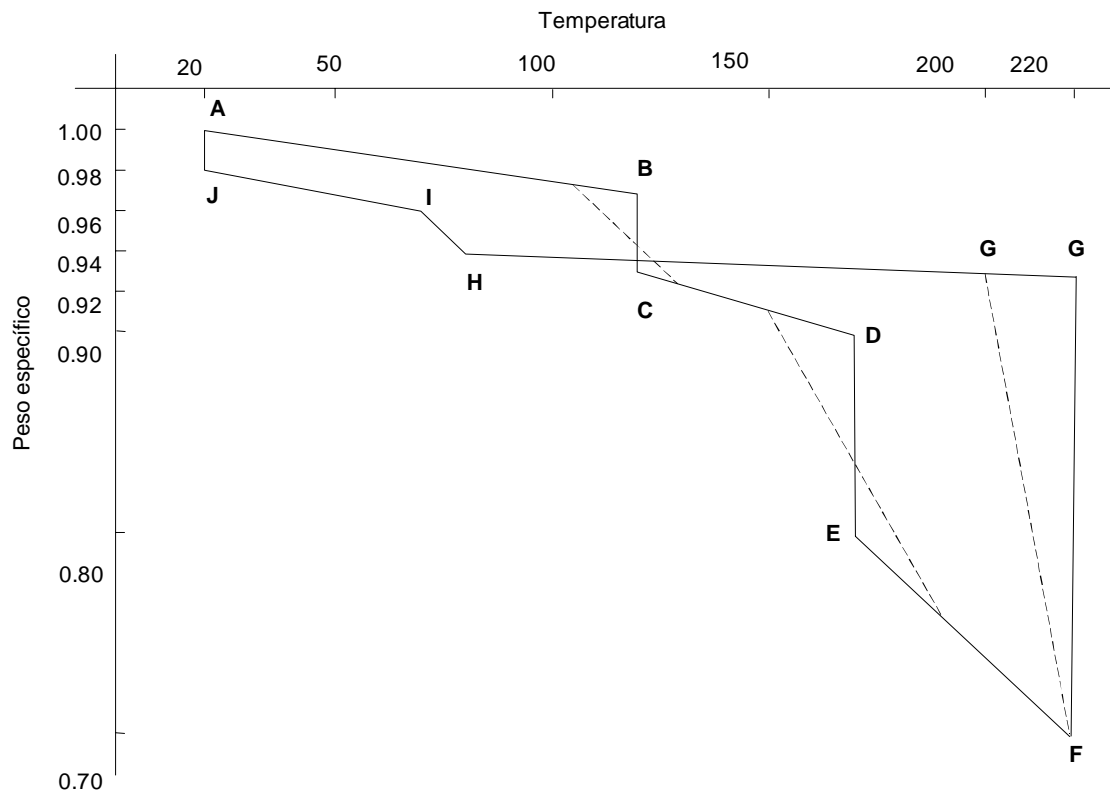
- Tipo hidráulico
- Tipo *Toggle*

Al principio se utilizaba más el tipo *Toggle*, pero hubo alguna época en la que se usaba sólo el tipo hidráulico debido al problema de la operatividad.

En los últimos años se han eliminado los problemas anteriores gracias al mejoramiento en la precisión del maquinado, por lo que el tipo *Toggle*, excluyendo algunas maquinarias grandes ha venido tomando la corriente principal debido a la importancia del ahorro de energía, la rapidez de la respuesta al control y la velocidad.

D1.1.7 Proceso del moldeo por inyección

A continuación se mencionará el proceso del moldeo por inyección a través de la temperatura y el cambio volumétrico de la resina. Se toma como ejemplo la resina comúnmente utilizada con la propiedad de cristalinidad que es HDPE (polietileno de alta densidad), pero se podrá conceptualizar la evolución general del material moldeado por inyección. (Las cifras son resumidas en forma conceptual.)



Dibujo 8 : Conceptual sobre la Transición Volumétrica de la Resina Durante el Proceso del Moldeo por Inyección

- Punto A: Punto de partida. La temperatura de este punto será de 20 °C y el peso específico es de 1.
- Punto B: Punto en el que se inicia la no-cristalinización. Se considera que la temperatura de este punto es de 120°C y el peso específico es de 0.97. Es decir, la expansión volumétrica es de 3 % para la diferencia de temperatura de 100°C y.
- Punto C: Punto en el que se culmina la no-cristalinización. Se considera que la temperatura es de 120°C y el peso específico es de 0.93 en este momento. Es decir, la expansión volumétrica por causa de la no-cristalinización es de 4 %. (En realidad el cambio del punto B al C se hará como B' al C'.)
- Punto D: Punto en el que inicia a fluidificar y convertirse en líquido. Se considera que en este punto la temperatura es de 170°C y el peso específico es de 0.90. Es decir la expansión volumétrica ante la diferencia de la temperatura de 50 °C entre el punto C y el D es de 3 %.

- Punto E: Punto en el que culmina la fluidificación y licuación. Se considera que la temperatura es de 170°C y el peso específico es de 0.80 en este momento. (Se estima que el cambio del punto D al E en la realidad en la etapa de plastificación tiene un rango de D' a E'.) La expansión volumétrica por causa de esta plastificación es de 10 %.
- Punto F: Punto de inyección. Se considera que la temperatura es de 220°C y el peso específico es de 0.70 en este punto. Es decir, la diferencia de la temperatura presentada desde la fluidificación al punto de inyección es de 50 °C y la expansión volumétrica sea de 10 %.
- Punto G: Punto en el que culmina la inyección y el llenado al molde. El peso específico varía de acuerdo con la presión de la inyección, pero se puede considerar en este caso 0.93 aproximadamente, manteniendo la misma temperatura de 220°C. (En realidad la superficie se queda como G', al tener el contacto con el molde frío, pero también se puede estimar que en el interior se queda como el G, o bien se incrementó la temperatura al recibir el efecto cortante de la boquilla o la entrada. Durante el proceso de F a G o F a G' se genera la primera deformación grande en el interior.
- Punto H: Punto inmediatamente antes de la eyección. Se considera que la temperatura es de 80 °C y el peso específico es de 0.94 en este momento. Es decir, se estima que el comportamiento interno del molde al transcurrir el punto F, G a H es como sigue; la contracción volumétrica por presión es de 23% aproximadamente y la contracción por la disminución de la temperatura es de 1% aproximadamente. La disminución de la temperatura en este periodo es de 140 °C. Se genera una fuerza para amortiguar la deformación interna generada entre el proceso de pasar del G-H al F-G (el ejemplo más notable de ésta es la orientación de la resina), al mismo tiempo se genera otra fuerza para mantener esta deformación (enfriamiento y solidificación). Pero la deformación interna se queda finalmente en el estado semi-fijo, siendo limitada la amortiguación. Esto es el esclarecimiento de la deformación grande en el interno, la cual se genera en la primera instancia. Además se inicia la re-cristalización entre G y H en el caso de la resina con propiedad de cristalinidad, generando la deformación secundaria interna así como la anisotropía de la contracción.
- Punto I: Punto inmediatamente después de la eyección. La temperatura es de 70°C y el peso específico es de 0.96 en este momento. Al tener contacto con el aire exterior, disminuye la temperatura, liberandose de la sujeción de la presión. Mientras que avanza la cristalización en forma acelerada, se libera en forma relativa de la deformación acumulada entre F-G, y marcada en forma notable entre G-H.

Punto J: Punto posterior a unos 10 minutos después de la eyección. Se ha regresado a la temperatura original de 20 °C, pero aún no se ha recuperado el peso específico, indicando la cifra de 0.98. Este se recuperará al del punto de partida posterior a unas 24 horas después de este momento. Sin embargo, aún continuará una notable contracción durante casi una semana y paulatinamente se regresará al nivel del punto A de inicio.

Esto es la trayectoria del cambio volumétrico de la resina en el momento del moldeo por inyección, la cual fue basada en la experiencia y la percepción.

La anisotropía y la no-uniformidad de la contracción del moldeo, las cuales son los puntos críticos en la elaboración del molde y en el proceso de moldeo, aparecen en el proceso de la aparición y la recurrencia de las dos partes de la línea recta indicada en la gráfica (pueden ser de tres partes, según la interpretación de la gráfica).

Es decir, el cristal eliminado entre B-C y la deformación interna generada entre F-G varían mucho dependiendo del factor dinámico, térmico y periódico de los puntos G, H, I, J y A. Por lo tanto, la orientación de la resina dentro del molde, el estado de la capa de la misma y el estado detrás de esta capa varían mucho dependiendo de la forma y el tamaño del molde y las condiciones de la inyección.

Obviamente el estado de la re-cristalización de la resina con propiedad de cristalinidad depende en forma definitiva de la capa de orientación y la capa detrás de ésta.

Al determinar la dimensión del molde para el moldeo de precisión, en particular para la resina con propiedad de cristalinidad, no se podrá definir a través del simple cálculo, sino que por esta razón, nos obliga a ejecutar el método de recopilar numerosos datos sobre la contracción de la dimensión, utilizando moldes similares para razonar en forma analógica.

D1.1.8 Cambio del color en el moldeo por inyección

Dentro de los numerosos métodos del moldeo existentes, el moldeo por inyección es el método más fácil para realizar la preparación, incluyendo el cambio del color y el material. En particular, el moldeador tipo husillo (*screw in-line*) es el modelo que facilita más el cambio de color y el material. Por lo tanto, es recomendable usar el moldeador tipo husillo (*screw in-line*) en los lugares de trabajo en donde presentan frecuentemente el cambio de colores y/o material.

La razón de esta sugerencia consiste en que por regla general el moldeador tipo husillo (*screw in-line*) no

cuenta con la parte de almacenamiento para la resina, la cual va avanzando por la vía de flujo, arrastrándose.

Aunque se mezcle el color en caso del cambio del mismo, siendo el mismo material se puede reciclar, por lo que se eyecta el material anterior empujando por el siguiente material a usar. Al aplicar la presión de retroceso en este momento, se incrementa la fricción de la resina con la parte interna del cilindro y el husillo, permitiendo culminar más rápido el cambio de color. En caso del modelo que tiene una fuga de la resina desde la boquilla al aplicar la presión de retroceso (la mayoría corresponde a este modelo), se deberá colocar en la boquilla un dispositivo para detener la resina (un dispositivo especial para este fin se vende en el mercado). Si se dificulta la adquisición del dispositivo, o se genera un contratiempo para conseguirlo, frecuentemente se coloca la madera para sustituirlo.

Cuando el precio del material es elevado o se requiere de un volumen considerable, en muchas ocasiones se utiliza un material económico (generalmente la resina de polietileno) para sustituir por el momento y posteriormente se cambia al material oficialmente determinado.

En los últimos años están en venta diversos tipos de activador para sustitución conocido como “limpiador” , el cual muestra ampliamente su efectividad. Sin embargo, el limpiador posee diferentes mecanismos de lavado, por lo que es necesario utilizarlo conociendo bien la propiedad del mismo. Si se equivoca en la forma de uso de éste, existe la posibilidad de consumir una cantidad innecesaria, incrementando el costo. A continuación se menciona el concepto básico del limpiador.

- Se eslabona y se espuma la resina, eliminando la que se usó en el proceso anterior y se quedó pegada en el husillo o la pared del cilindro.
- Se hace frotar la resina pegada en la pared, principalmente mediante su convertimiento en espumada así como por la capacidad de separación como la de espuma de uretano. Para hacer espumado, no sólo existe el agente espumador sino que también hay microcápsula de agua. Hablando en una forma un poco tosca el verter una cantidad pequeña de agua llega a incrementar más la capacidad de purgamiento que la de una tolva.

- De acuerdo con el objetivo, se utiliza la resina cuyo peso molecular es bajo y que esté cerca de la prionomía o plastificador como si fuera solvente, para disolver la resina pegada en la pared interior con el fin de separarla de la pared y rasparla.
- De igual manera se elimina separando y raspando la resina pegada de la pared, utilizando el agente activador de superficie o el aceite de silicon, cuya permeabilidad es alta.
- Se utiliza junto con el ácido o el álcali en polvo que tiene la función de agente despegador.

Se puede considerar que el limpiador que está en venta en el mercado está mezclado de sustancias con las propiedades antes mencionadas.

Sin embargo, el efecto del limpiador varía a una escala grande, dependiendo de la combinación y el método de uso de las resinas a aplicar. Por lo tanto, se deberá definir el limpiador a usar, tomando en cuenta la resina y el moldeador a utilizar.

El criterio de la selección de limpiador a aplicar es diferente según el moldeador; hay diferencia para seleccionarlo si es para un moldeador por inyección como el tipo husillo (*screw in-line*) que permite eliminar en la totalidad de la vía de resina en forma mecánica y para un moldeador tipo *die head* y el acumulador que cuentan con la parte de almacenamiento.

Como se ha mencionado anteriormente, en caso del primero se puede seleccionar el limpiador y realizar el lavado, cerrando la boquilla y aplicando la presión de retroceso para eliminar, mientras que en caso del segundo se debe pensar el método de eliminación de la resina pegada en la pared, diluyendo o espumando.

Por lo tanto, desde el punto de vista del trabajo, después de expulsar la resina del proceso anterior y terminar la sustitución con el limpiador, se debe expulsar inmediatamente la resina lavada. Es decir, el método eficiente de trabajo consiste en parar la máquina un momento con el propósito de esperar que se separe la resina para sustituirla con mayor facilidad.

En caso del material como éste requiere de ciertas precauciones para manejar la resina (el plástico) de fibra de vidrio reforzado (GFRP). Porque si se realiza el trabajo en un procedimiento normal, sólo se sale la resina, quedándose la fibra de vidrio adentro y esto va a costar trabajo para eliminarla. En este momento, se debe sustituir la resina de fibra de vidrio reforzado por otra más apropiada que no sea reforzada para continuar el trabajo.

D1-A MOLDEO POR INYECCIÓN

[D1-A-5-*-1-FOR]

- P : Recomiendan máquina inyectora completamente eléctrica ?

R : No para capacidades superiores a 200 tons. de cierre, son mas costosas y confiabilidad no muy diferente a hidráulicas

[D1-A-6-*-1-PUERTA DE SEGURIDAD-FOR]

- Puerta de seguridad [‘válvulas de 4 vias] consultar con el proveedor de las máquinas, antes de la adquisición de compra [las válvulas de 4 vias son utiles para quitar under-cut de moldes]

[D1-A-7-Q-1-CARRO DEL TANQUE DE GAS-IPA]

Para destapar puntos de inyección en los moldes de colada caliente no utilizar un cilindro de gas de 50 Kg., cambiar a un tanque de 10 Kg., colocado dentro de un carrito de servicio, en el cual se puede poner la herramienta necesaria para reparaciones menores de moldes

[D1-A-8-*-1-PRA]

Problema: Purgante empleado para cambio de color es adecuado

Solución: Analizar el tipo de purgante utilizado acualmente, ya que si contiene CaCO_3 daña a el equipo (barril, husillo, etc)

[REALIZAR BUSQUEDA EN CIQA]

SLIDE
PDQ
[PURGE DARN QUICKLY]
SLIDE PRODUCTS, INC.
WHEELING, IL 60090
CONCENTRATED
PURGING COMPOUND

[D1-A-8-Q-2-ASACLEAN-PR]

- Para hacer un cambio de pigmentación y materiales.

1).- Es necesario hacer girar el husillo a una presión alta, para que pueda quedar limpio el barril de pigmentos y materiales.

2).- Se utiliza el material para limpieza como Asaclean. No hay tanto espacio entre el husillo y el barril por lo tanto no se puede barrer bien. (distancia mayor 0.1 a 0.15 mm)

3).- El material de limpieza es caro pero no se debe comprar algo económico ya que contiene CaCO_3 el cual pueda dañar el husillo.

4).- En caso de que estén rayados (dañados) el husillo y/o barril para hacer la limpieza se debe retirar el husillo.

[D1-A-8-Q-3-MATERIALES PARA CAMBIO DE MATERIA PRIMA-IPA]

Se emplea como purgante para cambio de color Na_2SiO_2 el cual contiene arena por lo que si se utiliza mucho pueda dañar al husillo por eso es mejor utilizar lo menos posible. Si es posible resulta más económico a la larga el usar Asaclean o Zclean.

[D1-A-9-*-1-RANURA DE EMPAQUE DE ACEITE-PRA]

Contra medidas para las fugas de aceite:

1).- Debe maquinarse con precisión la ranura de empaque de aceite y la superficie de la brida (de acuerdo con las dimensiones descritas en la etiqueta de empaque).

2).- Cuando se presenta la fuga de aceite deben repararla inmediatamente, uno por uno con precisión, es la única forma de tener control.

3).- La temperatura del aceite debe ser siempre más de 40 °C. Si se baja menos de 40 °C, la viscosidad del aceite aumenta, y si empeora la absorción de la bomba, tampoco debe subir más de 60 °C ya que empeoraría la viscosidad.

[D1-A-10-*-1]

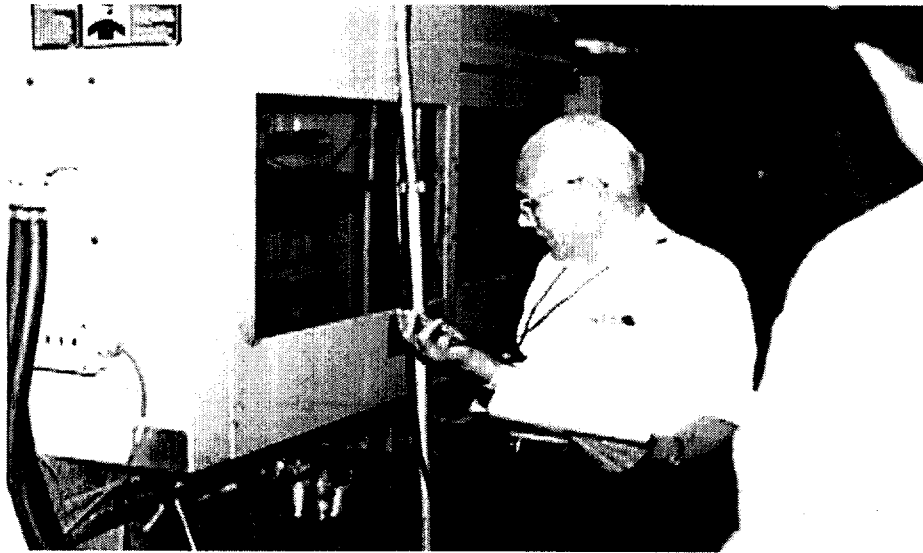
Estudios Posibles e Imposibles para Nuevos Productos de Moldeo.

- 1.- Capacidad de Inyección.
- 2.- Sujeción para el área proyectada del producto.
- 3.- Que la apertura del molde sea establecida de acuerdo al tamaño de la pieza.
- 4.- Puede o no fluir hasta el final de la cavidad.
- 5.- Hay o no Undercut del producto.
Puede o no tomar una buena estructura por ellos.
- 6.- Hay o no concentración de stress por las partes,.
- 7.- Hay poca o mucha variación en los instrumentos de control de la máquina, pirómetros, bombas, etc.
- 8.- Incluir instrumentos es bueno o no, equipo de enfriamiento, controladores de la temperatura de moldeo, instrumentos de medición, etc.

[D1-A-11-T-TAPON-BATERIA-IG]**Cubre Poste +. PP Rojo.**

Se montó molde de 16 cavidades en máquina de 150 t. (#7). Se fijaron condiciones de operación de acuerdo a corrida anterior. Siguiendo propuesta de Ing. Suzuki se tomaron disparos cada hora, durante 9 horas, una vez estable la máquina. La prueba se corrió durante los días 2/25 y 2/26. Las condiciones de operación de máquina durante ambos días son:

Fecha	2-25	2-26
Máquina	150 t	150 t
Pieza	CP +	CP +
Resina	PP 100%V	PP 100%V
TC	28 s.	31 s.
TE	12 s.	20 s.
Temp. Fijo	38.2	42.3
Temp. Movil	34.2	36.7
Temp. Aceite	59.4	57
Operadores/máquina	1	1
P. inyección	112.7 Kg/cm²	130.2 Kg/cm²
Tiempo de Inyección	5.5 s	3.5 s
Tiempo de sostenimiento	3.0 s	3.0 s
Temp. la. Zona	235	235
Los resultados de la prueba se adjuntan en Anexo-1.		



Medición del tiempo de ciclo en máquina de inyección por expertos asesores

D1-B MANEJO DE LA MAQUINA DE MOLDEO POR INYECCIÓN

[D1-B-2-Y-1-CONDICIONES DE MOLDEO (HIP's)-CHASIS-PRA]

Enfriamiento

Lo importante del enfriamiento del moldeo es mantener la temperatura constante para lo cual es necesario usar el ajustador de temperatura del molde. Sin embargo las maquinas de esta empresa no lo tienen, por eso hay que ajustar la temperatura mediante el flujo de agua de enfriamiento. Para esto se ara el ajuste mediante la válvula del lado de la salida. En caso de utilizar dos entradas se hace el ajuste midiendo el flujo total de estas dos entradas. El tiempo aproximado de enfriamiento se calcula utilizando la siguiente formula:

$$t = \frac{S^2}{\pi^2 \alpha} \ln \left[\frac{8}{\pi^2} \cdot \frac{T_R - T_M}{T_T - T_M} \right]$$

t = tiempo de enfriamiento (seg.)

α = coeficiente correspondiente a cada resina

T_T = temperatura del producto al salir del molde

S = espesor promedio del producto moldeado (cm)

T_R = temperatura de la resina

T_M = temperatura de la superficie del molde

[D1-B-2-Y-2-CONDICIONES DE MOLDEO (HIP's)-CUBIERTA-PRA]

Elevar temperatura de molde (50° C)

[D1-B-2-T-3-CONDICIONES DE MOLDEO (PP)-TAPON-IG]

Modificaciones del Molde del Tapón de Batería.

1).- Hacer undercute en el lado móvil o corazón no funciona, la razón es que la temperatura del corazón es alta y de la cavidad baja. Las medidas más adecuadas es hacer más largo tiempo de ciclo hasta subir la temperatura de la cavidad para obtener mayor efectividad de enfriamiento del núcleo o corazón.

2).- De otra forma seria enfriar con aire el perno botador del centro. En este caso el aire se baja su temperatura debido a una expansión adiabática.

Abajo se muestra la ecuación:

T = temperatura absoluta

P = presión

k = 1.4

$$\frac{T_1}{P_1 \frac{k-1}{k}} = \frac{T_2}{P_2 \frac{k-1}{k}}$$

[D1-B-2-Z-7 - CONDICIONES DE MOLDEO (GPPs) - ORIFICIO EVAPORADOR- PRA]

Se registraron Condiciones de Moldeo para la inyectora No. 3 [450 Tons.], Farrel productora del artículo: Evaporador (Carrier) durante un periodo de cuatro horas (aprox.)

TEMPERATURAS [°C]

Hr	CT seg.	COT seg.	P	FIX	M	CL	NZ	OIL	CO	IT seg	IS mm/sec g.	IP psi
1	23	20	80	47	41	215	220	45	43	7.45	32.75	1400
2	23	20	80	42	40	230	230	41	41	7.45	31.92	1350
3	25	20	78	40	43	196	213	41	55	7.45	27.47	1200
4	26	20	85	45	42	215	220	49	40	7.45	19.23	850

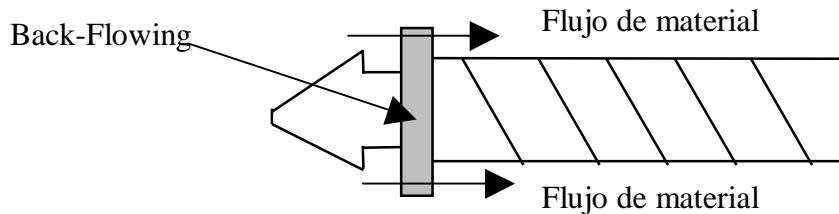
RPM HUSILLO: 94

CT : Tiempo del ciclo
 COT : Tiempo de enfriamiento
 P : Producto
 FIX : Parte fija del molde
 M : Parte movable del molde
 CL : Cilindro
 NZ : Boquilla
 OIL : Aceite
 CO : Enfriador (aceite)
 IT : Tiempo de inyección
 IS : Velocidad de inyección
 IP : Presión de inyección

Durante el intervalo de 4 horas se produjeron 12 piezas defectuosas: incompleta, rebaba, rechupe, mordida parte central

La inyectora presenta variación en sus condiciones, por lo que es difícil mantenerla en condiciones estables, dado que en la maquinaria antigua generalmente se tienen cambios en los parámetros del sistema, por lo que se presentaron piezas con características no homogéneas entre ellas

Posible causa de variación en condiciones: Cuando se realiza la inyección, el husillo hace rotación invertida. Este fenómeno significa que la resina que se encuentra en la punta del tornillo, se está regresando por el canal del husillo, por lo que se requiere verificar la punta del husillo y la placa que toca el anillo de back-flow



Otras máquinas también presentan problemas similares, por lo tanto, si no se reparan estas, es imposible bajar el porcentaje de rechazos

[D1-B-2-P-4-CONDICIONES DE MOLDEO (SAN)-PARTE REFRIGERADOR-PRA]

La empresa desea trabajar con producto de moldeo de SAN para las partes del refrigerador. Al observar el producto moldeado, falta la presión de cavidad. Para moldearlo primero hay que pigmentar la resina y después secarla y la temperatura del molde también tiene que subirse aproximadamente a unos 60°C.

[D1-B-2-V-5-CONDICION DE MOLDEO-BRAKE ARM-PRA]

Brake - Arm (POM copolimero) [en vías de producción]:

⇒ Artículo muy pequeño en relación con capacidad de inyectora puede ocasionar problemas a esta sobre toda en parte fija del molde (enviar artículo para maquinado en otra empresa)

Nota: Pendiente (para CIQA) envío de información referente a características del material y condiciones de manejo (secado, toxicidad, etc.) así como condiciones de procesado para el moldeo por inyección

[D1-B-2-P,M,Z-6-CONDICIONES DE MOLDEO (SAN, GPPs, PMMA)-FOR]

• TEMPERATURA DEL MOLDE:

Mantenerla constante, si el producto requiere de temperatura de molde específica y esta se encuentra menor de los requerimientos, el artículo puede presentar fisuras y esfuerzos residuales [ejem: resinas : SAN, GPPS, PMMA y otras, si se manejan a una temp. molde 20-30 °C]

[D1-B-2-K-8-CONDICIONES DE MOLDEO (ACETATO CELULOSA - PE)]

Medición de la variación de condiciones de la máquina moldeadora.

1).- Se midieron las condiciones de las máquinas 1 y 10.

Productos	No. 1		No. 10	
	Estuche de Lente: 4 cavidades ABS		Inserto nariz para estuche: 8 cavidades Acetato de Celulosa	
Tiempo de Ciclo	24.6 seg.	25 seg.	21.9 seg.	22 a 17 seg.
Temp. del Molde (F)	31 °C	32.3 °C	45 °C	48.8 a 57 °C
Temp. del Molde (M)	32.2 °C	33.1 °C	29 °C	30 a 45 °C
Temp. de Enfriamiento	16 seg	16 seg.	16 seg.	16 seg.
Presión de Inyección	1700 PSI	1700 PSI	1300 PSI	1300 PSI
Presión de Sostenimiento	700 PSI	600 PSI	400 PSI	550 PSI
Temp. de Aceite	34.3 °C	37.5 °C	32 °C	33.8 °C

2).- La parte sombreada arriba en la tabla tiene variación, y esta variación está modificada por el operador.

3).- El tiempo de ciclo fue reducido de 22 segundos a 17 segundos, esto trajo aumento de la productividad del 22%, y para ello se aumento la temperatura del molde de 10 a 15 °C. Si se aumenta más la efectividad de enfriamiento para reducir rebaba y si se convierte en la operación automática será posible reducir el tiempo de ciclo a menos de 15 segundos.

Inserto de acetato de celulosa 11850, color negro.

1) Al hacer inspección en planta se encontró temperatura de 103°C de material en tolva de alimentación a inyectora Oriente de 180 ton. La temperatura recomendable es de 80-85°C. La operación se puede hacer sin operador siempre que el botado de las piezas se haga mediante uso de aire de planta. El rebabeo prácticamente no es necesario.

No se tienen ayudas visuales al día para estándares de calidad. Se requieren muestras estándar, límites, NG, aprobadas por cliente y autorizadas por QC y Producción. A pie de máquina. Que los operadores las comprendan fácilmente. (ver hoja de condiciones de operación).

2) La vena de inyección del inserto 11850 es demasiado gruesa. Se tiene un desperdicio de material de 38% según se muestra, para una sección transversal rectangular:

$$A = 4.0 \times 6.5 \text{ mm} = 26 \text{ mm.} \implies \% \frac{\text{Area de sección (4 x 6.5)}}{1.38\%} =$$

Area de un círculo. $(0.785) \times (4.9)^2$

El cálculo de diámetro equivalente de una sección transversal cualquiera a una circular es:

$$d_{\text{equiv.}} = \frac{4 \text{ área seccional (4 x 6.5 x 4) mm}^2}{\text{perímetro (2x4+2x6.5) mm}} = 4.9 \text{ mm.}$$

[D1-B-2-V-9- CONDICIONES DE MOLDEO (POM) - CANDADO - PLINSA]

Problemas de variaciones de condiciones de moldeo.

1).- La máquina MANNESMAN (60 tons) y la máquina ABURUG no tienen problemas importantes por ser relativamente nuevas, pero la máquina brasileña (PIC) de 60 tons., tiene una variación grande en tiempo de ciclo, lo cual hace difícil producir productos de alta precisión. El clip POM producido por dicha máquina tubo problema grande por lo que tuvieron devolución importante por el cliente.

2).- La variación de tiempo de ciclo de la máquina brasileña PIC esta entre 35.6 y 51 segundos, esta variación esta fuera de control y por lo que es urgente dar reparación inmediata.

3).- El tablero de control de la máquina MANNESMAN de 85 tons., está sobrecalentado, aun siendo invierno, por lo cual tiene que ser enfriado por un ventilador externo además tiene problema de fuga de aceite.

El amarre que se detectó en el área de la colilla (tunnel gate), se debe a la falta de pulimento de la superficie interior de la cavidad (1) de la parte fija del molde. La superficie debe ser pulida ASAP.

[D1-B-3-*- 4-CONTROL DE PROCESO DE MOLDEO (TEMPERATURA DE ACEITE)-PRA]

Fuga de Aceite.

La temperatura de aceite de moldeadora no debe ser menos de 40 °C. Si se baja menos de 40 °C la viscosidad del aceite aumenta empeorando la capacidad de succión de la bomba. Y si se sube más de 60 °C baja la viscosidad del aceite.

Controlar temperatura de aceite

$$40^{\circ}\text{C} \leq T \leq 60^{\circ}\text{C}$$

[D1-B-3-T-5-CONTROL DE PROCESO DE MOLDEO (TAPON-BATERIA) - IG]

1).- A pesar de tener 16 cavidades la máquina trabaja con 12 cavidades únicamente. El enfriamiento del núcleo por aire no se estaba haciendo, por lo tanto tenía marca de botador en una parte de la pieza. Tres de las doce piezas no necesitaban retrabajo posterior. El tiempo de retrabajo fue $60 \text{ segundos} / 34 = 1.76 \text{ segundos}$, por lo tanto el tiempo de ciclo actual que es 30 segundos es demasiado largo. El tiempo adecuado de molde será: $12 \times 1.76 = 21.1 \text{ segundos}$. $21.1 / 0.9 = 23.5 \text{ segundos}$.

2).- En cuanto al molde de este producto el problema es solo rebaba, sin embargo este problema de rebaba se puede resolver, por lo tanto es un molde con el que se puede operar automáticamente.

P : Cual es la relación adecuada: **fuerza de cierre - fuerza originada en cavidad**

R : Fuerza en cavidad debe ser 80 % de fuerza de cierre

[D1-B-3-*-6-CONTROL DE PROCESO DE MOLDEO (ENFRIAMIENTO)-PIS]

Para sacar la planicidad del producto adecuada es necesario poner atención en el enfriamiento en los siguientes puntos:

1).- El enfriamiento no debe ser sin control, el enfriamiento significa mantener al molde en una temperatura constante.

2).- La diferencia de temperatura de entrada y salida debe ser menos de $2 \text{ }^\circ\text{C}$.

3).- La presión del agua debe ser mayor de 2 kg/cm^2 .

4).- Utilizar siempre flujo turbulento en lugar de laminar (con el flujo laminar la conductividad térmica es mala).

[D1-B-3-*-7-CONTROL DE PROCESO DE MOLDEO-PIS]

El producto “pakine small” presenta burbujas soluciones:

- Aumentar y controlar la temperatura del molde ($30 \text{ }^\circ\text{C}$)
- Incrementar hold time
- Bajar perfil de temperatura en inyectora
- Incrementar la presión de inyección
- Disminuir lo mas que se pueda la velocidad de inyección
- Secar material ($50 - 60 \text{ }^\circ\text{C}$ durante dos horas)

[D1-B-3-*9-CONTROL DE PROCESO DE MOLDEO (CÁLCULO DE ENFRIAMIENTO)]

Plato Plano

$$t = \frac{S^2}{\pi^2 \alpha} \ln \left(\frac{8}{\pi^2} \times \frac{T_R - T_M}{T_T - T_M} \right)$$

- t : Tiempo de Enfriamiento (seg.)
 S : Espesor promedio (cm)
 α : Relación de Difusión Térmica.
 T_R : Temperatura de la Resina Fundida.
 T_T : Temperatura de salida del Producto.
 T_M : Temperatura de la Superficie del Molde.

Valores “ α ”	
PS	8.6 x 10 ⁻⁴ cm ² /sec.
AS	8.3 "
ABS	10.2 "
PE	15.3 "
PP	7.9 "
PMMA	12.0 "
POM	11.0 "
PA	12.2 "
PC	12.6 "

2.- Columna

$$t = \frac{R^2}{5.738\alpha} \ln \left(0.978 \frac{T_R - T_M}{T_T - T_M} \right)$$

R = Radio de la columna (cm)

Condiciones de Análisis:

- 1).- Superficie plana amplia.
- 2).- El calor corre solamente de arriba hacia abajo.
- 3).- La temperatura del molde es uniforme en todas partes.
- 4).- En caso de t = 20 seg. y el tiempo de ciclo es 2 a 3 veces, se revisará.
 En caso de t = 30 seg. y el tiempo de ciclo es más de 2 veces, se revisará.

[D1-B-3-T-10-CONTROL DE PROCESO DE MOLDEO (PP) - BOQUILLA-PIS]

En esta máquina al momento de estar trabajando se detectó un problema de fuga de material entre la boquilla y el bebedero y puede ser por dos causas:

1. Por problemas de la boquilla, que no sienta bien en el bebedero quedando descentrada la entrada del bebedero con la boquilla.
2. O por problemas de dimensionamiento de la entrada del bebedero (diámetro de entrada del bebedero < diámetro de salida de boquilla).

Y si en el caso de que la boquilla y entrada del bebedero no tengan ningún problema de dimensionamiento, la operación que se realiza es checar que el cañón este alineado con respecto a la entrada del bebedero.

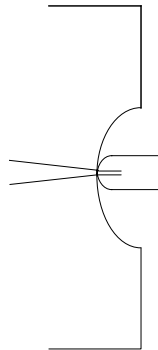


Figura Esquemática de como debería quedar la entrada del bebedero con la salida de la boquilla.

[D1-B-3-Q-11-CONTROL DE PROCESO DE MOLDEO (PE)-CANASTA-PM]

Protector. HDPE.

- a) El tiempo de ciclo actual es demasiado largo 33". Debe ser de 20". La vena de enfriamiento debe tener 4 mm de diámetro en la punta y 7 mm en la base. La boquilla debe ser de 3 mm de diámetro.
- b) La sección transversal trapezoidal del canal esta OK.
- c) Se requiere balancear entradas con un disparo incompleto.

[D1-B-3-Q-12-CONTROL DE PROCESO DE MOLDEO (PE) - CANASTILLA-PM]

Canasta para Ventilador

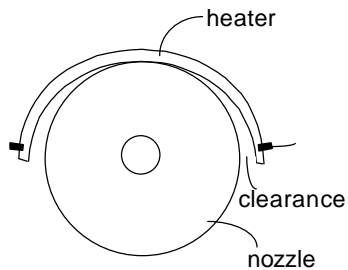
- 1).- Tomar el balance de boquilla.
- 2).- Anotar el número de la cavidad.
- 3).- Resolver el problema de rebaba.

D1-C OTROS (PREGUNTA Y RESPUESTA)

[D1-C-**-1-CALENTADOR-PIS]

Manejo de Calentador

La estructura de la resistencia de boquilla está como se muestra en el dibujo de abajo. No debe tener espacio entre la boquilla y la resistencia, tampoco debe calentarse la parte superior de la resistencia con soplete (la resistencia se rompe pronto)



- Resistencias de Boquilla
 1. Las resistencias deben abarcar toda la boquilla y estar bien sujetas
 2. No calentar con soplete, porque las propiedades de la boquilla decrecen

[D1-C-**-2-TERMOPAR-PIS]

- ¿Para evitar los defectos de máquina sople?
 - 1).- Tener la máquina en el interior de una nave, porque el aire desajusta a los termopares al estar expuestos a la intemperie
 - 2).- La resistencia y el termopar están muy alejados y la variación de temperatura registrada va a ser grande

D2 MOLDEO POR SOPLADO

INDICE

INTRODUCCION: GENERALIDADES DEL MOLDEO POR SOPLADO

1. Prefacio
2. Historia del moldeo por soplado
3. ¿Qué es el moldeo por soplado?

PRIMER CAPITULO: DIFERENTES TECNICAS DEL MOLDEO POR SOPLADO

1. Moldeo por soplado directo (Direct Blow Molding)
2. Moldeo por soplado de película (Sheet Blow Molding)
3. Moldeo por inyección y soplado (Injection Blow Molding)
4. Moldeo por soplado con Parison tubular con fondo formado posteriormente
5. Método con Parison Frío
6. Moldeo por soplado con orientación biaxial
7. Moldeo por soplado con multicapas y técnicas de control de Parison
8. Moldeo por soplado y cambio de material y color

SEGUNDO CAPITULO: PUNTOS A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DEL PRODUCTO MOLDEADO POR SOPLADO

1. Introducción
2. Selección del material y la moldeabilidad del soplado
3. Revisión del método de moldeo
4. Puntos a considerar para diseñar el producto

TERCER CAPITULO: PUNTOS A CONSIDERAR RELACIONADOS CON EL DISEÑO DEL MOLDE

1. Para diseñar el molde del moldeo por soplado
2. Conocimiento básico de la forma y del material
3. Recipiente de forma sencilla
4. Parte de *cutoff* del Parison
5. Material del molde y el método de fabricación
6. Enfriamiento
7. Amarres (*Undercut*)
8. Partición irregular
9. Apertura en 4, apertura en 6
10. Puntos a considerar en el diseño de molde para el moldeo por soplado directo
11. Puntos a considerar en el diseño de molde para el moldeo por inyección y soplado

CUARTO CAPITULO: ADMINISTRACION DE LA FABRICA Y EL CONTROL DE CALIDAD

1. Puntos a considerar relacionados con la administración de la fábrica y el control de calidad
2. Algunos ejemplos del acabado que permiten la optimización
3. Técnicas de la inspección y medición

INTRODUCCION: GENERALIDADES DEL MOLDEO POR SOPLADO

1. Prefacio

Los recipientes que tenemos alrededor de nosotros en estos días, sobre todo los recipientes que se usan para contener productos líquidos en su mayoría son de plástico y están hechos con la técnica llamada “moldeo por soplado”.

Por otra parte, bajo la denominación de “soplado de alta tecnología” o “soplado de funcionamiento”, se empezó a utilizar en una forma bastante rápida y amplia esta técnica de moldeo por soplado para otros usos, aparte del uso en recipientes.

Las razones de esto podrían ser el hecho de que el moldeo por inyección está llegando a un límite en varios sentidos, y que también podrían ser que poco a poco están empezando a entender que según la forma y el tamaño del producto, otros métodos de moldeo que no sean la inyección, tienen mucho mejor funcionalidad que la inyección, siendo el soplado el principal método alternativo.

En el cuadro 1 se muestra el porcentaje de los productos moldeados según el método, estimado en base a la estadística del volumen de envío de productos de Japón en los años de 1989 y 1990. Por este dato y por el número de la fabricación de máquinas moldeadoras para diferentes métodos, se puede decir que el porcentaje del moldeo por inyección es bastante alto en comparación con lo que ocurre en los países occidentales.

Métodos de Moldeo	% estimado de la producción
Moldeo por extrusión	Más de 60%
Moldeo por inyección	15 ~ 20%
Moldeo por soplado	un poco más de 5%
Moldeo por vacío	aprox. 2%
Otros (incluyendo Calender)	un poco más de 10%

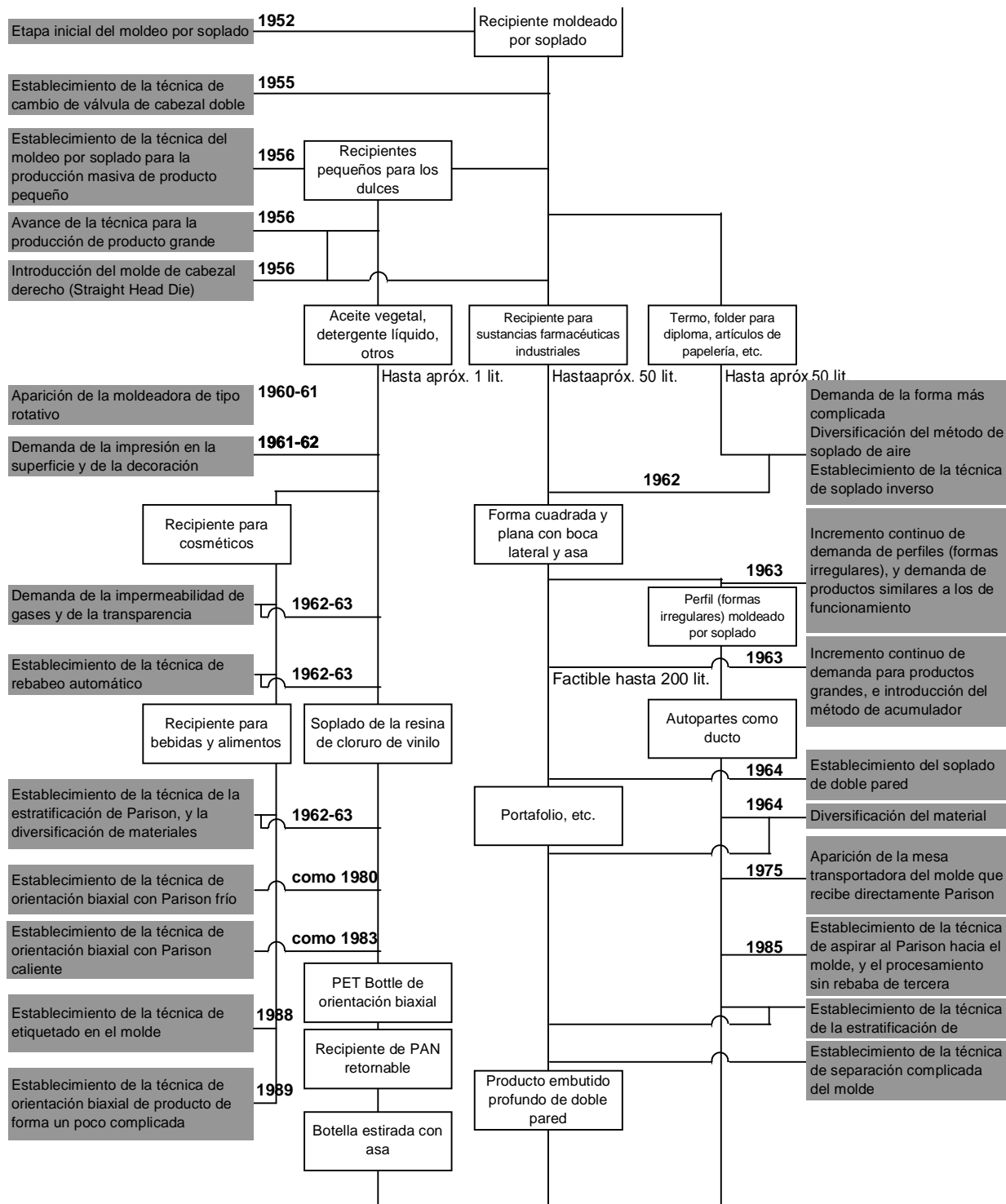
Cuadro 1: Producción según el método de moldeo, estimada según volumen de producción

Como se mencionó antes, en cuanto a la fabricación de los recipientes nos da la impresión de que el soplado ha dejado lejos a otros métodos, además de que estos días se empieza a observar un movimiento de búsqueda de más medios de fabricación de los productos que anteriormente sin duda pensaban primero hacerlos mediante el moldeo por inyección, sobre todo en productos de tamaño grande, esto con el propósito de evitar el moldeo por inyección que tiene un alto costo inicial, en donde el soplado es un método alternativo importante para estas tendencias.

2. HISTORIA DEL MOLDEO POR SOPLADO

El método de moldeo por soplado, denominado actualmente como soplado de alta tecnología o soplado de funcionamiento, no ha iniciado su historia en forma repentina en estos días. En el

dibujo 2 se muestra en forma de diagrama la historia del desarrollo tecnológico del sector de moldeo por soplado en Japón.



Dibujo 2: Pasos del desarrollo del moldeo por soplado en Japón

Sin embargo, antes de la época mostrada en el dibujo anterior, o sea antes de la segunda guerra mundial ya en el sector de juguetes se usaba un tipo de moldeo por soplado usando algunos materiales como el celuloide, y desde luego desde hace mucho tiempo se elaboraban por soplado recipientes de vidrio empezando con botellas de vidrio.

Pero el inicio de la historia del moldeo por soplado en Japón en el que se usó el plástico termoplástico, hablando más concretamente, el polietileno flexible mediante el método de alta presión, podría decirse que fue aproximadamente en el año de 1953. Creo que inició su uso en los pequeños frascos para las sustancias químico-farmacéuticas industriales.

Después se desarrolló la técnica del moldeo por soplado directo continuo mediante el cambio por válvulas, por lo cual ha aumentado considerablemente la productividad, dándole como consecuencia una competitividad económica, y ampliando los usos en diferentes industrias incluyendo en los pequeños recipientes de dulces para niños que costaban sólo unos centavos de yenes.

Además, en esta época apareció el polietileno rígido, moldeado mediante un proceso de baja presión (Proceso Ziegler), lo cual contribuyó considerablemente a la ampliación del uso del producto soplado.

Esta industria ,al crecer en volumen, se dividió en tres subdivisiones para empezar su propio desarrollo en forma individual como se muestra en el dibujo 2.

2.1 Subdivisión de los Recipientes Pequeños de Alta Producción

El origen de la historia de esta subdivisión se puede encontrar en los recipientes pequeños para los alimentos y bebidas que se vendían en las pequeñas tiendas de dulces cercanas a los hogares con una presentación llamativa para los niños.

Se buscaba una capacidad de mayor producción, por lo que empezaron a desarrollar varios tipos de máquinas moldeadoras para la producción en alto volumen como son; la de cabezal doble con el sistema de cambio, la de Plunger (émbolo), la de cabezal múltiple con Pinch Off y la rotativa, llegando así hasta la moldeadora actual de producción masiva que se usa para los recipientes de cosméticos, alimentos y bebidas.

Durante el proceso antes mencionado se presentó la demanda de un producto transparente y económico, por lo tanto se desarrolló la técnica de moldeo por soplado de la resina de cloruro de vinilo, la cual se había considerado de difícil manejo debido a la degradación de la resina. Había una época en la que se producía mucho mediante esta técnica, pero ahora, como saben bien, la botella de PET con orientación biaxial ocupa el primer lugar dentro de los recipientes transparentes.

Las características del producto de esta subdivisión son, desde la época del recipiente para los

dulces para niños, la capacidad de mayor producción y la prioridad en el diseño llamativo que llame la atención del cliente aunque no tenga que ver directamente con el funcionamiento. Por lo tanto, hasta la fecha la capacidad de diseño en este sentido y la capacidad tecnológica de la decoración (principalmente la de impresión y otras técnicas de decoración de la superficie del producto) son factores determinantes de la competitividad de la empresa.

2.2 Subdivisión de Productos Generales y Juguetes

El inicio de esta subdivisión fue el termo para los niños, el folder para el diploma y la muñeca, pasando por el termo un poco más sofisticado y la caja térmica para los aficionados de pesca; que tienen doble pared con un espacio relleno de uretano, espumado en el proceso para darles un aislamiento térmico, así como otros productos combinados con la pieza moldeada por inyección como en el caso de los juguetes como automóviles y de locomotoras con que los niños pueden jugar montados encima. No sería una exageración decir que el origen de los perfiles (productos de formas irregulares) y del producto de soplado de funcionamiento se encuentra en esta subdivisión.

Sin embargo, los productos de esta subdivisión tienen como característica una temporalidad, por lo que no se tenía un interés en la inversión ni en el desarrollo tecnológico y como consecuencia, a pesar de que desde etapas tempranas se estaban elaborando productos de formas irregulares por soplado, hasta la fecha se mantiene en un nivel muy similar al de la etapa inicial.

2.3 Subdivisión del Recipiente para la Sustancias Farmaceuticas

En comparación con otras dos primeras subdivisiones, se podría decir que desde el inicio esta subdivisión manejaba productos soplados de espesor grueso y de tamaño relativamente grande.

Por ser un recipiente para sustancias farmacéuticas industriales, el consumo ha sido siempre relativamente estable, por lo tanto no había un incremento significativo en el consumo, o en otras palabras en la producción. De esta manera la forma de elaboración en la etapa inicial fue casi a mano y después empezaron a producir productos de formas irregulares de manera casi artesanal y podría decir que posteriormente evolucionaron hacia los productos de soplado de funcionamiento así como los de soplado de alta tecnología. Por otra parte, la exigencia de la seguridad en la calidad para el producto farmacéutico industrial ha sido fuerte, por lo que se requería de un control de calidad estricto, lo cual, considero que ha servido para desarrollarse hacia el soplado de funcionamiento para los productos industriales.

Como se puede observar en el dibujo 2, ya en los años de 1963 estaba terminada la formación básica de lo que se llama actualmente el soplado de funcionamiento o el soplado de alta tecnología. En cuanto al uso, ya se comercializaban en el mercado algunos productos de autopartes como son el quemacocos, el ducto, el fuelle, el descongelador así como el portafolio de doble pared.

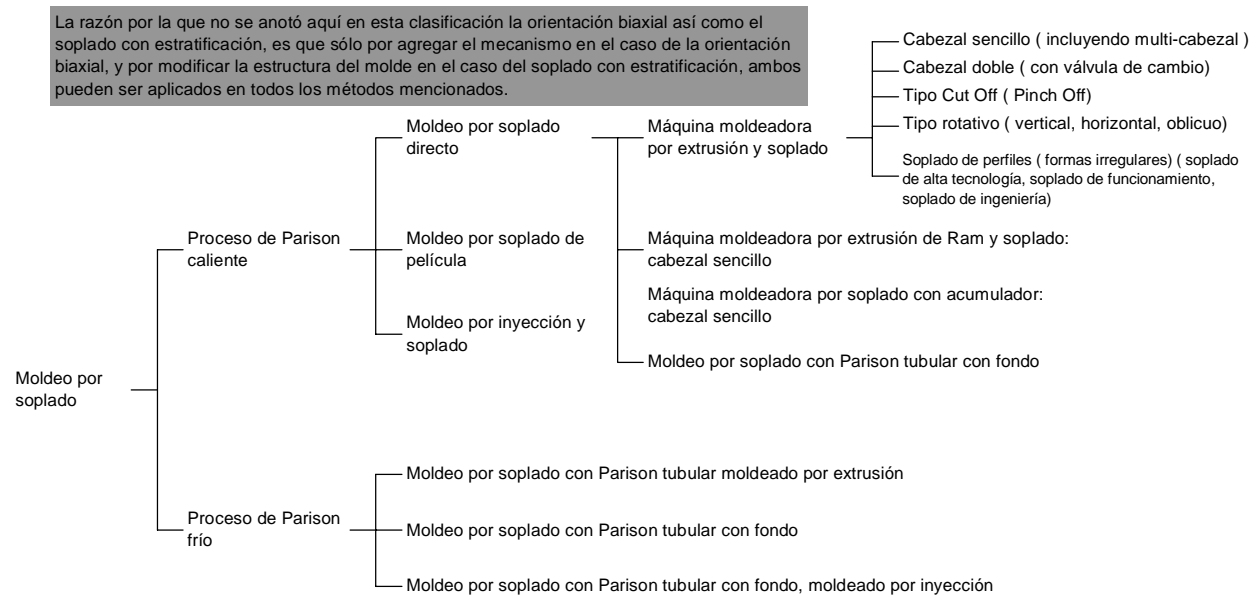
3. ¿Qué es el moldeo por soplado?

Originalmente el moldeo por soplado ha sido un método por el que se elaboraban productos huecos, utilizando Parison o película de resina termoplástica de tal manera que esto quede bien pegado en la pared interior del moldeo para recibir un flujo como el aire a presión con el propósito inflarlo y al momento de pegarse en la pared interior del molde enfriarse para obtener la forma exterior del producto.

En años anteriores se calentaba dos hojas de película como el celuloide y luego se las juntaba para agarrar las con un molde. Luego se metía una aguja tubular entre dos hojas para poder meter el aire por dicha aguja y de esta manera se fabricaban productos huecos como las pelotas, muñecas y animales. Así empezó la historia del moldeo por soplado.

Las botellas de vidrio así como los productos de vidrio hechos por soplado también son moldeados por soplado en un sentido amplio, pero, actualmente cuando se habla del moldeo por soplado, se refiere sólo a los productos moldeados por el soplado resinas termoplásticas sin incluir productos de vidrio.

La palabra Parison que se mencionó anteriormente, se usa solamente en el área del moldeo por soplado e indica el material con forma de tubo que se usa en el moldeo por soplado. El Parison es moldeado por extrusión o por inyección, y hay dos tipos; uno sin extremos cerrados como un tubo y otro que tiene cerrado un extremo. En otras palabras, el Parison es formado de un material que está en la etapa previa a ser inflado por soplado con gases como el aire. Es una denominación peculiar en el moldeo por soplado, por lo que si no se usa en este campo, Parison es simplemente un tubo o un tubo con un extremo tapado. En el dibujo 3 se muestra la clasificación de las técnicas de moldeo por soplado desde el punto de vista de técnica del moldeo.



Dibujo 3: Clasificación de los métodos del moldeo por soplado

Como se observa en este dibujo, el método de moldeo por soplado se puede dividir en dos; el de Parison caliente (soplado de una etapa) y el de Parison frío (soplado de dos etapas).

En el método de Parison caliente, se termina el moldeo por soplado de Parison que fue moldeado ya sea por extrusión o por inyección, antes de perder la plasticidad mientras esté todavía suave. Cuando se dice simplemente “moldeo por soplado”, normalmente se refiere a este método de Parison caliente, y en un sentido más estricto significa el soplado directo

En cambio, en el método de Parison frío, primeramente se elabora el Parison sin o con fondo mediante el moldeo por extrusión o por inyección y se deja enfriar. Luego inmediatamente antes del soplado, se recalienta para plastificar de nuevo y posteriormente se sopla.

La ventaja del método de Parison frío está en el hecho de que se puede elaborar un volumen grande de Parison en un lugar centralizado y distribuirlo a las plantas de embotellamiento dispersas en diferentes lugares, en un estado que no cause mucho costo de almacenamiento ni de transportación. Por lo tanto, se pueden moldear y suministrar los recipientes en la cantidad necesaria en forma casi directa a la línea, utilizando almacenes pequeños en comparación al volumen de producción.

PRIMER CAPITULO: DIFERENTES TECNICAS DEL MOLDEO POR SOPLADO

1. Moldeo por soplado directo (Direct Blow Molding)

Este método, en un sentido amplio implica el del método de Parison caliente moldeado por extrusión incluyendo el moldeo por soplado de película. Pero en general en un sentido estricto, implica el método de moldear producto, utilizando Parison caliente extruido en forma tubular para que luego sea agarrado por un molde y soplado con aire.

Este es la forma básica para el moldeo por soplado, y servirá de base para las explicaciones que se desarrollarán más adelante, por lo que a continuación se detallará la estructura fundamental, las partes y sus funciones de la máquina de moldeo por soplado.

1.1 Forma básica del moldeo por soplado

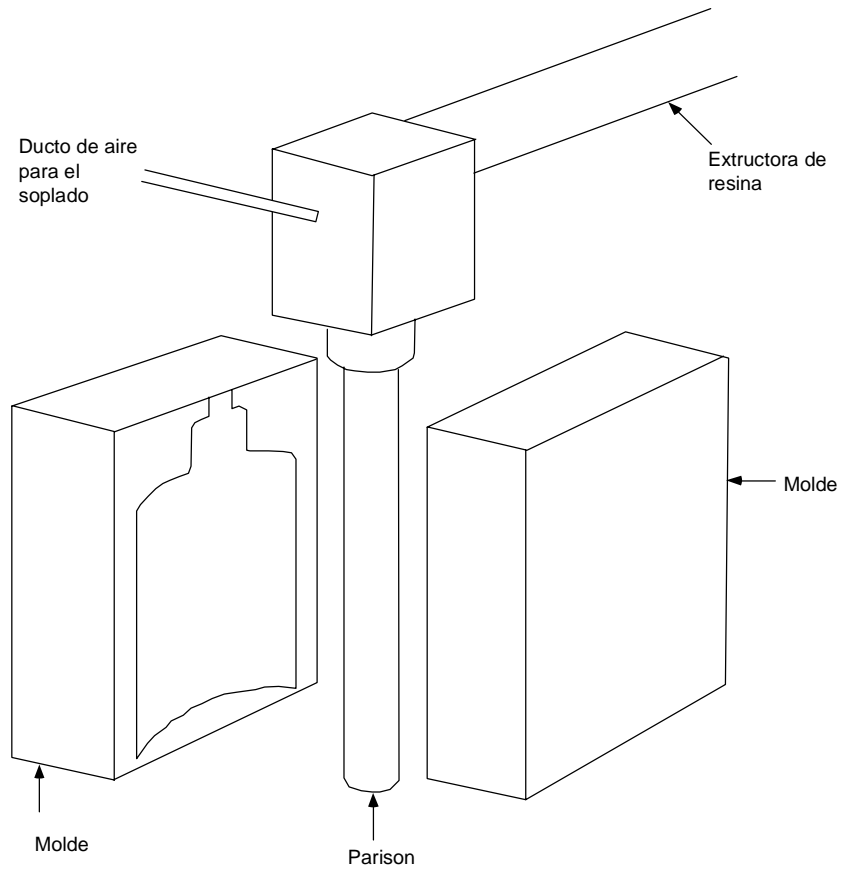
En los dibujos 4 y 5 se muestra el concepto básico del moldeo por soplado. Es decir, primeramente la resina fundida y plastificada es extruída por la máquina extrustora utilizando el dado para formar el Parison en forma tubular. Posteriormente se sujeta este Parison con el molde y se cierran en forma hermética las partes (ambos extremos) superior e inferior de Parison para soplar el aire mediante la boca que está en el centro del dado de tal manera que se infle el Parison y quede pegado en la pared interior del molde.

El Parison que queda pegado en el molde, se enfría endureciéndose y se convierte en un producto hueco. Posteriormente se abre el molde para sacar el producto. Después se hace el rebabeo de la parte innecesaria que se forma en el momento de agarrar el Parison, se pasa al proceso posterior como el corte u otros métodos para trabajar con la parte cercana por donde entra el aire para que quede bien como producto terminado.

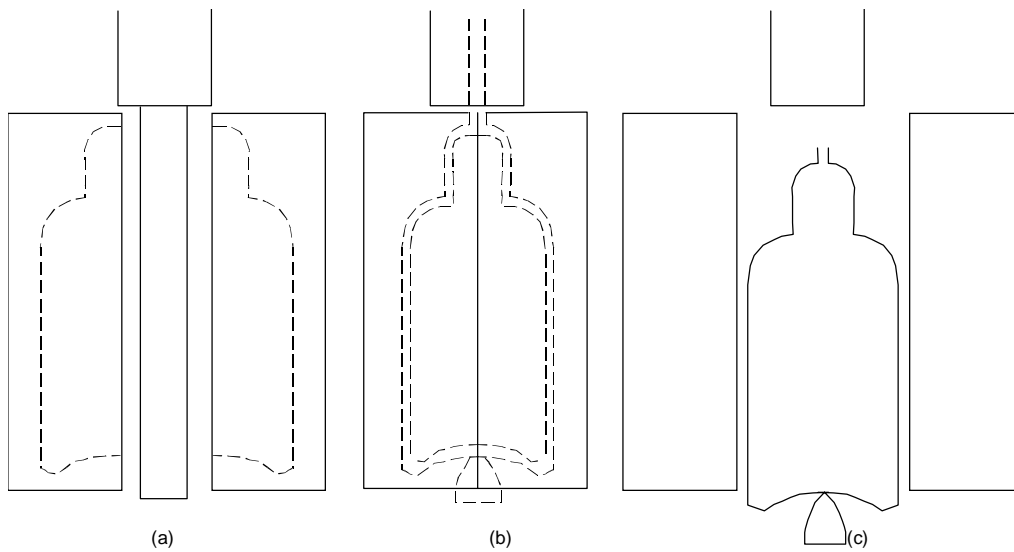
El dado arriba mencionado se refiere a la parte que sirve para formar Parison tubular usando la resina fundida y plastificada que viene extruída.

Por otra parte esta palabra, “dado” indica el herramental en el área de moldeo como por inyección y por compresión y en el proceso de prensado metálico. También puede indicar solamente la parte de boquilla que determina la forma final de Parison, por lo que es necesario tener cuidado al usar esta palabra.

Además, la palabra “dados” en realidad es forma plural, pero en el mundo de soplado de Japón es muy común el uso indiscriminado sin diferenciarse de la forma singular.



Dibujo 4: Dibujo conceptual del moldeo por soplado (No.1)

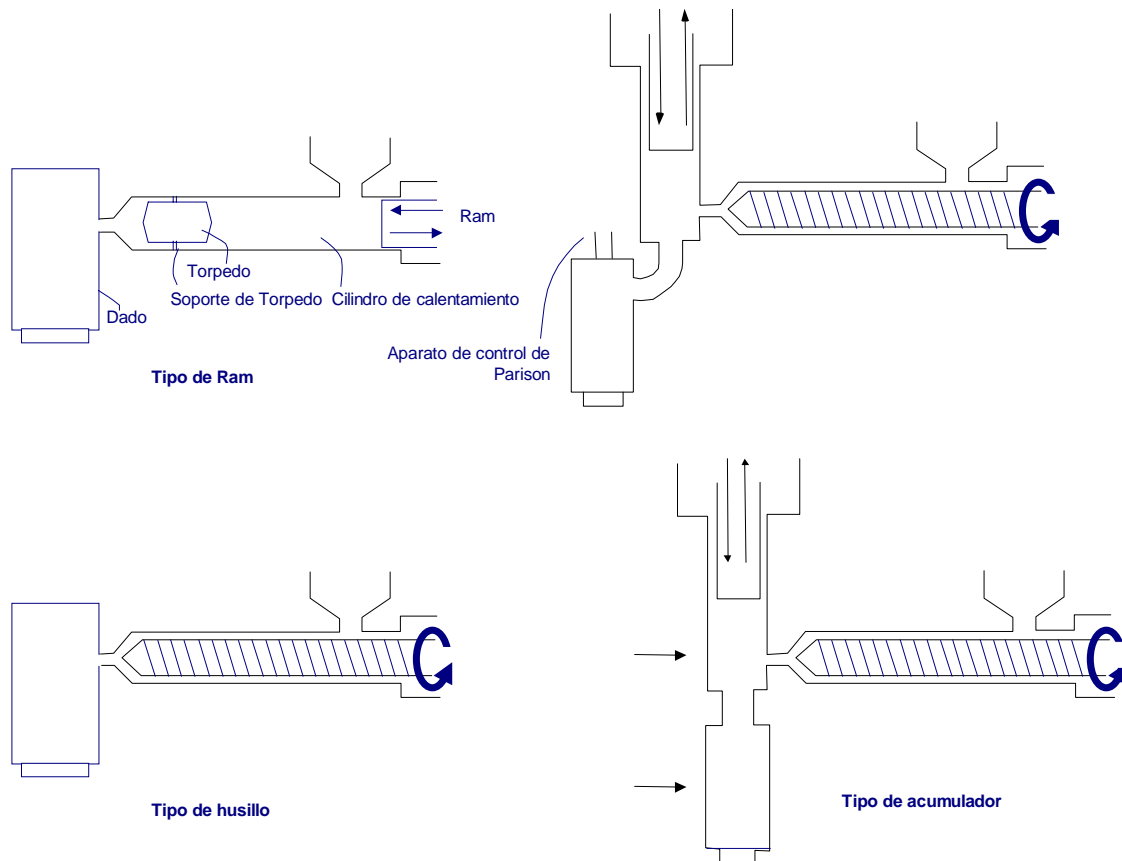


Dibujo 5: Dibujo conceptual del moldeo por soplado (No.2)

1.2 Extrusors que se usan para el moldeo por soplado

Como se mostró en el dibujo 3 (clasificación del método de moldeo por soplado), generalmente existen tres tipos de extrusors que se utilizan para el moldeo por soplado como se muestra en el siguiente dibujo 6.

Además de estos, existe el tipo que toma el sistema de husillo en línea como la máquina inyectora, sin embargo, es un caso especial.



Dibujo 6: Extrusors que se usan para el moldeo por soplado

1.2.1 Extrusor tipo Ram

En la etapa inicial del moldeo por soplado este tipo se usaba mucho, pero actualmente casi no se usa. En el dibujo arriba mencionado se mostró el tipo horizontal, aunque también había muchos de tipo vertical.

Primeramente se alimenta la resina en forma de pelet al cilindro de calentamiento, y allí se funde y plastifica la resina, la cual será mezclada por el torpedo y Spider (estrella) de la forma de plato rompedor (Breaker plate) que sostiene el torpedo para enviarla luego al dado, y después se extruye en forma de Parison.

Posteriormente fue sustituido poco a poco por el tipo de husillo por tener problemas en la

plastificación y en la mezcla.

1.2.2 Extrusor de tipo de husillo de un eje

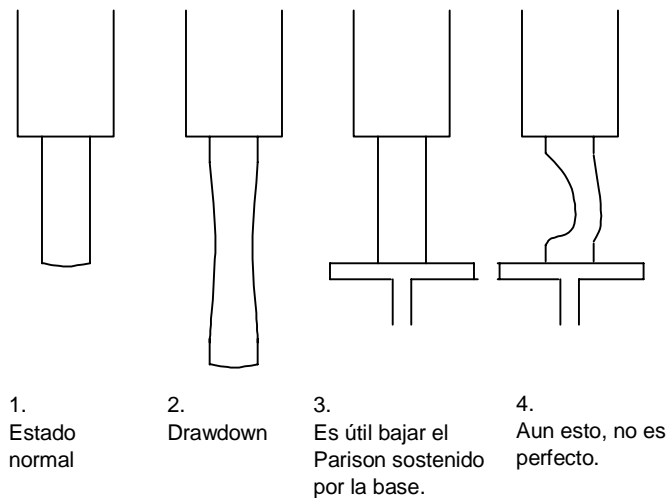
Además de un eje, la estructura de tipo husillo tiene a veces dos ejes y otras tienen más de tres ejes, pero la que se usa para el moldeo por soplado es básicamente de un eje, y el tipo de husillo de un eje ocupa la mayoría del extrusor para el moldeo por soplado. Por lo tanto, como se puede observar en el dibujo 3, muchos métodos de moldeo por soplado han sido desarrollados y puestos en uso práctico en combinación con el extrusor del tipo de husillo con un eje.

1.2.3 Extrusor tipo acumulador

Como se muestra en el dibujo 6, en este sistema se guarda temporalmente en el acumulador la resina fundida y plastificada en el extrusor del tipo husillo, la cual será extruida en una etapa mediante Ram hidráulico hacia el dado en el momento del moldeo.

El extrusor de tipo husillo tiene una gran capacidad de plastificación y de extrusión por hora. (Hablando en general de la capacidad del extrusor de husillo para el moldeo por soplado, si es tamaño chico, será de 10kg por hora, y si es grande, será más de 100kg.)

Sin embargo, a medida que sea más grande el tamaño del producto moldeado, se genera la necesidad de extruir una gran cantidad de la resina en corto tiempo debido al problema de colgado del Parison (*Drawdown*).



Dibujo 7: Colgado del Parison y un ejemplo de la contramedida

El Colgado del Parison es un fenómeno de estiramiento de Parison que se presenta por su propio peso al ser extruido, y la primera contramedida para este problema es seleccionar un material que tenga características que eviten el colgado. Lo que se hace en la operación como contramedidas del colgado es; sosteniendo la parte inferior de Parison con un dispositivo, bajar éste de acuerdo con la velocidad de la extrusión. Este método está funcionando en cierta medida, sin embargo, no es perfecto.

De todos modos, es imposible en cierto sentido usar mucho tiempo en la extrusión de Parison (el tiempo máximo es 10 ~ 30 segundos.), ni mantener el Parison extruído en ese estado por largo tiempo, por lo tanto se ha tomado el sistema de acumulador como una de las medidas por la que se permite extruir el material plastificado en corto tiempo y moldearlo antes de tener el colgado. Por lo anterior, este método se usa mucho para la moldeadora por soplado para elaborar productos de tamaño grande, en cambio, para la moldeadora por soplado de productos pequeños, en muchas ocasiones se usa combinado con el cabezal múltiple.

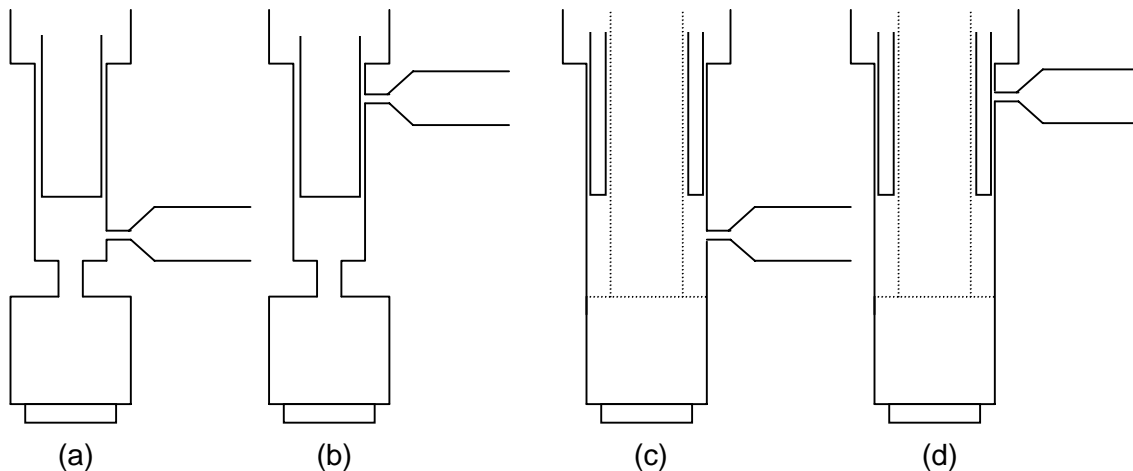
En cuanto al tipo, como el modelo (b) de acumulador mostrado en el dibujo 6, está el que se extruye directamente desde encima del dado, y otro que se extruye con el sistema de cruceta desde un lado como el caso del modelo (a).

Antes, la mayoría era del tipo (b), pero en estos años los productos son más grandes y de formas más complicadas, por lo que a pesar del uso del acumulador, no se puede evitar que la parte inferior de Parison quede gruesa y la parte superior más delgada. Para evitar el problema, cada día se hace necesario usar el control de Parison con el propósito de ajustar el espesor de algunas partes de Parison de acuerdo con la forma requerida.

Estructuralmente, este mecanismo del control de Parison tiene que ser instalado forzosamente encima del dado, por consiguiente se debe tener un sistema de cruceta como del tipo (a) para extruir la resina, y existe la tendencia de incrementar este sistema.

En cuanto a la forma de acumulador y el método de acumulación de resina, existen generalmente dos tipos de cada una y cuatro combinaciones mostradas en el siguiente dibujo 8.

El tipo (a) y (b) del dibujo 8 son formas comunes para la parte de acumulación, siendo que el tipo (a) es del sistema de “lo que entra después, sale primero”, y el tipo (b) es del sistema de “ lo que entra primero, sale primero.(First in, first out)”.



Dibujo 8: Formas generales del acumulador

La ventaja del sistema de “lo que entra después, sale primero”, es la facilidad relativa del cambio del material y del color. En cambio, la ventaja del “lo que entra primero, sale primero”, es el menor

tiempo de acumulación (retención) de la resina, por lo tanto se provoca menos deterioro de la misma.

Este tipo de acumuladores tiene como característica la facilidad de instalar la válvula que sirve para evitar la fuga de la resina desde la punta del dado, ya que es empujada por el propio peso de la resina que viene acumulándose en el acumulador.

Los tipos (c) y (d) tienen el acumulador directamente encima del “seno” del dado, y tiene la característica de contar con un tipo de columna similar al mandril en el centro del acumulador. Tiene una forma bastante favorable para dar estabilidad a la resina en el momento del moldeo.

Pero las desventajas que tiene este tipo son las siguientes; que el diámetro exterior y la altura del acumulador son grandes; la capacidad hidráulica para extruir la resina debe ser mayor que otro tipo; es difícil evitar la fuga de la resina desde la punta del dado en el momento de que la resina se acumule en el acumulador, por lo tanto en la práctica si la fuga es poca, se ignora o se corta.

1.2.4 Extrusor del tipo de husillo en línea

El mecanismo de extrusión del tipo husillo en línea que se utiliza ampliamente para el moldeo por inyección, no se utiliza mucho para el moldeo por soplado con excepción de casos especiales.

La razón por la que no se usa para el soplado es que el estado de plastificación de la resina acumulada en la parte delantera, la cual fue plastificada por una velocidad normal correspondiente al tamaño del husillo de acuerdo con el tamaño de la máquina, es bastante irregular e inestable.

En caso del moldeo por inyección, aunque la resina esté en tal estado, se inyecta forzosamente al molde, por lo tanto no se presentan tantos problemas. Sin embargo, si queremos usar este método de plastificación para el moldeo por soplado general, es necesario homogeneizar la plastificación utilizando algún método adicional, (por ejemplo, pasar por un Hot Chip; agregar el mecanismo de plastificación por el calor generado por esfuerzo de corte en la punta de boquilla; colocar el plato quebrador de malla cerrada, etc.) y también es necesario darle estabilidad en el dado.

Por esto, si una máquina de inyección y soplado puede satisfacer todo lo anterior, se utiliza el extrusor de husillo en línea.

Aun en la máquina moldeadora normal por soplado directo, se debe hacer grande la correlación entre el largo y el diámetro del husillo para disminuir la variación en el estado de la mezcla, y hacer bala la rotación del husillo para plastificar la resina en forma lenta, uniforme y estable, por lo tanto se usa sólo en forma excepcional para los productos y materiales costeados (como resina de fluorocarburo, etc.).

1.3 Dado y cabezal de dado

No solamente en el moldeo por soplado sino también en todo el área del moldeo por extrusión, se denomina “dado” o “cabezal de dado” a la parte localizada después de la boca del extrusor hasta la salida del material.

Por otra parte, la parte de la unión entre el extrusor y el cabezal de dado, se denomina “adaptador del dado”.

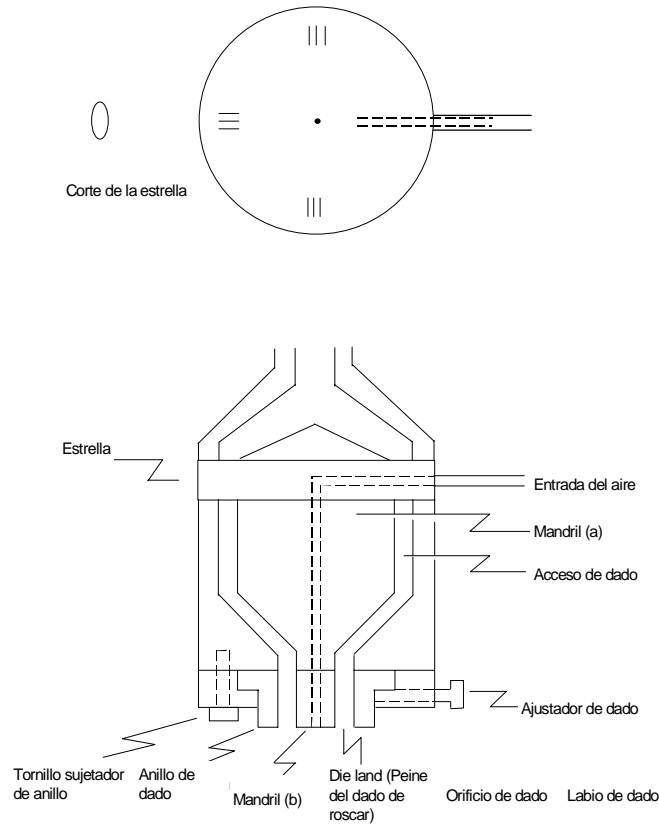
“Dado” y “cabezal de dado”, estas dos palabras se usan casi sin diferenciarse en el piso de producción, sin embargo, hablando estrictamente, se debería de llamar “dado” a la parte que corresponde desde donde está el mandril hacia adelante, la cual tiene una función importante para formar las características básicas de Parison y hacer un Parison estable. Y llamarle “cabezal de dado” a todo el área que corresponde desde el adaptador de dado hacia adelante.

La función del dado en el moldeo por soplado es, utilizando la resina plastificada en el extrusor, formar y extruir el Parison de la forma predeterminada de manera estable que permita posteriormente hacer el soplado.

La resina que es simplemente extruida por el extrusor, a pesar de estar plastificada, está todavía irregular e inestable en varios sentidos, por lo que no se puede pasar al proceso de soplado en tal estado. Así que la función del dado es hacer ajustes necesarios de Parison de tal manera que se pueda hacer un soplado en forma estable. En cuanto al dado para el moldeo por soplado existen dos tipos en términos generales; el tipo de estrella y el de cruceta.

1.3.1 Dado de tipo de estrella

En el dibujo 9 se muestra el dibujo conceptual del dado de tipo de estrella.



Dibujo 9: Dibujo conceptual del dado de tipo de estrella

La resina que entra por la parte superior y central, va corriendo en cuatro direcciones después de chocar contra la punta del mandril (a) que está en el medio del dado, y luego pasa por el espacio entre el mandril (a) y la pared interior del dado. A medida que el espacio entre el mandril (a) y la pared del dado se reduce en forma de cono inverso, el área de flujo de la resina se reduce y después sale como Parison desde el espacio que está entre el mandril(b) y el anillo de dado.

El mandril, cuando se refiere al moldeo por extrusión, es el nombre de la parte que funciona para controlar el diámetro interior de la pared interior de la resina extruida. Por lo tanto es común denominar el mandril a las dos partes juntas (a) y (b) mostradas en el dibujo 9, pero en caso del moldeo por soplado, la parte (a) es casi siempre fija.

En cambio, la parte (b) será cambiada siempre junto con el anillo de dado con el propósito de ajustar el Parison extruido de acuerdo con el producto que se moldea. En otras palabras, mediante el cambio de las combinaciones del mandril (b) y del anillo de dado se hace la formación de Parison acorde con el producto requerido como; el producto del espesor grueso o delgado, el de diámetro grande o pequeño, etc.

Por esto, a veces se le llama a la parte (a) del mandril como “torpedo” (por la similitud de la forma) o “núcleo de dado”, y a la parte (b) simplemente como “mandril” o “diámetro interior”. De la misma manera en muchas ocasiones al anillo de dado se le llama como “boquilla” o “diámetro

exterior”.

Como acaba de mencionarse, hay que cambiar constantemente el diámetro interior así como el exterior. Para este cambio generalmente, primero se quita el tornillo sujetador de anillo para quitar la placa sujetadora del diámetro exterior y el mismo diámetro exterior. Posteriormente se quita el diámetro interior. Este diámetro interior, con frecuencia está sujetado al núcleo por el mecanismo de tornillo, pero hay que seguir el orden de cambio para hacer el trabajo de cambio. Al terminar el cambio y quedar listo, se debe ajustar el espacio entre Die land (peine de dado de roscar) y el labio de dado con el tornillo ajustador. Este ajuste se hará lentamente extruyendo poco a poco el Parison.

La parte que sostiene al núcleo para que éste quede en el centro del dado, se denomina estrella, y no existe regla especial que determine el número de ellas. Mínimo en tres puntos pero a veces llegan a tener más de 20 y 30. La cara de corte de estrella tiene que ser aerodinámica para reducir la resistencia y retención de la resina que pasa, y generalmente la totalidad de la cara interior del dado está cubierta por un cromado duro.

Ahora vamos a revisar el flujo de resina que corre dentro del dado con estrella; la resina que entra por la parte central y superior choca con el torpedo y luego se dispersa en cuatro direcciones. Luego pasa por la estrella y entra en el espacio recto que hay entre la pared interior del dado y el núcleo.

Este espacio se llama “acceso del dado”, pero comúnmente se le llama “seno”, y es aquí donde principalmente se homogeneiza la temperatura de la resina y se ajusta para dejarla en el estado adecuado para el moldeo por soplado. El volumen de este “seno” así como el diámetro del núcleo influyen mucho en la calidad del producto soplado.

En cuanto a los límites de tamaño del producto moldeado por soplado, se considera que es deseable que sea menor que el volumen ajustado dentro del “seno” desde el punto de vista cuantitativo, y que el diámetro exterior del producto sea menor que el diámetro del núcleo. Y se piensa que a pesar de utilizar técnicas como el soplado preliminar del cual se mencionará más adelante, 3 veces más es difícil y a penas podría ser un poco más de 2 veces.

La resina, después de pasar la estrella, entrando al “seno” se junta otra vez. Un tipo de marca que se forma en este momento como la de unión se denomina marca de estrella, la cual puede desaparecer al reducir considerablemente el flujo de resina al momento de correr hacia la parte (b) del mandril.

La resina, después del “seno”, pasa por el espacio entre el diámetro exterior y el interior y llega al lugar de salida, y el nombre de esta parte de donde sale al final como Parison tiene varios nombres por orden de ubicación; empezando con Die land, el orificio de dado y el labio de dado, pero a excepción de la denominación del lugar de salida como el labio de dado, no existe una clara distinción entre estos.

En Japón en muchos casos se utiliza sin distinguir entre “dado (*die*)” y “dados (*dies*)”. También en

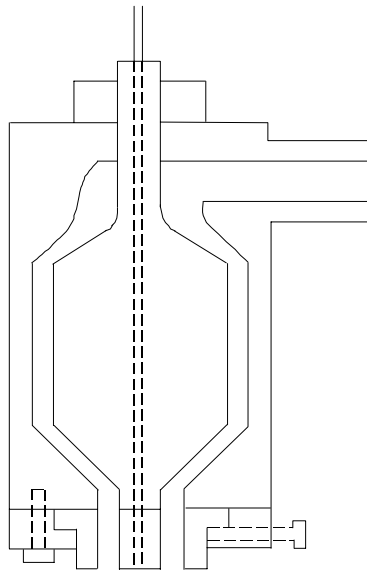
muchas ocasiones se dice “cambiar dados (*dies*)” en el sentido de cambiar los diámetros exterior e interior.

1.3.2 Dado de cruceta

El dibujo 10 es el dibujo conceptual del dado de cruceta. Los nombres de las partes son casi iguales que los del tipo estrella, pero una gran diferencia es la ausencia de la estrella debido a que el núcleo está sostenido por la columna gruesa.

La estructura es bastante sencilla, pero por la columna gruesa no se puede meter la resina por el centro de la parte superior, por lo que la resina entra por un lado y corre abrazando la columna y luego alrededor del núcleo hacia el “seno”. Por esto la marca de unión es sólo una, pero tiende a aparecer muy fuerte. Además, es difícil dar buen balance al Parison en comparación con el tipo de estrella.

Para resolver estos problemas del dado de cruceta, se ha pensado en varias medidas como; en lugar de un torpedo sencillo, hacer ranuras en el torpedo, idear algo en la pared interior del dado, pero todavía no han encontrado una solución definitiva.



Dibujo 10: Dibujo conceptual del dado de cruceta

Además, esta marca fuerte de unión da más problemas en comparación con la marca de estrella en el momento del cambio del material o del color, por lo que se está trabajando mucho para saber en qué forma se puede hacer el cambio del material y del color sin mayores problemas.

1.4 Combinación del extrusor y del dado

1.4.1 Dado de cabezal recto (Straight Head Die)

Se le denomina “Straight Head Die(dado de cabezal recto)”, “Straight Die (dado recto) ” o “Straight Head (cabezal recto)” a la forma de instalación del dado en la que el extrusor y el dado

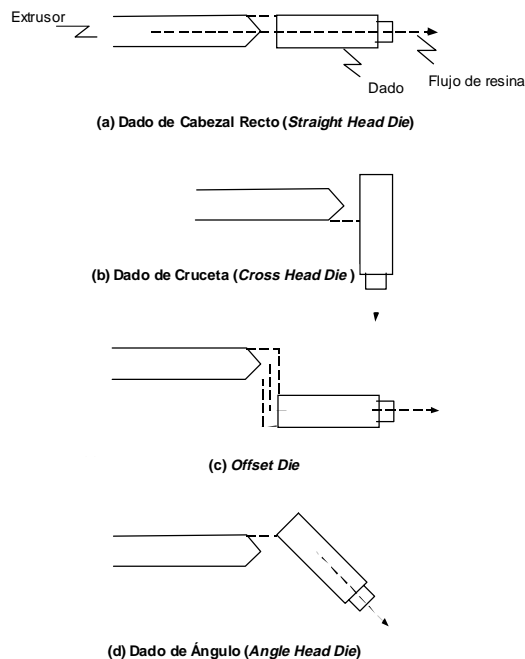
quedan sobre una línea recta como el tipo (a) del dibujo 11.

Al conectar el extrusor de tipo acumulador mostrado en el (b) del dibujo 6 con el dado de estrella mostrado en el dibujo 9, la dirección de extrusión del extrusor y la dirección de salida de resina del dado quedan colocadas sobre una línea recta dando como resultado esta forma. Además, aunque sea del tipo acumulador común del dibujo 8, si tiene área de acumulación directamente encima del dado como el (c) y (d) del mismo dibujo, forzosamente va a ser de este tipo.

En caso de Parison frío tubular, en muchas ocasiones se fabrica en el dado de cabezal recto (straight head die) de tipo horizontal.

En caso del moldeo por soplado directo, generalmente se instala el dado con la salida hacia abajo como se muestra en el dibujo 4, por lo tanto se toma la entrada de resina desde un poco lejos del lado superior del dado de estrella o del tipo acumuladora, quedando como “pseudo-dado de cabezal recto”, por lo que tiene poca aplicación.

Sin embargo, en el caso del moldeo por extrusión general, es común que se instale el dado de estrella en forma horizontal en la punta del extrusor de husillo, quedando sobre una línea recta aunque se ven como si estuvieran horizontal.



Dibujo 11: Combinación del extrusor y del dado

1.4.2 Dado de cruceta

El dado en que el flujo de resina esté desviado en 90 grados como se muestra en (b) del dibujo 11, se denomina “Dado de Cruceta (*Cross Head Die*)”, “Cabezal Cruzado (*Cross Head*)” o “Dado de Cruz (*Cross Die*)”.

Cuando se usa el dado de estrella, como se ha mencionado antes, se puede formar pseudo-dado de

cabezal recto, pero en el dado de cruceta mostrado en el dibujo 10 el flujo de resina está obligado, como principio, a desviarse dentro del dado.

En el moldeo por extrusión general se usa mucho para el proceso de recubrimiento como en un cable de electricidad.

1.4.3 Offset Die

Como se puede observar en (c) del dibujo 11, en el Offset Die el extrusor y el dado están ubicados a la misma dirección sin embargo en forma paralela y no sobre la misma línea. Este también se usa ampliamente para el proceso de recubrimiento dentro del moldeo por extrusión general.

En el caso de moldeo por soplado, el ejemplo (a) de acumulador del dibujo 6 corresponde a este tipo. En estos años existe una exigencia de formas más complicadas para los productos soplados, por lo que se necesita modificar el espesor de Parison durante el proceso de extrusión, lo cual se hace mediante el movimiento vertical del mandril. Pero este mecanismo del movimiento vertical del mandril forzosamente tiene que venir directamente encima del dado, por lo que a pesar del uso del dado de estrella, la palanca manejadora del mecanismo queda en el centro. Por esto a fuerza tiene que ser la forma como la del dado de cruceta y de Offset.

1.4.4 Dado de cabezal angulado (*Angle Head Die*)

En los que se llaman “Dado de Cabezal Angulado (*Angle head die*)” o “Cabezal angulado (*Angle Head*)”, como se puede observar en (d) del dibujo 11, el dado está colocado con un ángulo obtuso en relación con el extrusor.

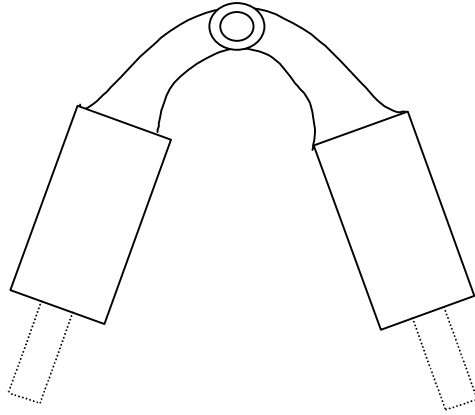
Se ven con frecuencia en las moldeadoras por extrusión general, pero en la moldeadora por soplado casi no se usa, siendo utilizados a veces en el rotativo.

1.5 Formas de la moldeadora por soplado

Aquí se mencionará sólo sobre la moldeadora por soplado directo que está conectada con el extrusor continua. Por otra parte, el extrusor continua que se usa para el moldeo por soplado es, como principio, la de husillo sencillo.

1.5.1 Tipo de cabezal sencillo

Se mostró la forma básica en el dibujo 4. En cuanto a la forma de sujetar el molde, hay dos tipos; uno en que se usa la bisagra, teniendo la barra del centro de bisagra como el eje de giro para abrir y cerrar el molde en forma de abanico (dibujo 12), y el otro es como el que se usa para el molde de la moldeadora de inyección, sujetando el molde en las placas de base y estas placas para abrir y cerrar en dirección horizontal.



Dibujo 12: Molde que usa la bisagra para abrir y cerrar

En el caso del tipo bisagra, para la producción de bajo volumen o para la elaboración del prototipo, se pone la palanca en el moldeo como se ve en líneas de puntos en el dibujo 12, y se coloca en una mesa plana para moldear por soplado maniobrando manualmente la apertura y cerradura del molde, dejando la barra de bisagra fija.

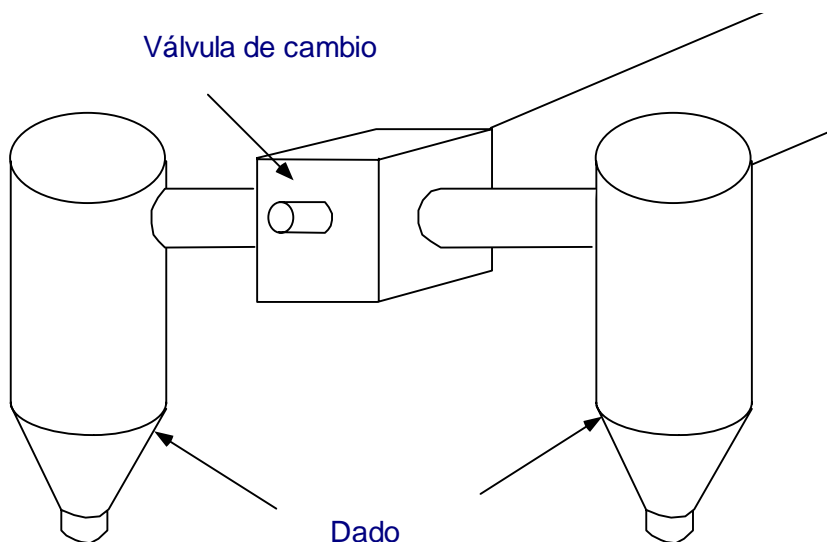
Así que en caso del tipo bisagra, actualmente se usa sólo en ocasiones excepcionales como las arriba mencionados, pero dentro de la moldeadora por soplado de tipo rotativo, hay algunas de tipo bisagra que tienen mecanismo automático de abrir y cerrar el molde con el apoyo del rodillo.

La desventaja de usar el sistema de cabezal sencillo en forma simple, es el hecho de tener que parar el extrusor cada vez que se haga un soplado.

Existe la moldeadora por soplado que cuenta con múltiples cabezales colocados en forma paralela, la cual se podría clasificar dentro del grupo de cabezal sencillo ya que su concepto básico es lo mismo, o se podría denominar independientemente como “cabezal sencillo con múltiples cabezales colocados en paralelo”.

1.5.2 Tipo de cabezal doble

En el dibujo 13 se muestra el concepto básico del sistema de cabezal doble. En este sistema se utilizan dos dados, con el propósito de evitar cada paro repetido de extrusor, lo cual es desventaja del sistema de cabezal sencillo, extruyendo el Parison necesario para sólo un dado. Se cambia por la válvula que está en el medio de cabezal doble para hacer que la resina fluya hacia otro dado haciéndola fluir en forma intercalada. Por lo que con este sistema es factible una operación continua y eficiente del extrusor.



Dibujo 13: Dibujo conceptual del sistema de cabezal doble

En otras palabras, mientras se está extruyendo el Parison en la cantidad necesaria por un dado, en la otra parte el molde toma el Parison extruido por otro dado, terminando el moldeo soplando el aire y se saca el producto terminado.

Al repetir estas operaciones con sincronización adecuada, se hace posible el moldeo constante sin paros. Para esto, hay que poder ajustar el volumen de extrusión del extrusor de acuerdo con esta sincronización necesaria. En general se hace el ajuste del volumen de extrusión mediante la modificación de las revoluciones del husillo. En ocasiones se usa la caja de velocidad sin cambios, pero normalmente se usa la caja de velocidad por engranajes de más o menos cuatro cambios.

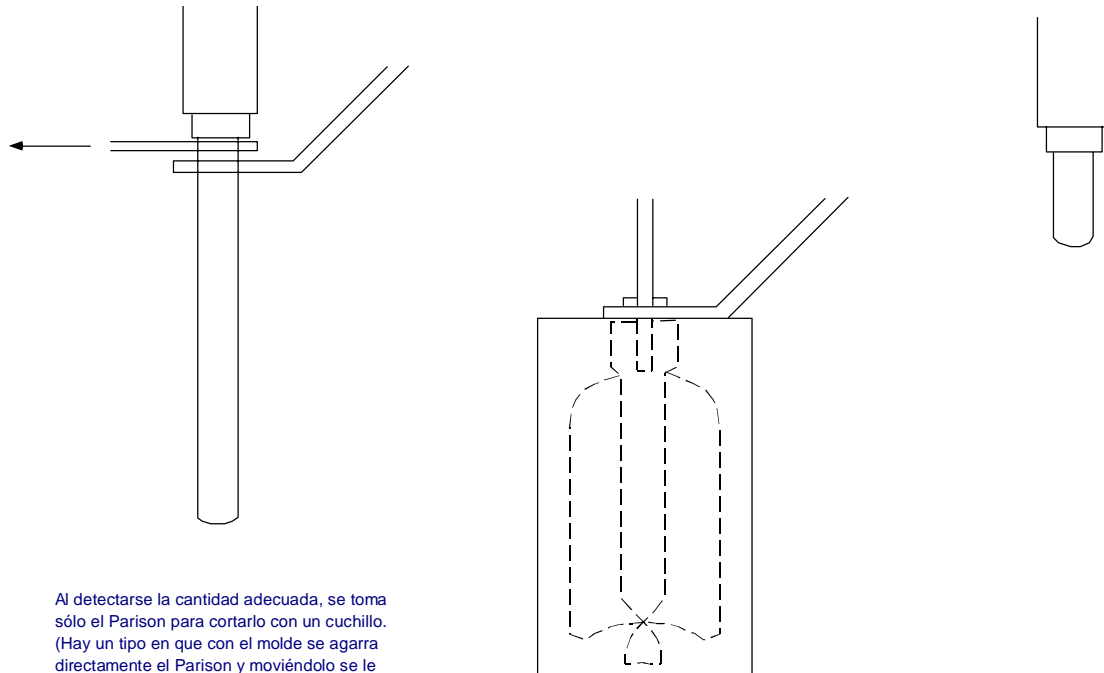
En cuanto al sistema de cierre del molde, normalmente es del sistema automático de apertura y cierre que se ejerce moviéndose en forma paralela, pero para la producción de bajo volumen muy raras veces se usa el sistema de bisagra manual.

1.5.3 Tipo Cutoff

Otra denominación de este sistema es "Pinch off". En el inciso anterior se mencionó que nació el sistema de cabezal doble para mejorar el defecto que tenía el de cabezal sencillo de tener que parar cada vez el extrusor debido a que el soplado se ejerce en forma intermitente. Pero el sistema de cabezal doble también tiene sus desventajas, por lo que se ha desarrollado y puesto en uso práctico muchos sistemas diferentes de moldeo, tomando el cabezal sencillo como base. Este sistema de Cutoff también es uno de estos desarrollos.

Hablando de los problemas del sistema de cabezal doble, uno de ellos sería obviamente la necesidad de dos dados y otro sería la de la válvula de cambio y del ducto de distribución de resina. Estas partes no sólo se convierten en el lugar de retención de la resina, provocando problemas en el cambio del color y del material, sino imposibilitan el moldeo del material de fácil degradación como la resina de cloruro de vinilo.

Este sistema de Cutoff fue diseñado para hacer la operación continua sin parar el extrusor, aprovechando la ventaja del sistema de cabezal sencillo; al detectarse la cantidad adecuada de Parison que sale de la boquilla, se agarra el Parison en la posición de la boquilla (die lip/labio de dado), se corta moviéndolo hacia ambos lados donde se sujeta con el molde para soplarlo con aire. Por supuesto, desde la boquilla sigue saliendo el Parison para los siguientes moldeos sin parar. (Véase dibujo 14)



Al detectarse la cantidad adecuada, se toma sólo el Parison para cortarlo con un cuchillo. (Hay un tipo en que con el molde se agarra directamente el Parison y moviéndolo se le sopla con aire.)

Se toma el Parison y se mueve, luego se toma con el molde para soplarlo con el aire.

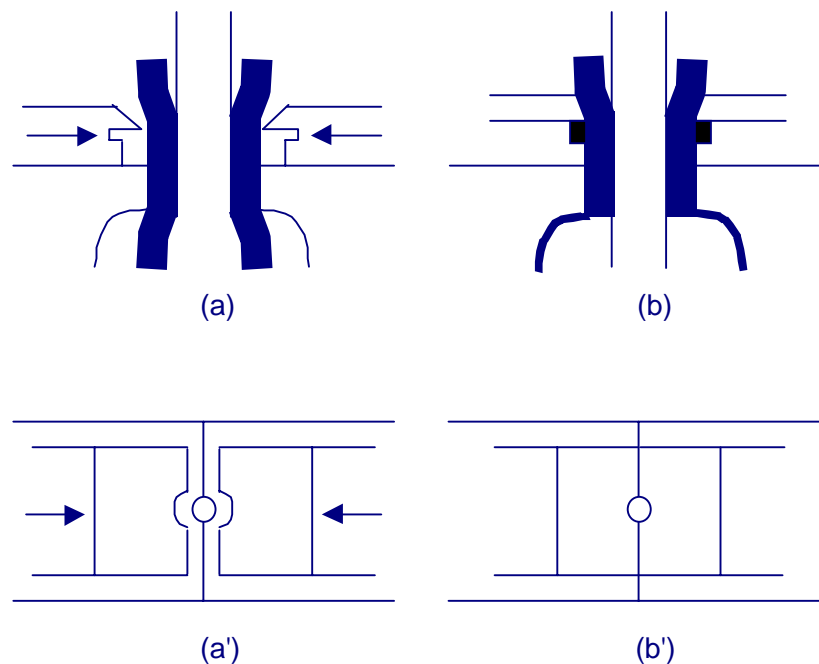
Dibujo 14: Dibujo conceptual del sistema de Cutoff

En general como se muestra en el dibujo 14, se toma el Parison y luego se lleva hasta donde está el molde para después soplarlo, pero como una variación de esto hay un tipo que se usa mucho en donde el molde en sí se mueve hasta donde está el Parison para sujetarlo y cortarlo, y regresando a su lugar original se le sopla con aire.

Por otra parte hay otro tipo en que está combinada una máquina moldeadora grande con el acumulador, y se sujeta el Parison extruido por el acumulador y se lleva hasta donde está el molde. Después de cerrar el molde, se le sopla el aire. Considero que este tipo deberá ser clasificado dentro del tipo de acumulador por su funcionalidad.

La boca de donde se sopla el aire podría encontrarse en la parte superior tanto como en la parte inferior.

Otra ventaja importante de este sistema es la facilidad para automatizar el acabado de la boca de producto.



Dibujo 15: Ejemplos conceptuales del acabado automatizado de la boca del producto por sistema de Cutoff

En el dibujo 15 se muestra el dibujo conceptual del dispositivo para el acabado automatizado de la boca del producto en forma de botella. Hablando del procedimiento, primero al Parison cortado y transportado se le mete por arriba una guía del diámetro interior que sirve para controlar el diámetro interior de la boca de producto. En este momento, o sea inmediatamente antes de cortar el Parison se le mete una poca cantidad de aire. A este proceso se le denomina “pre-soplado”. Se hace esto para dar falcidad al meter la guía del diámetro interior abriendo un poco la boca del Parison que se cortó. Así como estos, es necesario tener varios detalles de las técnicas de operación.

En (a) y (a') del dibujo 15 se muestra el estado inmediatamente después de haber cerrado el molde y metido la guía del diámetro interior. Después de este estado, si se cierra la cuchilla por presión neumática o por hidráulica para cortar a presión la boca del producto, se queda como (b) y (b') del mismo dibujo. Lo que resta de la operación es solamente rebabear la parte innecesaria.

En muchas ocasiones no se corta bien la parte de boca sólo con la cuchilla, y en estos casos se puede asegurar el corte con la ayuda de vueltas que se da a la guía metida del diámetro interior.

Se puede aplicar este sistema de acabado automático de la boca no sólo al sistema de Cutoff sino también a otros sistemas, siempre que se use la introducción de la boquilla del diámetro interior.

Por otra parte, el moldeo por el sistema de Cutoff no siempre es de cabezal sencillo, sino en muchos casos se utilizan el cabezal múltiple colocado en paralelo sin válvula de cambio (dos o a veces más de tres cabezales).

1.5.4 Tipo rotativo

Es un método de moldeo en que múltiples moldes, hasta un poco más de 10 moldes, están colocadas sobre la misma circunferencia, y se mueven los moldes uno por uno para recibir el Parison que fue suministrado continuamente por otro mecanismo, luego al terminar el suministro de Parison, se cierra el molde uno por uno para soplarlo con aire.

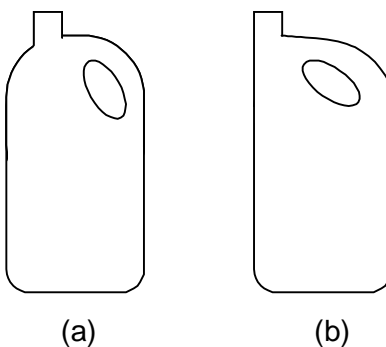
En cuanto a la colocación de moldes, básicamente son dos tipos; uno en forma horizontal como el carrusel y otro en vertical como la rueda de molino de agua. También existe otro tipo que está entre el primero y el segundo, es decir se da giro en forma oblicua a lo largo de una superficie sostenida en tal forma.

Las formas de suministro del Parison hacia el molde son básicamente dos. La forma de suministrar el Parison continuo es más común, pero también existe la forma no muy común que es el tipo en el cual los moldes que se abren y se cierran lateralmente están colocados en forma perpendicular sobre la circunferencia de la mesa que se gira en dirección horizontal y se les suministra el Parison con el sistema Cutoff.

Antes, para los productos un poco grandes se usaba el tipo horizontal (rotación horizontal como el carrusel), y para los productos relativamente delgados y/o chicos el vertical (rotación vertical como la rueda de molino de agua), pero actualmente sin distinción de tamaño del producto, casi no se ve de otro tipo que no sea tipo vertical (rueda de molino de agua).

Además, en la época en que el tipo rotativo fue recién desarrollado este método se aplicaba mucho para elaborar productos delgados y pequeños, pero actualmente la mayoría de dichos productos están producidos por Cutoff, y en cambio, ahora se usa principalmente para la elaboración de los recipientes de formas irregulares que no se puede hacer por Cutoff.

Por ejemplo, como se muestra en (a) del dibujo 16, aunque sea un recipiente de forma irregular con asa, si la boca está cerca de la línea central, se podría elaborar fácilmente con el método de Cutoff. Sin embargo, si se sale mucho de la línea central como (b), ya no se puede elaborar por Cutoff, sino hay que usar el tipo rotativo.



Dibujo 16: Ejemplo de recipientes de forma irregular

En cuanto al método de soplar el aire hay dos; el de punzón (*Needle*) y otro de aguja de jeringa. El método de punzón es principalmente para los productos delgados, pero ya que últimamente no se elaboran los delgados con el sistema rotativo, se podría decir que la mayoría del soplado se hace con el de aguja de jeringa.

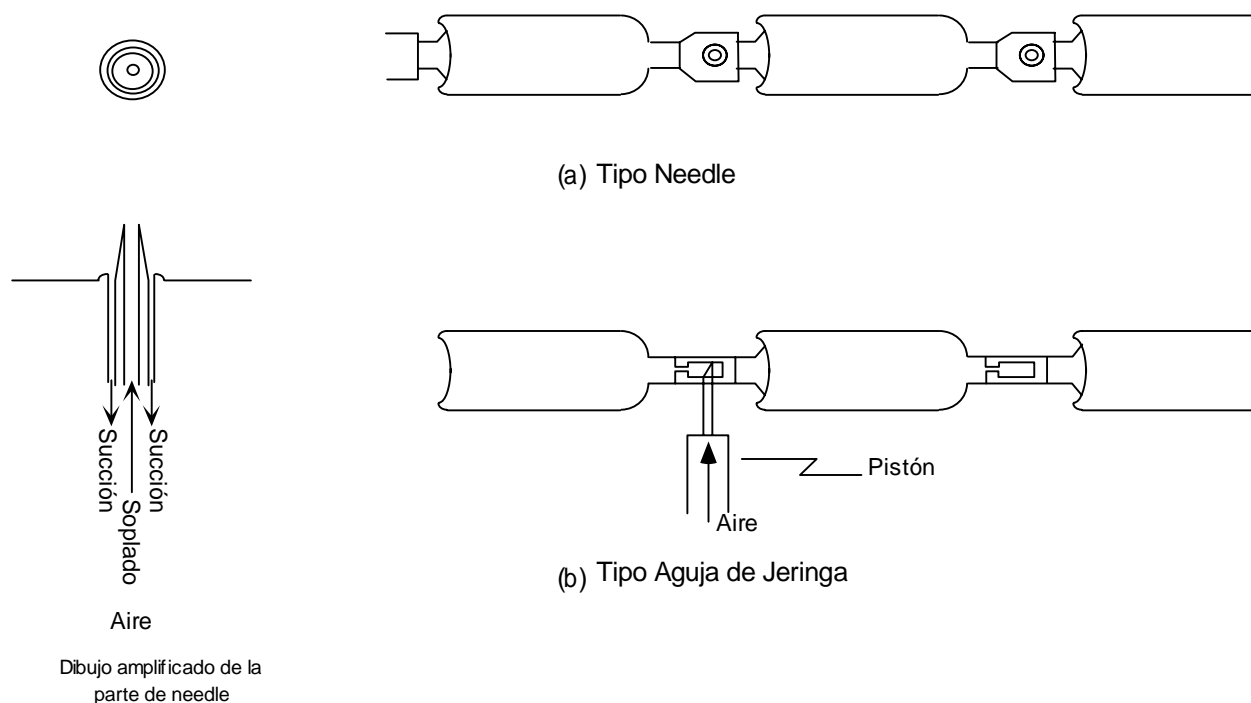
En el dibujo 17 (a) y (b) se muestra los dos conceptos arriba mencionados.

Es decir, en caso del método de punzón, o sea (a), en una parte de la cara interior del molde donde después se quitará en el proceso de acabado, se fija un dispositivo en forma de aguja o punzón para meter el aire desde allí. A su alrededor hay un dispositivo para aspirar el aire con el propósito de jalar el Parison hacia ese lugar.

En el momento en que el molde sujeta el Parison, primero se trabaja el aspirador de aire para jalar y acercar una parte de Parison hacia ese lugar. En este momento el Parison todavía está delgado y suave por lo que la punta del aspirador de aire está aguda como una aguja. Por lo tanto esta punta entra y penetra fácilmente la pared de Parison de tal manera que se pueda meter el aire con facilidad.

(b) del dibujo 17 es el método de aguja de jeringa, y hay dos formas de meter esta aguja; una en que se mete a presión desde la cara de partición de la parte donde se sujetó el Parison, y otra en el que se introduce desde la pared exterior del molde hacia la pared interior del mismo penetrando la pared del Parison con un ángulo perpendicular u oblicuo.

En cuanto a la forma de apertura y cierre del molde, además de lo que se presentó como una forma no muy común, hay dos formas; una del tipo de movimiento paralelo en dirección vertical o horizontal viendo hacia afuera en relación con la circunferencia. Otra de apertura de abanico en que un lado del molde está colocado en forma fija sobre la circunferencia y se abre con apoyo del rodillo, teniendo a la bisagra como el eje de apertura y cierre.



Dibujo 17: Introducción de aire en el moldeo por soplado de tipo rotativo

En cuanto al sistema de suministro de Parison, hay un sistema en que el Parison sale hacia abajo desde la parte inferior del molde, y otro en que el Parison sale empujado desde la parte superior del molde.

En cuanto al acabado del producto, el primer rebabeo se hace en el momento en que sale el producto del molde eliminando el Parison que quedó en la parte inferior del producto, y el siguiente rebabeo se hace apretando fuertemente con un dispositivo para cortar la rebaba que está alrededor del cuello. Y según la necesidad, se hace el acabado alrededor de la boca de acuerdo con la forma. Si el cuello no es tan grande, es suficiente con el tipo de guillotina sujetando bien esta parte.

En cuanto al tipo de producto, como se mencionó antes, anteriormente se elaboraban mucho los recipientes de espesor delgado para alimentos como la mayonesa, el puré de jitomate, el catup y el aceite vegetal, etc. Pero actualmente la mayoría de estos productos se fabrican por Cutoff y/o por soplado con orientación biaxial de PET. Además, la máquina moldeadora se hace cada día más grande y la máquina que puede elaborar en una fila o doble fila productos de 5 ~10 lit. con un peso de 0.5kg ~ 1.0kg, ocupa un lugar importante. Al mismo tiempo, como se mencionó antes, muchos de los productos que se elaboran con esta técnica actualmente son los recipientes de formas irregulares que tienen cierta dificultad al moldearlos con técnica de Cutoff.

1.5.5 Soplado de formas irregulares

(Soplado de funcionamiento, soplado de alta tecnología, soplado de ingeniería)

Arriba se pusieron varias denominaciones, pero parece que todavía no hay una denominación única.

Desde el punto de vista de la definición de palabras, se podría decir que es una técnica de moldeo por soplado que busca una función o una utilidad más allá de lo que se espera de un simple recipiente de forma sencilla.

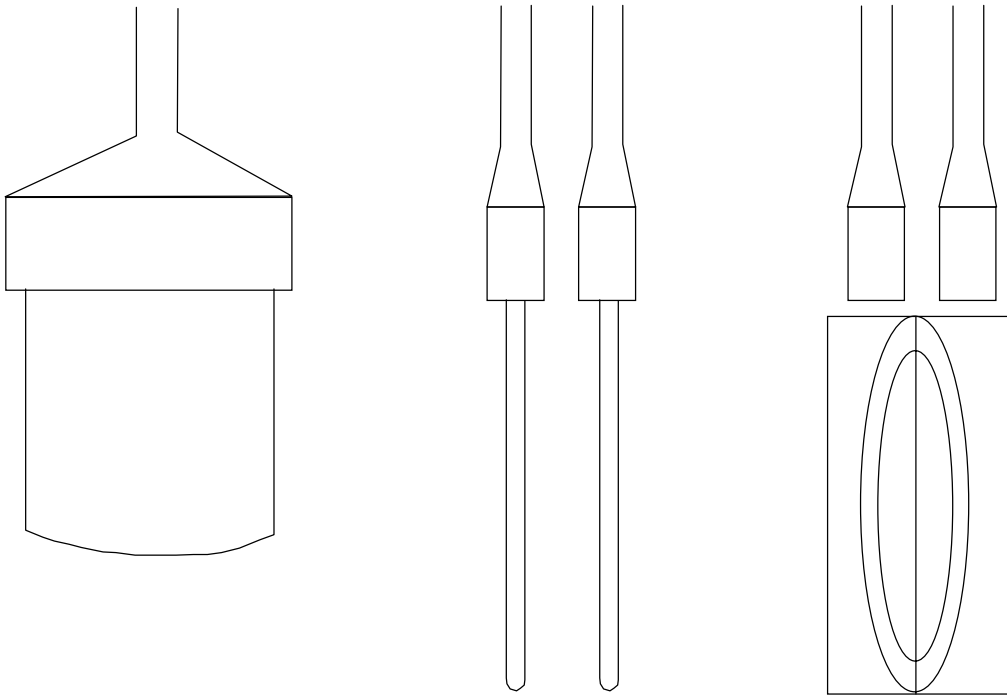
El desarrollo de nuevos productos en esta técnica es activo, sobre todo en las autopartes es muy dinámico, y no es nada difícil nombrar algunos ejemplos como es el tanque de combustible, el ducto, el quemacocos, freno aerodinámico (*Spoiler*), defensa (*Bumper Beam*), el carburador, el flotador del medidor de combustible, etc.

Además de las autopartes, esta técnica está incrementando mucho su uso en otros productos, a medida que se desarrollen los nuevos materiales que permiten moldear por soplado como son; los muebles como la mesa y la silla, la maleta o maletín que aprovecha la flexibilidad dada por la doble pared, los artículos de oficina y los estuches de artículos electrodomésticos del área de moldeo de tamaño grande, en el que antes se usaba la inyección pero fue sustituido por esta técnica debido a que la inyección llegó a su límite por varias razones como el alto costo del molde, los artículos deportivos y de recreación, las tarimas industriales hasta los artículos de construcción. Es la técnica que tiene todavía más futuro. Sobre este punto, se mencionará más con detalles también desde el punto de vista de la máquina moldeadora.

2. Moldeo por Soplado de Película

Antes se mencionó que el origen del moldeo por soplado está en la técnica primitiva de elaborar muñecas, pelotas u otros juguetes huecos; primeramente calentando dos hojas de celuloide para luego juntarlas, cubrirlas con molde de dos partes y luego soplarlo con aire para inflarlo. Si se recuerdan de este origen, la técnica de soplado de película podría ser el concepto más básico.

Es decir que en caso del moldeo por soplado común (soplado directo), se usa el dado circular (la cara de corte de Parison es circular). En cambio, como se muestra en el dibujo 18, en esta técnica se usan las películas, que son extruídas por dos dados de tipo T paralelos para luego ser tomado por el molde y ser soplado con aire, por lo que hay que cortar toda la circunferencia para quitar la rebaba.



Existen varios métodos del soplado de aire; el soplado superior, soplado inferior y el soplado lateral. Hay ocasiones en que se sopla directamente desde la parte trasera exterior, utilizando jeringa.

Dibujo 18: Dibujo conceptual del soplado de películas

La forma común para introducir el aire es el método de aguja de jeringa con pistón, pero ya que en muchos casos son los productos de espesor relativamente grueso, no es necesario insistir en el método más común, que es introducirla por la cara de unión de molde donde se agarra la rebaba.

También se usa con frecuencia el método de introducir la aguja directamente por la parte trasera pero no es importante,. En este caso, si el espesor de la resina es grueso, no hay problema que se meta la aguja con un ángulo perpendicular, pero si es delgado, hay que meterla con un ángulo oblicuo de tal manera que se pueda aprovechar la flexibilidad de la resina para que selle sólo, o es necesario escoger un lugar donde la posición de Parison esté cerca de la cara del molde.

La ventaja de esta técnica de soplado de películas es poder moldear productos planos y grandes con menos variación en el espesor como el quemacoco, Spoiler, tabla de Surfing. En cambio las desventajas son por ejemplo; que se necesita muchos procesos posteriores para el acabado debido a que hay que cortar toda la circunferencia; sale un gran volumen de rebaba en comparación con el producto terminado; se necesita ingenio para eliminar el aire que está entre la resina y el molde.

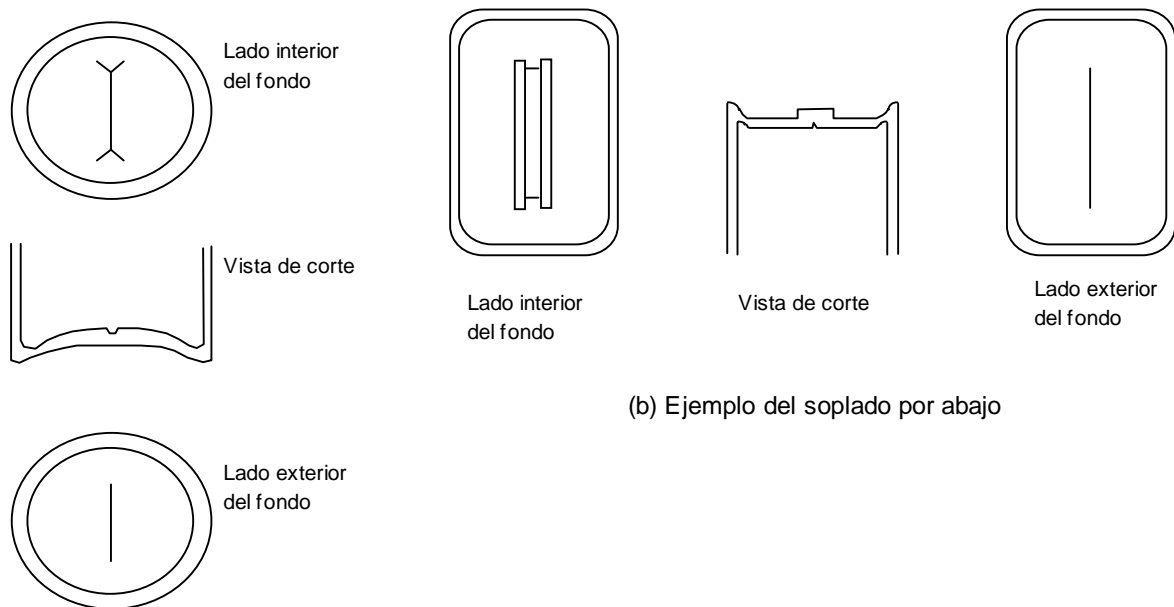
Por lo anterior, aunque por un tiempo bajó considerablemente la demanda debido al mejoramiento estructural del mandril del dado circular y del anillo exterior en otras técnicas, nuevamente en estos años esta técnica empezó a llamar la atención debido a los requerimiento de calidad en

productos grandes y planos.

3 Moldeo por inyección y soplado

El defecto más importante del producto de soplado hecho con Parison tubular sin fondo, es la huella de unión que se presenta en el fondo al agarrar el Parison. Esta huella de unión a veces puede llegar a ser fatal en caso de usar este producto soplado como recipiente.

En el dibujo 19 se muestran las formas en que aparecen estas huellas de unión en producto elaborado por soplado directo. (a) muestra la forma del fondo de botella hecha por un método normal llamado “soplado por arriba”. Esta huella que se presenta en el fondo, en muchas ocasiones no llega a ser obstáculo para la apariencia, por lo que no se considera como problema para el funcionamiento del producto, sin embargo, si se usa como recipiente para alimentos o para líquidos de alta viscosidad, llega a ser fatal.



(b) Ejemplo del soplado por abajo

(b) Ejemplo del soplado por arriba

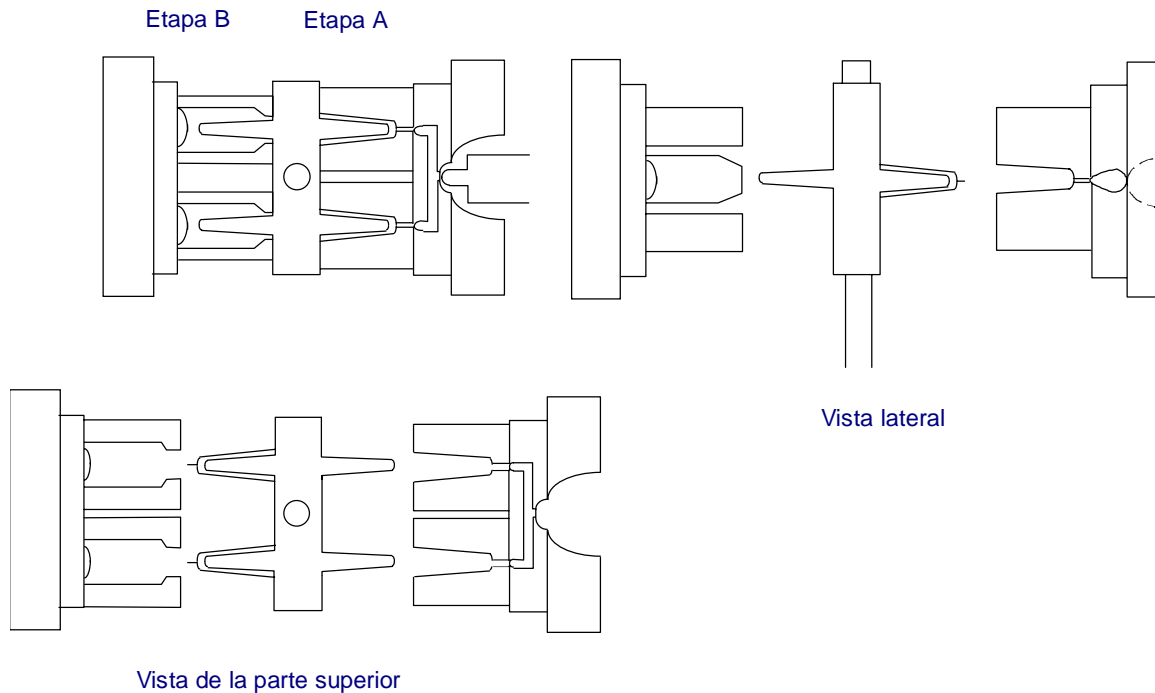
Dibujo 19: Huellas de unión que se presentan en el fondo del producto soplado de Parison tubular.

El ejemplo (b) arriba mostrado tiene la denominación de “soplado por abajo”. En esta técnica la parte superior de Parison es el fondo del producto y aparece notablemente menos la huella de unión en el lado interior del producto, pero para usar esta técnica, el producto tiene que ser de cierto tamaño para arriba (como referencia, mínimo 1 lit de volumen y 0.5kg del peso), si no, la productividad baja, y provocarán otra huella de unión en el lado exterior del fondo.

Para eliminar estos defectos, va a ser necesario utilizar el Parison que no genere esta huella de unión, en otras palabras, un Parison con fondo libre de huella de unión.

Ante esta demanda apareció la técnica de inyección y soplado. O sea, primeramente se forma por inyección el Parison con fondo plano y libre de huella de unión, y luego se lleva a cabo el soplado de aire dentro del molde especial para soplado.

En los dibujos 20 ~ 22 se muestran los conceptos generales de la máquina moldeadora por inyección y soplado con Parison caliente. La máquina del dibujo 20 es algo como si estuvieran pegadas la máquina inyectora y la sopladora en sus espaldas.



Dibujo 20: Dibujo conceptual de la máquina moldeadora por inyección y soplado con Parison caliente (Tipo rotativo sólo el núcleo)

Primeramente en la etapa A se moldea por inyección el Parison con fondo, y luego se abre el molde. Dejando así el lado de cavidad allí mismo se traslada girando sólo el lado de núcleo con Parison moldeado hacia la etapa B, donde dicho Parison será colocado en el molde para ser soplado por aire a través del lado de núcleo y formar la botella. (En ese instante, en forma paralela está moldeando el siguiente Parison en la etapa A.) Al terminar el moldeo, se abre el molde de soplado y se saca el producto botándolo del molde.

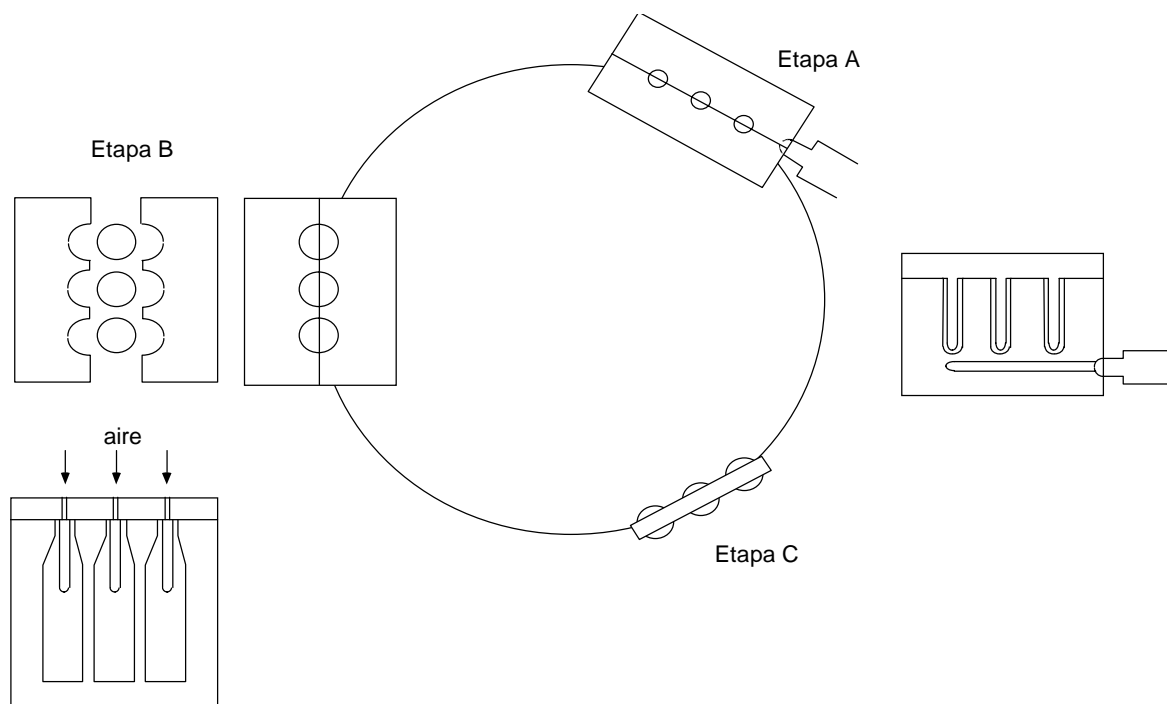
Los estilos mostrados en los dibujos 21 y 22 son los que ocupan los principales lugares actualmente dentro de la máquina de inyección y soplado con Parison caliente.

Es decir, los dos están formados de las siguientes tres etapas; etapa de formación de Parison (etapa A), etapa de soplado (etapa B) y etapa de botado (etapa C).

El tipo rotativo en perpendicular y horizontal, mostrado en el dibujo 21 es la repetición de los

siguientes procesos;

- Primeramente en la etapa A se forma Parison.
- Se abre el molde en dirección derecha e izquierda para quitar el Parison de la cavidad.
- El lado de núcleo todavía con Parison pegado se mueve hacia arriba y luego se gira en dirección horizontal y se para llegando a la etapa B.
- El molde para soplado ubicado en etapa B espera la llegada del Parison con forma abierta. Al llegar el Parison donde está el molde de soplado, el Parison con todo lo demás entra al molde, y luego el molde se cierra.
- Se sopla el aire para formar la botella.
- Se abre el molde de soplado. El núcleo, teniendo todavía el producto, una vez se mueve hacia arriba y después se traslada girando hacia la etapa C para botar allí el producto.



Dibujo 21: Dibujo conceptual de la máquina moldeadora por inyección y soplado con Parison caliente (Tipo rotativo del núcleo en dirección perpendicular y horizontal)

La mayoría de las máquinas moldeadoras por inyección y soplado de este tipo cuenta con la función de moldeo con orientación biaxial.

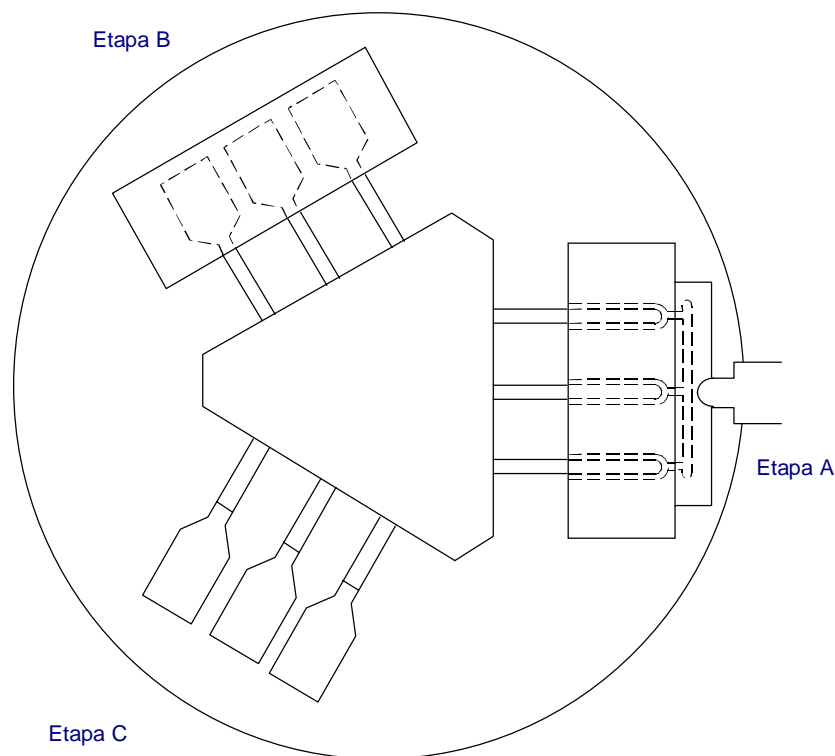
La primera extensión, es decir, la extensión en dirección vertical se hace dentro del molde de soplado en la etapa B, en donde sale un tipo de palo desde el centro del núcleo para extenderlo antes de inyectar el aire.

La máquina mostrada en el dibujo 22, que gira en forma horizontal y acostada, es el tipo más sencillo dentro de las máquinas moldeadoras por inyección y soplado con Parison caliente.

El molde en las etapas A y B se abre en dirección vertical y de acuerdo con este movimiento el eje central de giro con el núcleo sube la mitad de ese volumen para poder girar. Este tipo de máquina no siempre cuenta con el mecanismo de orientación biaxial.

Para la formación de Parison por inyección y soplado, siempre se usa el sistema de colada caliente. En caso del sistema de Parison caliente que se mencionó aquí, la formación de Parison en una operación es de hasta un poco más de 10 como máximo, sin embargo, si se usa el sistema de Parison frío el cual se mencionará más adelante, en algunas ocasiones se forman más de 200 o 300 piezas en una operación, por lo que va a ser un factor importante la técnica de colada caliente.

Las ventajas de la técnica de moldeo por inyección y soplado son varias como son; no generar huella de unión en el lado interior del fondo así como no ser necesario el acabado posterior del alrededor de la boca y otras partes, lo cual es indispensable efectuar generalmente en la botella moldeada por soplado. Además, en comparación con el producto moldeado por soplado directo en general lo anterior, permite controlar hasta en un mínimo la variación del peso y del espesor del producto, y por consiguiente la variación del volumen para el contenido También se puede decir que tiene ventajas desde el punto de vista del control de calidad y de la administración de producción, por ejemplo, por tener menos problemas de descentrado.

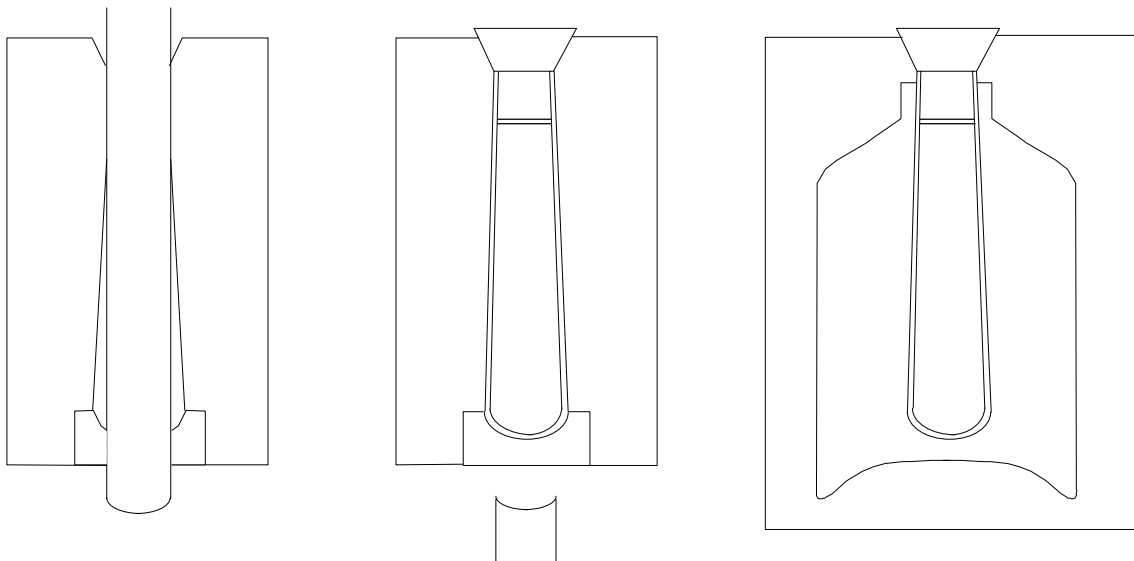


Dibujo 22: Dibujo conceptual de la máquina moldeadora por inyección y soplado con Parison caliente (Tipo rotativo del núcleo en dirección horizontal y forma acostada)

4. Moldeo por soplado con Parison tubular con fondo formado posteriormente

Teóricamente este método debería de estar dentro del grupo del moldeo por soplado directo, sin embargo, por el mérito de haber mejorado considerablemente el estado de la huella de unión del fondo, que era un defecto importante del moldeo por soplado en general, consideré que sería mejor tener un inciso independiente para este método para hacer la comparación con el moldeo por inyección y soplado.

La forma básica de este moldeo, como se muestra en el dibujo 23, es el siguiente procedimiento; primero, con el molde de preformado se hace el presoplado en la parte del fondo de Parison que fue extruído previamente con el fin de cerrarla. Al mismo tiempo, se elimina el Parison sobrante como rebaba. Como se puede observar en el dibujo, la forma de cierre es semicircular debido a que la forma de la parte que toma Parison es semicircular, por lo tanto la forma del fondo de Parison preformado es hemisférica, lo cual no deja huella de unión, típica del moldeo por soplado, después de ser soplado en el molde definitivo para elaborar un producto terminado.



Dibujo 23: Dibujo conceptual del moldeo por soplado con Parison tubular con fondo formado posteriormente

Al observar bien, se ve levemente una huella de unión, pero es bastante leve.

A veces este sistema de Parison con fondo de formado posterior se usa combinado con el soplado con orientación biaxial del que se mencionará más adelante.

5. Método de Parison frío

El método que se mencionó hasta aquí es el de Parison caliente, en que se elabora el producto en forma continua desde el momento inicial del suministro de material en forma de pelet, mezcla y plastificación de la resina, formación de Parison, hasta el proceso de soplado. En cambio, el método de Parison frío es el que se llevan a cabo separadamente los procesos de formación de Parison y el de soplado. En otras palabras, la formación de Parison se hace en proceso independiente ya sea por extrusión o por inyección, y se enfría y se solidifica. Posteriormente se recalienta antes de soplarse para que este proceso de soplado se realice en otro proceso separado.

Desde el punto de vista de la energía, nos da la impresión de que este método es irracional, pero ya que tiene varias ventajas como las siguientes, se usa ampliamente para la producción masiva de recipientes de forma relativamente sencilla.

No será necesario decirlo nuevamente, pero el problema de mayor importancia para el moldeo por soplado no está en el proceso de moldeo en sí, sino en el almacenamiento y la transportación del producto fabricado. Hay una expresión que se usa mucho para indicar un trabajo en vano, la cual es “es como si se llevara el aire!”. La transportación del producto soplado, sobre todo el producto soplado como recipiente, coincide precisamente con esta expresión, ya que se está transportando el mismo aire.

Por lo anterior, es natural que desde etapas tempranas se inició el esfuerzo de hacer By-plant o In-plant cerca de la planta embotelladora.

Por otra parte, si se analiza desde el punto de la optimización de producción, no se puede negar que la productividad de Parison en el método de Parison caliente, ya sea por extrusión o por inyección, está limitado considerablemente por las condiciones del soplado.

En otras palabras, si es moldeo por extrusión y soplado, hay que modificar (o bajar) la velocidad de extrusión de acuerdo con la del soplado. Para este fin el extrusor que está conectada directamente con el soplador, tiene el ajustador del volumen de extrusión, que normalmente es de más de 4 niveles (caja de engranes para el cambio de niveles ~ cambio de velocidad sin niveles). Si es moldeo por inyección y soplado, también hay que dar más espacio entre los núcleos más de lo necesario y además hay que dar limitaciones más estrictas para la colocación. Además, desde el punto de vista del ciclo de disparo, incluyendo el tiempo necesario para el giro en etapas, se podría decir que no es productivo.

Además hay muchas ventajas que podemos mencionar como son; la relativa facilidad de estandarizar los tipos de Parison, a pesar de las variedades y diferencias que puedan tener las formas de los productos; la facilidad para optimizar la producción, al separar la línea de producción, siendo el proceso de formación de Parison independiente del proceso de soplado; y al separar el proceso de producción como se mencionó arriba, resulta más económico el costo de cada máquina y como consecuencia el de la totalidad de las instalaciones para la producción de la misma cantidad, y se requiere de menos espacio para las instalaciones de producción; además se facilita el control de producción y de calidad.

En caso de productos que usen envase de producción masiva, normalmente no se hace todo el proceso de producción desde el inicio hasta el embotellamiento en un lugar en forma concentrada. En general, aunque se hace la producción de relleno en forma concentrada, el proceso de embotellamiento del envase del producto final para la venta se hace en forma separada en los lugares cercanos al mercado de consumo.

Por esto, la forma de operación que más se observa comúnmente es; se elabora en forma centralizada sólo el Parison aprovechando bien la capacidad del extrusor o de la inyectora, y luego de acuerdo con las necesidades, se hace el moldeo por soplado en una planta moldeadora pequeña que está cerca de la planta embotelladora para entregar los productos soplados inmediatamente a la línea de embotellamiento, y luego se envía el producto relleno.

Además, si el producto está en forma de Parison, ante la fluctuación por temporada o por la demanda regional, se puede hacer fácilmente el almacenamiento y el traslado necesarios, obteniendo de tal forma la ventaja en el costo integral incluyendo el costo de producción.

Por otra parte, en caso de Parison caliente, sobre todo los de soplado directo, a pesar de que se han reducido, aun persiste la fluctuación de calidad (moldeabilidad) entre los lotes y tiene la facilidad de afectar en la calidad de producción por factores externos como el voltaje de electricidad y el medio ambiente, los cuales se han convertido en principales factores para dar una impresión de la dificultad en el control de calidad y en la administración de producción para el moldeo por soplado en general. Además, se podría decir que muchos de estos factores han surgido en la etapa de formación de Parison como los ya mencionados.

En este sentido, en caso de Parison frío, se puede confirmar la moldeabilidad de soplado de cada lote en el estado de Parison. Según la necesidad, se puede hacer Lot-out, o tomar algunas medidas, por ejemplo modificar un poco las condiciones de calentamiento con el fin de minimizar los problemas.

Ahora, aunque no se puede decir que es particularidad del método de Parison frío, el moldeo por soplado con Parison frío se hace en un rango de menor temperatura en comparación con el de Parison caliente, por lo que hay menos problemas de colgado y el acabado de la boca, que en caso de Parison tubular es problemático, se hace con más facilidad, metiendo la guía del diámetro interior como en el caso de Cutoff, aplicando el anillo de corte para cortar y luego girando el diámetro interior para cortarlo con precisión.

En cuanto al moldeo por soplado de una resina fácil de degradar como la resina de cloruro de vinilo, si es método de Parison caliente, se puede usar el método de Cutoff y el tipo rotativo. Si es el método de Parison frío tubular, la posibilidad de producción continua y estable es mucho mayor debido a la simplificación del proceso.

Como se ha mencionado antes, el método de Parison frío ha venido desarrollándose y creciendo con el propósito principal de fabricar recipientes relativamente chicos en forma masiva. Sin embargo, si se cambia el punto de vista, se podría decir que es una técnica muy apropiada para evitar colgado, que es uno de los problemas importantes del soplado directo.

Actualmente, en el mercado hay muchas resinas plásticas que tienen múltiples funciones bajo la denominación de “plástico de ingeniería”. Al mismo tiempo está creciendo la demanda del producto de soplado que aprovecha dichas funciones de la resina, llamándoles como “soplado de plástico de ingeniería”. Ante esta demanda, el plástico de ingeniería también está desarrollando los grados para el uso de soplado, por lo que casi con la mayoría del plástico de ingeniería se puede moldear por soplado, pero todavía falta bastante para trabajar con ellos sin libres de preocupaciones.

Si se analiza el por qué de esto, se podría decir que es porque queremos e insistimos en poder usarlo con soplado directo.

Aunque pareciera retroceder un paso hacia atrás, podría ser una medida el iniciar primeramente con Parison frío lo que podría ser difícil. Al hacerlo así, creo que resultaría más fácil resolver problemas difíciles como el cambio de material y de color, los cuales son realmente puntos débiles para el moldeo por soplado y de esta manera se podría desarrollar considerablemente en forma integral. El hecho de que el moldeo con orientación biaxial primeramente haya empezado con Parison frío también podría ser un ejemplo importante.

6. Moldeo por soplado con orientación biaxial

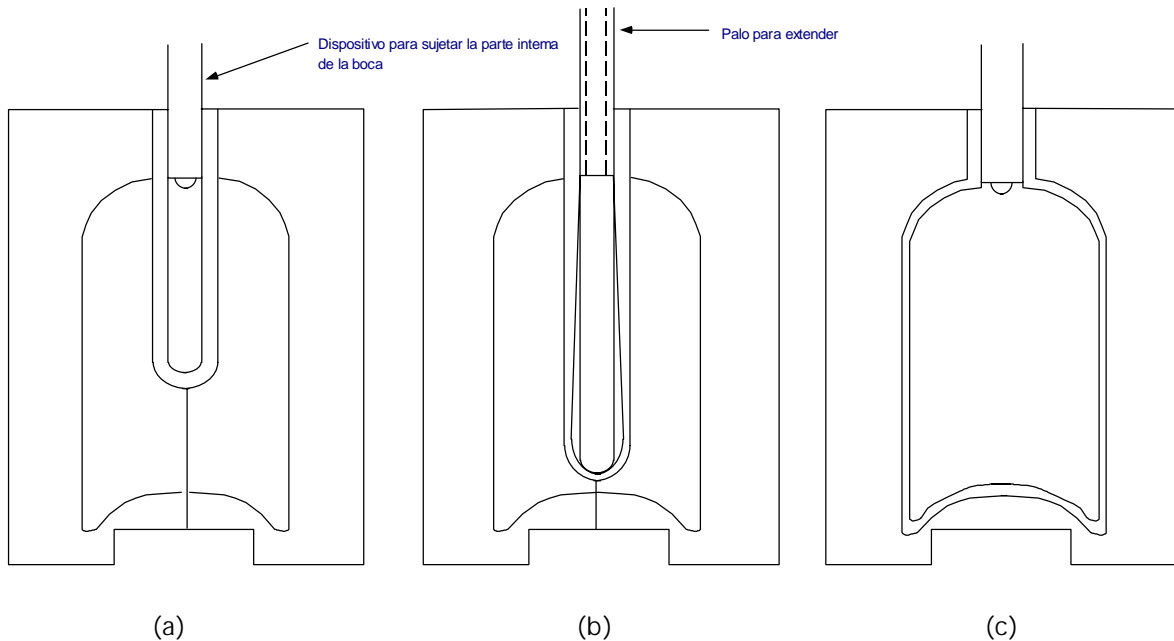
A veces se denomina “el moldeo por extensión” y otras veces “el moldeo con orientación” biaxial.

Al extender mecánicamente la resina termoplástica, sobre todo la termoplástica cristalina mecánicamente a una temperatura inferior al punto de fusión, se provoca la orientación molecular en la dirección de extensión, incrementando las características mecánicas. La película que está extendida en forma bien balanceada en dos direcciones vertical y horizontal, se denomina en especial como “película con orientación biaxial”, la cual, además de contar con una excelente resistencia, tiene mejor transparencia.

El moldeo por soplado con orientación biaxial aprovecha esta característica de la resina cristalina.

En caso del moldeo por soplado, en el momento de extruir el Parison del dado, generalmente hay la tendencia de orientarse un poco hacia la dirección de la salida del Parison debido al esfuerzo cortante generado por el dado, pero como principio es moldeo de extensión, como principio a la dirección perpendicular en relación con la salida de Parison, es decir, a la dirección hacia la circunferencia. Por tanto, el punto clave para el moldeo por soplado con orientación biaxial es cómo y qué tanto extenderlo a la dirección de extrusión, o sea, en la dirección longitudinal.

En el dibujo 24 se muestra el dibujo conceptual del proceso representativo del moldeo por soplado con orientación biaxial



Dibujo 24: Dibujo conceptual del proceso de moldeo por soplado con orientación biaxial con fondo

En otras palabras, primeramente se sujeta la parte interior de la boca de Parison que es calentado a una temperatura factible de extenderse, luego se cierra el molde, por lo que queda fija la parte exterior de la boca < proceso (a)>. Posteriormente sale un palo desde el centro del dispositivo que sujeta la parte interior de la boca para extender el Parison empujando el fondo del mismo, terminando de esta manera la primera extensión <proceso (b) >. En este momento se hace con frecuencia, el presoplado simultáneo con frecuencia. La primera extensión es en su mayoría 2 ~ 3 veces más del tamaño original. Después, se sopla un volumen importante de aire para extender a la dirección de la circunferencia, terminando con esto el moldeo < proceso (c) >. Después de enfriarse, se abre el molde para sacar el producto y con esto se termina un ciclo.

Actualmente la demanda del producto soplado con orientación biaxial está creciendo mucho, y el principal material para éste es el polítilen tereftalato(PET).

Si la botella soplada con orientación biaxial de PET fue moldeada en forma normal y se le rellena con un líquido caliente (más de 60 °C) sin hacerle ningún tratamiento especial, se encoge. Por este problema, si se usa el producto para tal fin, es necesario aplicarle “Heat Setting”, que es un tratamiento térmico que se hace dentro del molde dejando la presión aplicada. Por otra parte, se está haciendo otros esfuerzos en el material y en la estructura de tres capas en el producto con el fin de poder rellenar con sustancias de alta temperatura sin Heat Setting.

7. Moldeo por soplado con multicapas y técnicas del control de Parison

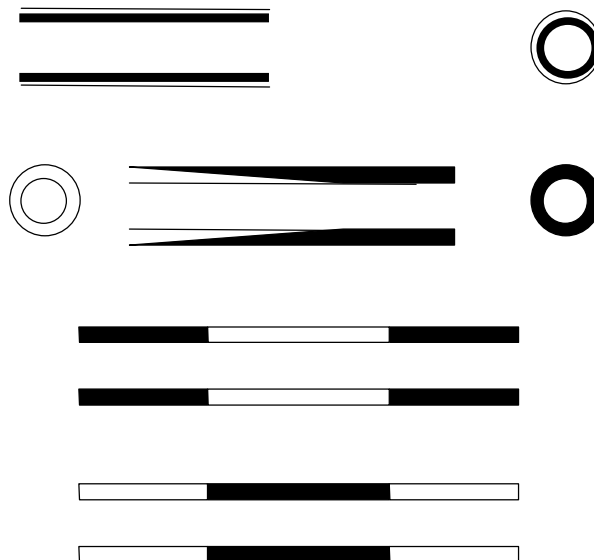
7.1 Moldeo por soplado con multicapas

El moldeo por soplado con multicapas significa generalmente las técnicas de moldeo con las que se moldean productos de 2 capas o de 3 capas, a veces 5 capas en una pared utilizando 2 o 3 tipos de materiales de características distintas.

En cuanto a la combinación de materiales, si es de 2 capas, por ejemplo, se usa mucho la combinación de materiales de miscibilidad relativamente buena, pero distintos en las características. Si se explica un poco más concreto, un material de alta rigidez con otro material flexible, o que tenga elasticidad de hule.

En este caso, hay diferentes tipos de combinación como son;

- Estructura de 2 capas en las que la proporción de una capa y la de otra es igual desde el inicio hasta el final.
- Estructura en la que se va cambiando poco a poco la proporción de dos capas poco a poco.
- Estructura en la que se cambia la proporción en forma drástica como si estuvieran unidas. (Véase el dibujo 25.)



Dibujo 25: Ejemplos de la estructura de 2 capas

Como ejemplos reales hay tubos en que los dos extremos son de tipo hule en forma de fuelle y en el medio lleva material rígido en forma cilíndrica, de tal manera tiene la facilidad de conectarse con otro tubo. También hay otros ejemplos como el tubo de conexión de aire en que los dos extremos son del material rígido y en el medio se usa material flexible con el fin de absorber la vibración y poder doblarlo fácilmente.

Los que llevan más de 3 capas, en muchos casos se utilizan con el propósito de impedir la permeabilidad de gases.

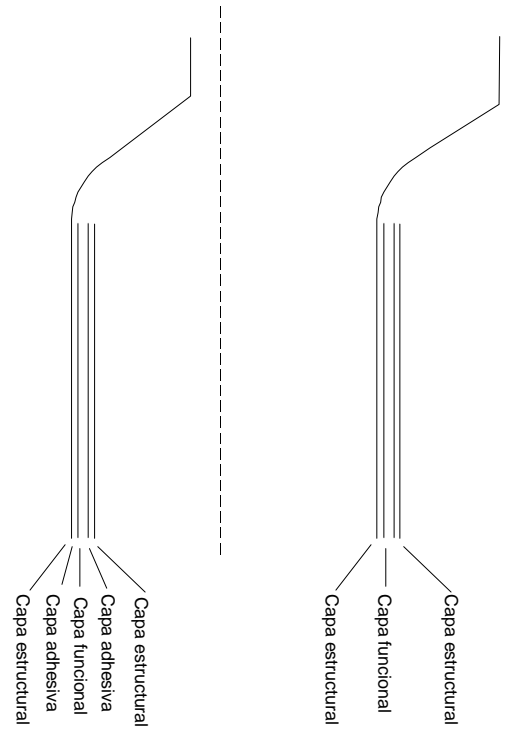
Los materiales que son relativamente económicos y de buena moldeabilidad como la resina de polietileno, tienen comúnmente mala impermeabilidad hacia las sustancias volátiles (como la gasolina, el disolvente orgánico), el aire, el aromatizante, etc. Esto quiere decir que si se usa dicho material para un recipiente, aunque la boca esté tapada herméticamente, el relleno puede volatilizarse gradualmente traspasando la pared del recipiente, o a la inversa, se puede meter el oxígeno de aire deteriorando el contenido.

En cambio, los materiales de buena impermeabilidad, en muchos casos, son generalmente costosos y tienen problemas en la moldeabilidad y/o la resistencia.

Por lo anterior, no sólo para el moldeo por soplado sino también para los usos en que hay que impedir la permeabilidad, se cambian estos dos tipos de materiales para obtener ventajas en precio y características.

En caso del producto soplado, la combinación que se usa frecuentemente es en la que se usa la resina de polietileno para la pared exterior e interior con el objeto de satisfacer los requerimientos de resistencia y de precio, al mismo tiempo se usan poliamides para la parte media para obtener buena impermeabilidad.

En muchos de estos casos, no es buena la adhesividad del material de las tapas exterior e interior, que funcionan como material de estructura, con el material de la capa media que tiene una función especial. Por lo tanto, es común poner una capa intermedia adhesiva entre dichas capas. Para los ejemplos antes mencionados, para tal fin se usaba mucho para tal fin el alcohol polivinílico (PVA) y/o su derivado, pero actualmente se ha desarrollado mucho investigación sobre algún miscibilizante, por lo que la estructura de 3 capas sin capa intermedia adhesiva empieza a ocupar un lugar importante. (Véase los dibujos 26 y 27.)

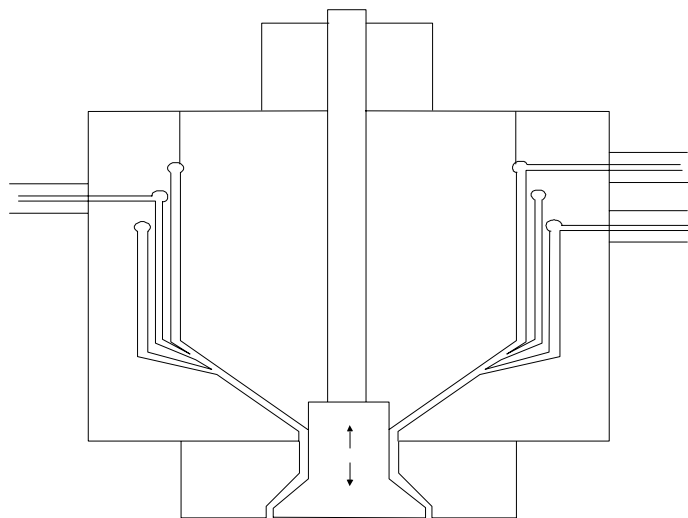


Dibujo 26:
Ejemplo de 5 capas

Dibujo 27:
Ejemplo de 3 capas

7.2 Estructura del dado para el soplado de multicapas

En el dibujo 28 se muestra el dibujo conceptual del dado para el soplado de multicapas y del controlador de Parison



Dibujo 28: Dado para el soplado de multicapas y el controlador de Parison

El suministro de material al dado de soplado de multicapas se hace generalmente por medio del aparato de extrusión como extrusoras y acumuladores que están instalados a lo largo de la pared del mandril (núcleo) de acuerdo con el número de capas necesarias. En caso de los ejemplos antes mencionados como los de 2 resinas diferentes para 3 capas, o los de 3 resinas diferentes para 5 capas, se puede suministrar el mismo tipo de resina por un extrusor, pero hay veces en que se ramifica esa ruta de suministro en ramos para suministrar a cada capa respectivamente.

El material suministrado, al pasar la parte paralela del mandril, toma una ruta diferente, pero al llegar al lugar donde se reúnen todos los materiales, se juntan gradualmente.

El suministro del material de los extrusores hacia la pared del mandril tiene un ángulo perpendicular en relación con la pared del mandril, pero en este método es fácil de que aparezca una línea de unión fuerte en la parte opuesta, al igual que el caso del dado de cruceta. Además, esta parte se convierte en la línea muerta en el momento del cambio de material, sin que se pueda terminar el cambio del material.

Por lo tanto, a veces se suministra el material cambiando el ángulo al de tangente con el propósito de que el material avance abrazando la pared.

7.3 Técnica de control de Parison

A medida que la forma del producto soplado sea más complicada, va a ser cada día más difícil para el Parison del espesor uniforme atender las demandas de funcionamiento del producto. En otras palabras, la parte que se quiere extender grande, o la parte donde se quiere dar más resistencia dando un poco más de espesor, el espesor de Parison también tiene que ser grueso. Para otras partes que no son así, el espesor de Parison puede ser un espesor normal.

El controlador de Parison del dibujo 28 es un sistema elaborado para atender estas demandas. El mecanismo básico de este sistema está hecho para modificar el espesor de Parison que sale del labio del dado mediante el movimiento vertical del diámetro interior, el cual tiene una leve diferencia de la inclinación en relación con el diámetro exterior, que está detrás del labio de dado.

La necesidad de hacer el control del espesor de Parison se encuentra no solamente en el soplado de multicapas sino también en el soplado directo de capa sencilla, por lo que hay muchas moldeadoras equipadas con el controlador de Parison. El mecanismo básico para el ajuste del espesor de la pared es totalmente idéntico.

Cuando se dice el control de Parison, existen tres tipos de control;

Control de la proporción de diferentes materiales dentro del moldeo por soplado de multicapas.

Control del espesor de Parison sin importar si son múltiples capas o capa sencilla.

Control de Parison integral de ① y ② dentro del moldeo por soplado de multicapas.

En el sentido estricto, en muchos casos se indica el control de espesor de Parison, o sea, el significado ②.

Dichos controles se llevan a cabo. obviamente por un programa computarizado mediante unos 10

~ 30 puntos normalmente.

El control de Parison, cuando trabaja en forma individual como los casos ① y ②, es bastante preciso, sin embargo, en el caso de combinación del moldeo por soplado de multicapas, o sea, ③, el control del espesor de Parison es bastante preciso, pero el control de espesor entre capas no es tan preciso.

7.4 Moldeo de 3 capas con 2 tipos de resinas mediante el moldeo de Sandwich

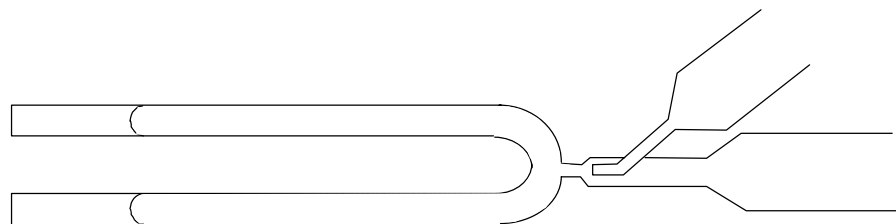
Es un método particular del moldeo por soplado de inyección y soplado; primeramente se forma el Parison mediante la inyectora de Sandwich, y luego se sopla.

En el dibujo 29 se muestra este concepto. La característica de este sistema está en que la boquilla de esta máquina moldeadora tiene doble estructura y cada boquilla está conectada con el mecanismo independiente de inyección.

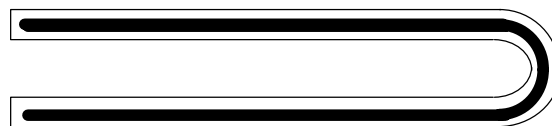
La formación de Parison se realiza mediante la primera inyección de la resina de 30 ~ 70% de la cavidad, formando las paredes interior y exterior. Después, para rellenar la parte faltante, se dispara la segunda inyección desde la boquilla que está en el medio de la entrada de la primera inyección para formar la parte central de la capa. La resina de la segunda inyección avanza abriendo el camino entre la parte central de la primera inyección que todavía no se ha enfriado, formando en forma perfecta la parte central de la capa.

Este método de moldeo está incrementando poco a poco su aplicación dentro del área de soplado con orientación biaxial, y los materiales que forman la parte central de la capa son de las siguientes características;

- Resina con barrera a gases; poliamides, etc.
- Resina termorresistente (para relleno caliente) ; poliarilato, polisulfona, etc.
- Resina de PET reciclado (material reciclado)



(a) Primera inyección



(b) Parison terminado de 3 capas

Dibujo 29: Moldeo de 3 capas con 2 tipos de resinas mediante el moldeo de Sandwich

8. Moldeo por soplado y cambio de material y color

8.1 Situación actual

Excepto el moldeo por inyección y soplado, el punto débil del moldeo por soplado directo normal se encuentra en el cambio de material y color.

En caso de la parte de extrusor que podría decirse que es la parte más sencilla dentro de todo el mecanismo de extrusión, no es tan problemático, sin embargo, las partes como el acumulador, el dado y el cabezal que no tienen la parte rotativa, por lo tanto, aunque se haga un diseño para evitar la retención de resina, no es posible eliminar completamente esta retención. Por esto, aunque se ha desarrollado la automatización del cambio de molde, o la modificación del diámetro interior o exterior, en muchos casos todavía se tardan en el cambio de material y/o de color.

A pesar de que hayan terminado en un 99.99% en el cambio del material o del color, a veces tan solo un hilo causado por la resina retenida que no desaparece tan fácilmente, nos deja muy irritados.

Por eso para este problema, las siguientes técnicas son importantes;

Diseñar el cabezal de dado para evitar la retención de resina.

Hacer un tratamiento adecuado en la superficie de la parte donde pasa el flujo de resina, como el recubrimiento de cromado duro o un buen pulido para que la totalidad del flujo pueda separarse bien de la superficie.

Diseñar y fabricar de tal manera que se puedan desarmar y armar fácilmente las partes por donde pasa el flujo de resina incluyendo el cabezal de dado, para hacer la limpieza.

8.2 Detergente

Hay muchos detergentes en el mercado, y las principales funciones son las siguientes;

Eslabonar y espumar la resina para quitar la resina del proceso anterior que quedó pegada en la pared del husillo y el cilindro.

Hacer flotar la resina pegada en la pared mediante la espumación y removerla con la fuerza similar a la del espumado de uretano. Para la espumación se puede usar no sólo el espumante sino también podría servir el agua en microcápsula. Aunque suena un poco violento, el introducir un poco de agua por la entrada de tolva podría ayudar considerablemente en aumentar la capacidad de purga.

Según la resina objeto de trabajo, usar como si fuera un solvente, la resina o el plastificante de bajo peso molecular que está cerca de *preionómero*, de tal manera que flota la resina pegada a la pared y luego se remueve.

De la misma manera, utilizando una sustancia de alta penetración como el activador de interfase y el aceite de silicon, se hace flotar la resina pegada y después se remueve.

Utilizar simultáneamente alguna sustancia removedora como el ácido y/o el álcali en polvo.

No sería un error pensar que los detergentes que se venden en el mercado son combinación de sustancias que tengan estas características.

Sin embargo, la efectividad del detergente varía mucho dependiendo de la compatibilidad del mismo con la resina objeto de trabajo, así como de la forma de aplicación. Por lo tanto, la selección del detergente debe realizarse tomando en consideración la resina y la moldeadora. Por ejemplo, la forma de aplicación para la inyectora como la de husillo en línea en la que se puede quitar mecánicamente casi la totalidad de la resina que queda en las rutas, es diferente a la de la moldeadora que tiene siempre la parte donde queda la resina retenida como el cabezal de dado y el acumulador, por lo tanto el criterio para seleccionar el detergente para dichas moldeadoras debe ser diferente.

En el primer caso, la selección del detergente y la forma de limpieza se pueden llevar a cabo pensando que el trabajo de limpieza sería; cerrar la boquilla y quitar la resina que quedó, frotándola con la presión de retroceso. En el segundo caso, por lo contrario, hay que pensar cómo diluir la resina que quedó pegada en la pared y flotarla para purgarla.

Por lo tanto, la forma efectiva de limpieza será; purgar la resina del proceso anterior, y luego sustituir por el detergente, pero sin purgar pronto la resina con detergente, parar la máquina por un tiempo corto para esperar que la resina pegada inicie a flote y después volver a sustituirla.

Sin embargo, en caso de la resina reforzada con fibra de vidrio que se usa mucho últimamente para el soplado de alta tecnología, si se realiza el trabajo de limpieza con el procedimiento normal, eliminará solamente la resina dejando allí la fibra de vidrio, y en consecuencia nos deja otro trabajo más difícil, el de eliminar dicha fibra. En este caso, primeramente deben sustituir la resina reforzada con fibra de vidrio por alguna resina adecuada no reforzada y luego se realiza el proceso de limpieza.

De todos modos, todavía no está desarrollado un detergente universal para la moldeadora como la moldeadora general por soplado, que no tiene el mecanismo de eliminar mecánicamente la resina pegada. Por lo tanto, es importante seleccionar el detergente adecuado tomando en cuenta el tipo de la máquina moldeadora y la resina que se usa. También es importante encontrar el proceso adecuado de limpieza considerando las características y mecanismo de funcionamiento del detergente, ya que el proceso de limpieza no es único.

8.3 Mecánicamente

No es necesario mencionar que lo más importante es diseñar la máquina moldeadora de tal manera que no retenga la resina. Sin embargo, a la diferencia de la inyectora de tipo husillo en línea, la situación actual de la moldeadora por soplado general es que no se puede evitar la retención de la resina en algunas de las partes y/o eliminar mecánicamente frotando la resina.

Como una de las contramedidas para atender a este inconveniente que proviene de esta realidad, anteriormente se mencionó la necesidad de hacer una estructura fácil de armar y desarmar, lo cual es importante para el cambio del material y del color. A continuación hablaremos acerca del dado, enfocando desde el punto de vista del cambio de resina y de color.

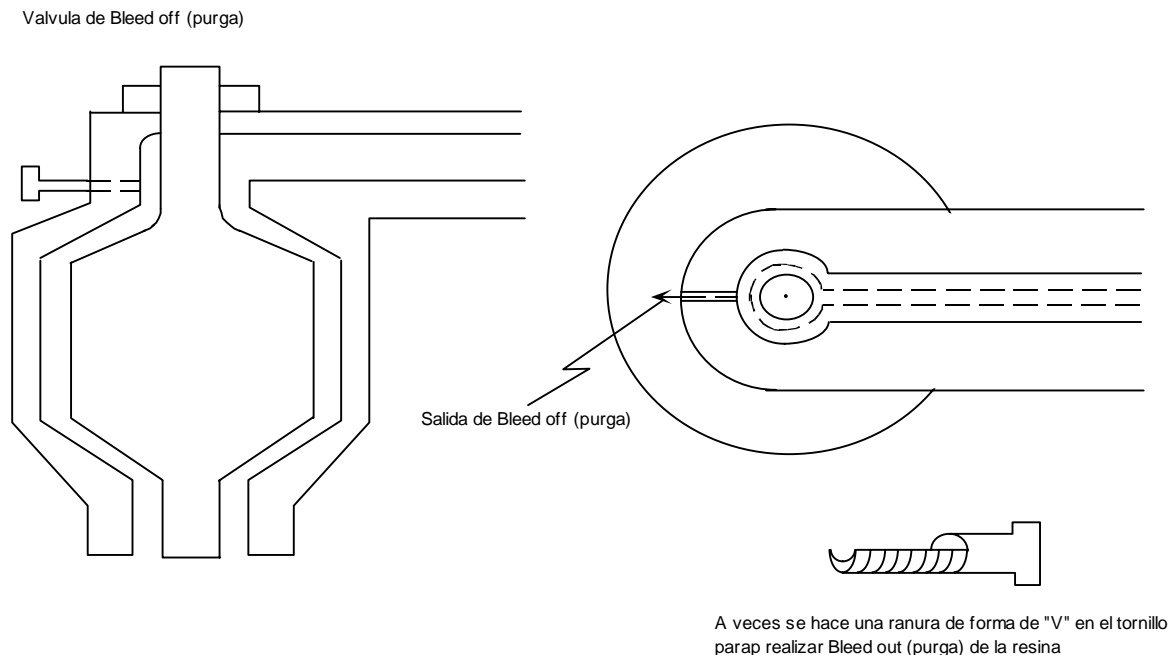
8.3.1 Uso de purgas

En el dado de cruceta se forma la línea de unión en la parte donde se reúnen los flujos de resina, por lo cual, en el momento del cambio del material y del color, siempre queda la resina del proceso anterior sin desaparecer por mucho tiempo la línea de unión, causando dolor de cabeza.

Al observar bien esta línea de unión, se puede saber que en la mayoría de los casos, la línea de unión en el sentido verdadero de la palabra, o sea la línea formada por la mala unión, desaparece en la etapa relativamente temprana, pero forman una capa superficial de hilos que se forman uniéndose los residuos de resina del proceso anterior que vienen saliendo como si se filtrara poco a poco desde varios lugares del dado y del cabezal, permaneciendo neciamente causando problemas.

Para estos casos el siguiente método podría funcionar más de lo que se espera.; se hace un orificio de diámetro chico (5 ~10 m/m según el tamaño del dado) con tachuela en la parte del dado de cruceta donde se reúnen los flujos de resina, el cual estará tapado con el tornillo macho en momentos innecesarios. Cuando aparece la línea de unión en forma de hilos en la superficie, se lleva a cabo la purga (*Bleed out*), y una vez que desaparece, se tapa de nuevo.

También, podría suceder que a pesar de no haber problema de la resistencia del producto, a veces la marca de unión de apariencia que está tercamente en la superficie del producto sin desaparecer, o desaparece una vez pero vuelve a aparecer repetidamente. En estos casos, puede funcionar la medida de dejar que la resina salga un poco sin quitar totalmente el tornillo, o cuando el problema es persistente, utilizar un tornillo que tiene un corte de forma de la V hecho a propósito para realizar la purga (*Bleed out*) sólo en la parte problemática. (Véase el dibujo 30)



Dibujo 30: Dibujo conceptual de purga (*Bleed out*)

8.3.2 Movimiento giratorio del mandril

En la sección en que se trataba el tema del dado para el soplado de multicapas, se mencionó una de las contramedidas para la marca de unión, la cual es modificar el ángulo de introducción de la resina en relación con el mandril. Pero este método no puede aplicarse para el dado de cruceta general.

Aunque el núcleo (torpedo del mandril) tiene que estar en una posición fija en el momento del moldeo, no necesariamente debe estar en ese lugar fijo en el momento del cambio de resina o de color.

Por esto, si se puede girar solo el núcleo (hablando más concreto, sólo la columna de soporte del núcleo) un poco, a medida que avance el cambio del material o del color, se puede reducir considerablemente el tiempo de cambio.

Si se hace el cambio del material o del color girando el núcleo, el cuidado que tienen que tener es no permitir la fuga de resina, o en caso de fuga en pequeña cantidad, tener una estructura que permita quitar la resina que salió. Porque si no, va a ser muy difícil fijar el núcleo en la posición determinada con la fuga de resina.

8.3.3 En el caso del acumulador

Como se mencionó arriba, existen dos formas de acumular la resina en el acumulador; una es extruir la resina cerca de la boca de extrusión para acumularla en el acumulador empujando gradualmente el émbolo hacia atrás (tipo de “lo que entra después, sale primero”) y la otra es que la resina entra a lo largo del émbolo hasta llegar a la cara frontal del mismo para acumularse allí (tipo de que “entra primero, sale primero).

Dicen que la primera forma no es conveniente para la historia térmica de la resina, ya que la resina que entra después, sale primero, pero es fácil desde el punto de vista del cambio de material y del color. Además, mientras no sale la parte de la resina que tiene contacto con la cara del émbolo que empuja, prácticamente no hay problema si no se usa para productos para venta, aunque tenga un poco de degradación por calor.

Más que lo anterior, es necesario tener preparada la salida de purga de la resina sin pasar el dado para el caso de tener que purgarla por el deterioro de la resina debido al exceso de acumulación.

En el caso de la segunda forma, o sea del tipo de “entra primero, sale primero”, no se puede evitar la retención de la resina que tiene contacto con la cara de émbolo donde empuja.

Por lo que en ambos casos, es indispensable tener la estructura que permita a cualquier operador hacer fácilmente la limpieza desarmando dicha parte.

8.3.4 Ver la posibilidad de usar el mecanismo de Jalar-empujar (*Pull- Push*)

De entre los métodos de moldeo por inyección que están llamando la atención del mundo como una nueva técnica de inyección para la resina de cristal líquido, hay un método denominado “Pull-

Push”.

Aunque la función que se espera de esta técnica para el moldeo de inyección y soplado sea diferente a la que se esperaría para el moldeo por solpado, creo que funcionaría bastante bien, instalando el mecanismo de Jalar-empujar (*Pull-Push*) en la parte de la unión o cerca del orificio de purga (*Bleed out*), para hacer desaparecer la marca de unión que aparece en el momento del cambio del material y del color,

8.4 Problemas reales

Hasta aquí se ha mencionado bastante, pero lo cierto es que el cambio de la resina y del color es un problema difícil e importante para el moldeo por soplado.

Este problema, si es para el producto pequeño, todavía es menos problemático, sin embargo, si es para el producto grande, realmente es difícil.

El único consuelo sería que en el caso del producto grande, tal vez tengan menos cambios de la resina aunque haya el de color.

En este caso, la única advertencia importante sería hacer una buena programación de producción seleccionando bien los colores del mismo grupo, y cambiándolos en el siguiente orden de colores; tono suave – tono medio – tono fuerte – tono medio – tono suave.

SEGUNDO CAPITULO : PUNTOS A CONSIDERAR RELACIONADOS CON EL DISEÑO DEL PRODUCTO MOLDEADO POR SOPLADO

1. Introducción

Al escuchar del “diseño del producto moldeado”, en muchas ocasiones sólo se piensa sobre el diseño de la forma del producto, pero al hablar del diseño, aparte de la forma, existen muchos puntos a considerar que tienen que ver con la forma, la función y el costo como son;

- Selección del material que corresponda a las características requeridas del producto. flexibilidad, elasticidad
- Saber los límites del tamaño y del estiramiento que puede dar el material escogido. (Comprensión de las características físicas del soplado)
- Selección del método de moldeo (El moldeo por soplado no es sencillo, es complicado.)
- Selección del tamaño y de la forma del producto, y la selección de la forma de la máquina moldeadora, del dado y del Parison.

El verdadero diseño se lleva a cabo analizando los puntos arriba mencionados en forma integral.

En cuanto a los problemas, se pueden clasificar en varios grupos; los problemas de los que el fabricante es totalmente responsable, otros de los que no lo es, en otras palabras, problemas causados por falta de la explicación hacia el usuario, o por falta de comprensión o de conocimientos acerca del método de moldeo por soplado.

Sin embargo, se podría decir que todo lo anterior también proviene de la falta de explicación por parte del fabricante. En fin, se podría decir que es por falta de conciencia del propio fabricante. Si no está bien consciente de esto, el que va a sufrir posteriormente será el mismo fabricante.

2. Selección del material y la moldeabilidad por soplado

En cuanto al tema de cuál o qué material y sus propiedades son apropiados o no para el moldeo por soplado, se mencionará paulatinamente. Y como principio, mientras sea resina termoplástica, aunque en este momento no exista el grado adecuado para el soplado, se podrá desarrollar de acuerdo con la necesidad. Sin embargo, es verdad que actualmente existe el problema de que se tiene que tomar en consideración el límite del tamaño del producto, en especial, en cuanto al peso, lo cual se clasifica de la siguiente manera;

- Material que permite elaborar productos grandes de más de 10kg.
- Material que permite elaborar apenas productos de unos kilos.
- Material que permite elaborar apenas productos de 100 ~ 300 g. y la mayoría de menos de 100g.

Pero lo anterior es cuando se trata del soplado directo.

En el moldeo por soplado no solo se tiene el método de Parison caliente, sino también existe el de Parison frío, el de Parison con fondo moldeado por inyección, el de Parison tubular moldeado por extrusión, el de Parison con fondo de formación posterior, que salió del método anterior, y el método de soplado de película. Si se empieza a analizar con una vista más amplia, la posibilidad se extiende infinitamente.

Por consiguiente, antes de entrar en el análisis del método de moldeo, primero se verifican las características y propiedades necesarias que se mencionarán a continuación, sobre el material que se supone que será usado, aparte de la moldeabilidad, para estar seguro de ;

- Las características mecánicas:
Resistencia, rigidez, flexibilidad, dureza de la superficie, resistencia al impacto, resistencia a la fatiga.
- Las características térmicas:
Termoresistencia y deterioro por el calor en diferentes sentidos.
- Las características químicas:
Resistencia a sustancias farmacéuticas, a solventes, al medio ambiente, permeabilidad, relación entre la sustancia que emigra a la superficie y la función del producto.

2.1 Plástico factible de ser soplado y no factible de ser soplado

El moldeo por soplado es sin duda un método de moldeo que aprovecha la propiedad del estiramiento que tiene el plástico. Además, a diferencia de algunos métodos como el laminado metálico, su particularidad está en la posibilidad de ser estirado en forma libre sin necesidad de la guía mecánica en el proceso de estiramiento. Por lo que para el moldeo por soplado el material debe ser el que se estira en forma uniforme en el momento de estiramiento.

La persona que ha observado alguna vez el piso de producción de cinta orientada, sabrá que a medida que se va estirando la cinta mediante la máquina de extensión, primeramente se presenta el fenómeno de "*Necking*" en un lugar de la cinta extendiéndose hasta llegar a ser más delgada. Lo siguiente que ocurre es extenderse hasta llegar al mismo espesor en el lugar junto al primer lugar de "*Necking*". Si siguen extendiéndose, ocurre "*Necking*" en un lugar nuevo, y se repite lo mismo hasta que queda cada vez más delgada y larga.

La característica de un material así se denomina "curado" en el área del procesamiento de metal. De entre los plásticos hay algunos que muestran con frecuencia un fenómeno similar al "curado" y otros que no.

Además, se debe entender claramente que esta característica no es particular de un plástico específico como el polietileno o el PVC. A pesar de ser el mismo polietileno o el mismo PVC, hay algunos que presentan este fenómeno y otros que no.

O sea, este fenómeno no es un fenómeno simple de viscosidad. Si un lugar que ha quedado debilitado por extenderse, se le facilita aún más el seguir extendiéndose, se tiene el fenómeno del espesor desigual y al continuar con este proceso finalmente ese punto quedará roto.

Por lo tanto, el material factible de ser moldeado debe ser el que se puede extender en forma uniforme. La característica de extenderse en forma uniforme significa la de extenderse una parte, y luego esperar que otra parte termine y le alcance a extenderse para poder volver a seguir extendiéndose esa primera parte.

Así, el moldeo por soplado, que es un método que es susceptible considerablemente a las características físicas del material en el procesado, lo que en otras palabras, podríamos llamar la “moldeabilidad por soplado”, carecía mucho de una metodología de prueba para evaluar en forma objetiva dicha moldeabilidad del soplado.

Pero, por fin empezaron a realizarse investigaciones sobre este tema en los últimos años, presentando poco a poco los resultados. El estudio de la viscosidad tensil que a continuación se presenta es uno de los resultados de dichas investigaciones.

2.1.1 Evaluación de la moldeabilidad y la viscosidad tensil

Como se mencionó en el párrafo anterior, a pesar de que el moldeo por soplado es el método más fácil de ser influenciado por el material dentro de los métodos de moldeo, no había métodos de pruebas adecuados para evaluar sus características de procesamiento, por lo que hasta la fecha no existe una prueba que indique la moldeabilidad por soplado dentro de la tabla de propiedades físicas del material de moldeo, ni siquiera una especie de clave que sirva para ayudarnos en nuestras estimaciones..

Por esto, ocurre con frecuencia el fenómeno de que, a pesar de ser el mismo grado del material, si es de diferente lote, la moldeabilidad es totalmente distinta, por lo que no se puede moldear por soplado.

En el caso del polietileno y otros materiales, que se moldean en gran volumen y tienen un importante consumo, ya se presentan cada día menos estos casos. Pero tengo entendido de que en caso del plástico de ingeniería, sobre todo, el que se elabora por el sistema de Batch (por lote), todavía se ve este problema casi diariamente.

En cuanto a esto, el Sr. Shinohara de Idemitsu Petrochemistry Co. Ltd. utiliza el valor de la viscosidad tensil para medir la fuerza necesaria para la extensión (la viscosidad tensil) en el proceso de extensión con el propósito de mostrar la diferencia de dicha fuerza entre los materiales que, a pesar de tener los similares valores del peso molecular, la distribución del peso molecular, el peso específico y el índice de flujo de masa fundida (MI), al ser moldeados por soplado y/o en vacío, presentan diferentes moldeabilidades; es decir, algunos son de desigualdad mínima en el espesor y otros son de mucha desigualdad en el espesor imposibilitando la venta del producto. Su explicación acredita lo antes mencionado por lo que aquí se mostrará su explicación tal como cual.

Lo importante de lo que menciona él es que entre los materiales que tengan los valores similares del índice de moldeabilidad (moldeabilidad por inyección) por el cual se considera en general que son de la misma clase, existen algunos que tienen la moldeabilidad por soplado considerablemente distinta.

Según lo que dice, la diferencia se encuentra en la resistencia “al estiramiento” en el momento inicial del estiramiento de los materiales que son extendidos a una temperatura determinada.

En otras palabras, existe un material que requiere repentinamente de una gran fuerza para extenderse al inicio de su estiramiento, y otro que no requiere tanta fuerza. Cuanto más intensa sea la fuerza que requiere para el “estiramiento” (inicio de la viscosidad tensil), menos desviación se tendrá del espesor, lo cual significa la buena moldeabilidad por soplado.

< Texto Independiente: Viscosidad tensil >

Los puntos claves para la evaluación de la moldeabilidad en el proceso del moldeo por soplado son evaluar la dificultad de tener desviación del espesor así como el grado de Drawdown.

Cualquier persona que tenga experiencia de trabajar en el piso de producción conoce que hay materiales que, a pesar de una gran similitud en los valores de las propiedades del peso específico, el peso molecular, la distribución del peso molecular, M.I., muestran moldeabilidad sumamente diferente, y otros que aunque las propiedades antes mencionadas son muy distintas, muestran la moldeabilidad bastante similar.

La investigación del Sr. Shinohara es la comprobación de la relación existente entre el comportamiento de la viscosidad a la tensión y la generación de desviación del espesor al momento del soplado. Para ésta, primeramente se moldea por extrusión una probeta (HDPE) de forma cilíndrica de 30cm de largo y 3.0 ~ 3.5mm de diámetro, y luego se recoce para eliminar la deformación. Se registra en video el transcurso de la deformación de la probeta mediante el reómetro de extensión (dibujo 1) y posteriormente se calcula la velocidad de la deformación.

El material cuyo valor de la moldeabilidad por soplado en este momento es malo (en otras palabras, fácil de tener la desviación de espesor) traza casi sobre la curva de la viscosidad cortante (dibujo 3), mientras el material de buena moldeabilidad por soplado (menor desviación de espesor) traza una curva con varias ramas levantadas grandes (dibujo 2). De aquí, el Sr. Shinohara aplicó el concepto del grado de levantamiento para la moldeabilidad por soplado, e hizo posible la evaluación mediante el valor calculado por la siguiente fórmula (el valor más grande es mejor).

$$\text{Grado del levantamiento } \lambda m = \frac{\eta \epsilon \text{ max}}{3 \eta(t)}$$

$\eta \epsilon \text{ max}$: Valor máximo de la viscosidad a la tensión

$\eta(t)$: Viscosidad cortante ($r \rightarrow 0$)

En el dibujo 4 se muestran las mediciones de la viscosidad a la tensión de G1 y B1 que son materiales (HDPE) de valores similares de las propiedades antes mencionadas pero con una gran diferencia en la moldeabilidad por soplado, y de G2 y B2 que son diferentes materiales a los anteriores pero de valores similares de dichas propiedades entre sí con cierta diferencia en la moldeabilidad por soplado. En base a esta medición, se aplicó la fórmula antes mencionada para calcular el grado de levantamiento y en el dibujo 4 se trazaron sus puntos de cálculo.

A medida que el valor se hace más pequeño, yendo desde G1, G2, B1 y B2, la moldeabilidad por soplado se empeora (o sea, el nivel de la desviación del espesor se vuelve más notable) y dice que la evaluación basada en el valor numérico coincide bastante con el resultado real.

Dibujo 1: Dibujo del aparato de medición de la viscosidad a la tensión

Dibujo 2: Viscosidad a la tensión de la probeta que tiene la menor dispersión de la desviación del espesor dentro de las cuatro probetas probadas

Dibujo 3: Viscosidad a la tensión de la probeta que tiene la mayor dispersión de la desviación del espesor

Dibujo 4: Relación entre el grado de levantamiento y la dentro de las cuatro probetas probadas

2.1.2 Resistencia a la colgadura (*Drawdown*)

Con la excepción del inyección-soplado, la colgadura (*Drawdown*) del material es un problema importante para el método de Parison caliente.

La colgadura (*Drawdown*) en el moldeo por soplado es un fenómeno del estiramiento del Parison por su propio peso, posterior a la extrusión. Para este problema, se toman varias medidas como, por ejemplo, sostener el Parison mientras se extruye (véase el dibujo 7), adoptar el método de acumulador por el que se termina la extrusión antes iniciarse la colgadura (*Drawdown*). De todos modos la segunda propiedad que requiere el material para moldeo por soplado es el hecho de cuánto podría resistir sin tener la colgadura (*Drawdown*).

Actualmente apenas el polietileno del peso ultra-macromolecular (así se denomina generalmente al que tenga peso molecular más de 100,000) que se usa para el moldeo por soplado para productos grandes, llegó a aguantar unos 30 segundos con el Parison de 15kg. (Después de este tiempo, se presenta rápidamente la colgadura (*Drawdown*).)

Una vez que se termine la extrusión del Parison, se cierra .el molde y después se termina la introducción del aire, mientras tanto es necesario sostener el Parison. Por lo tanto, a medida que el producto se hace más grande y más complicado, incrementa el nivel de su necesidad.

2.2 Propiedades mecánicas

En cuanto a los criterios sobre las propiedades mecánicas generales, no hay muchos errores ya que están acostumbrados y/o manejan en forma cotidiana estos criterios, pero en donde se debe poner una atención especial es en la confirmación de la propiedad de la resistencia a la fatiga.

A pesar de que sean resistentes a los golpes simples, en muchas ocasiones pueden ser frágiles a los golpes repetitivos y/o a la repetición del aumento y disminución de la presión así como el uso en forma de bisagra y/o fuelle.

Por consiguiente, en cuanto a la confirmación de las propiedades mecánicas generales, es suficiente llevar a cabo una confirmación general, pero en cuanto a la confirmación de la propiedad de la resistencia a la fatiga, es necesario hacer suficientes pruebas confirmatorias cambiando de lotes.

Para estas pruebas de propiedades mecánicas, es indispensable utilizar los productos fabricados en un proceso normal de producción. Es decir que está estrictamente prohibido usar los prototipos y/o sustituir por el valor de datos de catálogo.

2.3 Propiedades térmicas

Ya que es resina termoplástica, tiene muchos puntos débiles en cuanto al calor.

Tienen muchos puntos que confirmar, empezando con la resistencia al calor de un período largo en

el estado normal, la resistencia al calor en un medio especial (como, por ejemplo, en el agua caliente, en un ambiente de alta temperatura y/o con alta humedad), la resistencia mecánica y la resistencia al deterioro en los límites superior y/o inferior del rango de temperatura permisible para el uso, entre otros.

Hay que grabarse bien en la mente que es termoplástico y que el termoplástico puede cambiarse en su propiedad física aun con baja temperatura, y es mucho más débil, sobre todo, con alta temperatura, por lo tanto es necesario llevar a cabo pruebas minuciosas acerca de los puntos inquietantes. Estas pruebas también tienen que realizarse con el producto real.

2.4 Propiedades químicas

En cuanto a la resistencia a sustancias farmacéuticas, se podría creer en lo que dicen los catálogos en términos generales. En cuanto a la resistencia al solvente, el resultado del caso en que el solvente se mete herméticamente en un recipiente sería un poco diferente del caso en que se sumerge un pedazo de probeta en el solvente. Especialmente si se trata del solvente volátil, ya que también existe una carga por presión, por lo tanto hay que confirmar lo necesario, incluyendo la resistencia al calor, con el producto real de acuerdo con la realidad.

Además, incluyendo el solvente, la permeabilidad desde el interior hacia el exterior y a la inversa es un concepto que tiene que confirmarse, incluyendo los siguientes puntos, por ejemplo, si está dentro del rango permisible o no, y en caso de “No”, qué contramedidas hay que tomar, entre otros.

Como un ejemplo real, se podría mencionar a un producto, que su exterior está envuelto por una película de alta barrera a gases. Por lo que antes de retirar esta película, el producto queda totalmente impermeabilizado sin volatilizar nada del contenido. De esta manera se considera que no hay problema en el uso práctico.

En cuanto a la resistencia al intemperismo, es necesario llevar a cabo pruebas confirmatorias en base a las aplicaciones que se dan al producto. Los datos del catálogo sirven de referencia, sin embargo, debido a las influencias del método del moldeo es indispensable realizar las pruebas con el producto real.

Para nuestra sorpresa, las influencias del material que emigra a la superficie son las que se nos olvida incluir para la prueba confirmatoria y/o para el análisis, y después de haber provocado algún problema, empieza el alboroto.

En el material del moldeo sin falta existe el lubricante interno, el estabilizador, o el residuo del catalizador para la polimerización así como el residuo de sustancias que no reaccionaron, los cuales son sustancias de contaminación en un sentido amplio. Esto, debido a su característica de termoplástico, en que sin falta van a emigrar a la superficie por el movimiento molecular.

Lo importante es verificar si estas sustancias que emigran a la superficie se convierten o no en defectos fatales para el producto.

En realidad, están avanzando mucho las investigaciones de la composición del material que ayuda a controlar hasta lo máximo a las sustancias que emigran a la superficie, y sobre la conversión de la sustancia migrante en una sustancia inofensiva de acuerdo con el objetivo del producto. Por lo que es necesario seleccionar el material así como el grado según la aplicación y el objetivo del producto.

3. Revisión del método de moldeo

3.1. Métodos de moldeo: Situación actual

Aunque se dice en una palabra “el moldeo por soplado”, como se mencionó antes, existen muchos tipos diferentes, y no es necesario mencionar que estos han sido desarrollados según las necesidades y demandas históricas y mecánicas.

Después de varias peripecias, ahora todavía sólo se puede fabricar una la forma relativamente sencilla en que la boca y el cuello están sobre la línea central del producto. Pero esto se resume en la siguiente tendencia; por ejemplo, un producto en que se quiere evitar la ranura de la parte del corte en el fondo del producto y el soplado en orientación biaxial, en su mayoría se ven obligados a hacerse por el método de inyección y soplado a pesar del alto costo del molde, y para los recipientes de tamaño mediano y pequeño que puedan tener una leve deformación se utiliza el soplado de Cutoff. Para los que se requieren de un poco mayor libertad en la boca y en el cuello en comparación con el Cutoff, se usa el soplado tipo rotativo. Para los de tamaño grande y de forma irregular en su mayoría se utiliza el soplado con acumulador.

Además de los arriba mencionados, existen otros métodos como el soplado del producto de forma irregular sin rebaba o el soplado de doble pared con estiramiento profundo que sólo una máquina especial puede trabajar.

3.2 Tipo acumulador: Límite Actual

Es indiscutible que el tipo acumulador es el principal método dentro de la corriente actual para la máquina de moldeo por soplado para un producto grande. Pero, aunque se utilice acumulador, existen los límites del momento, aparte del volumen de acumulación, la estructura del dado y las propiedades de la resina. A continuación vamos a revisar estos límites generales que se pueden considerar en este momento.

Aunque se utiliza el extrusor tipo acumulador, la resina que permite elaborar actualmente un producto mayor de 10 kg es sólo una resina del grupo de las Poliolefinas. Pero aunque se usa la resina del grupo de las Poliolefinas, para evitar las complicaciones es mejor considerar que el diámetro máximo de la dirección perpendicular en relación con la cara del Cutoff del Parison sea un poco más de 60 cm.

Además del grupo de las Poliolefinas, se pueden mencionar las siguientes resinas y su mezcla de polímero (aleación plimérico) como un material para elaborar un producto soplado de unos kilogramos usando acumulador.

- Resina de policarbonato
- Cada tipo de la resina poliamídica
- Resina poliamídica reforzada con fibra de vidrio
- Polímero elástico (el principal es el grupo de poliéster.)
- PPE modificado
- Resina polipropileno reforzada con fibra de vidrio
- Resina del grupo de estirenos como ABS y estireno de alto impacto (HIPS)

Dentro de las resinas arriba mencionadas, sólo con el policarbonato se tiene la experiencia de trabajar con un diámetro de un poco más de 30cm en la dirección perpendicular en relación con la cara de Cutoff del Parison, pero para trabajar con el resto de éstas sería mejor utilizar como criterio un valor más bajo. Sobre todo, cuando se trata de la resina reforzada con fibra de vidrio, es sentido común aplicar como criterio un valor todavía más bajo.

Por otra parte, es evidente que no se puede utilizar el tipo acumulador para la resina que se deteriore o se degrade por la retención de la misma como es el caso del PVC y la resina de fluorocarbono.

3.3 Reconocimiento del método de Parison frío primitivo

Ahora que el producto moldeado es cada día más grande y que también aumentan los productos que tienen limitaciones en el volumen de producción, el moldeo por inyección, que requiere un alto costo en fabricación del molde, no puede llegar a amortizar la totalidad del costo de molde, por lo que se incrementa la demanda de utilizar de alguna forma el método de moldeo más económico en cuanto a costos de fabricación del molde, o sea, el soplado.

Además, esta tendencia se presentará claramente no sólo por la presión externa sino también por el problema interno del moldeo por soplado, ya que éste también tiene que ir disminuyendo en su costo total ante la producción de productos de muchas variedades y de bajo volumen.

Vamos a regresar al tema principal. Para cambiar el producto que antes se elaboraba por inyección al del método de soplado, hay varios problemas o limitaciones a resolver como son; ¿cómo se puede diseñar la forma? o en caso del moldeo por inyección se puede controlar básicamente la totalidad del producto, sin embargo, en el caso del soplado se puede controlar prácticamente sólo la pared exterior del producto. Para atender dichos problemas no hay más que hacerlo por medio de propuestas de diseño de la forma del producto, ya que el tipo acumulador, aunque éste método ocupa un lugar principal en este momento dentro de varios métodos de soplado de forma irregular, no podría corresponder ante todos los requerimientos del material que se usa.

La resina de fluorocarbono está limitada a usos especiales, por lo tanto en este momento se eliminará del caso. Pero en caso del PVC que es una resina de uso general, debido a su resistencia a sustancias farmacéuticas y a su propiedad favorable de adhesividad, existe mucha demanda para

moldear con este material, pero por la mala estabilidad térmica en el momento de moldeo, es difícil de trabajar con el tipo acumulador.

Así que tomándose todo lo antes mencionado en consideración, hay que utilizar el tipo acumulador para los productos que sean factibles desde el punto de vista del costo y de la técnica.

Sin embargo, en caso de sentir inseguridad o preocupación de utilizar el tipo acumulador debido a su tamaño, material, volumen, costo total, les recomendaría analizar la posibilidad de usar el Parison frío, regresando otra vez al punto de partida.

Como se comentó antes, el moldeo por soplado, en primer lugar inició su trayectoria, con el siguiente proceso; precalentar tubos o películas de celuloide para plastificarlos, luego cubrirlos con el molde para introducir el aire mediante el aparato en forma de la aguja de jeringa.

Este método, en caso del tubo o la película de espesor grueso que correspondería al Parison frío, tenía la dificultad en el proceso de precalentar y plastificar uniformemente hasta el centro del espesor, pero el costo de la instalación de producción es bajo y se tiene un alto grado de libertad en cuanto al tamaño del producto.

El precalentamiento y la plastificación uniforme del producto de espesor grueso, que fue un proceso difícil hasta hace poco tiempo, es actualmente un proceso factible mediante el calentamiento de la parte del centro gracias al desarrollo de la técnica del calentamiento dieléctrico por radiación del infrarrojo lejano y ondas de alta frecuencia.

Además, según el caso, se puede mezclar y dispersar intencionalmente la sustancia que recibe el estímulo por de la radiación infrarroja y/o la ondas de alta frecuencia para generar el calor en el interior del producto, con el fin de lograr fácilmente el objetivo.

Tomando todo lo antes mencionado en consideración, tengo una fuerte sensación que para el método de moldeo con Parison frío original, que inició con el tubo y la película primitivos, ya es el momento de renacer con una idea más moderna, para elaborar ahora un producto soplado de gran tamaño, en especial cuando se trata de bajo volumen de producción.

4. Puntos a considerar para diseñar el producto

Dentro de los problemas que se presentan entre el proveedor del producto moldeado y un cliente con poco conocimiento acerca del moldeo por soplado, existen los siguientes aspectos;

- Los que tienen que ver con las dimensiones.
- Los que tienen que ver con la deformación.
- Los que tienen que ver con la desviación del espesor.

En cuanto a las causas de estos problemas, en muchas ocasiones la responsabilidad está en la explicación que hace previamente el proveedor hacia el cliente en una forma ambigua sobre los puntos arriba mencionados, provocándole cierta esperanza.

La verdad es que en caso del moldeo, lo cierto es que al intentar tratar los aspectos delicados y minuciosos, muchas veces “no se sabe ni siquiera como llevarse a cabo”.

Es importante intentar superar a lo que antes se consideró como un límite para ir avanzando, pero mientras sea un contrato y un negocio, es necesario procurar aclarar bien la diferencia entre el límite tradicional y el que se intenta lograr para evitar problemas innecesarios y pérdidas evitables.

4.1 No se puede controlar la forma por completo con excepción de la forma exterior que tiene contacto con el molde.

Con excepción de la parte de la boca del producto en donde se introduce a presión la boquilla del diámetro interior en el método de inyección - soplado o el tipo de Cutoff -, es esencial, en el caso del moldeo por soplado, el control de la forma de la parte moldeada por contacto con el molde, es decir de la pared exterior del producto moldeado. Básicamente, con excepción de esta parte, no hay manera de hacer el control siendo una parte esencial y características del método de moldeo.

Esto, aunque al parecer se entiende, en muchas ocasiones se observa que no está totalmente comprendido.

Por ejemplo, se realiza con frecuencia el diseño para moldear el cuerpo principal y la tapa dentro del mismo molde y luego se separa para ensamblarlos posteriormente.

En este caso, si el producto es de espesor delgado y el material puede dar un estiramiento suficiente, no hay problema, pero si no, es necesario prever un considerable juego (diferencia).

En teoría, todos los productos deberían tener el mismo espesor ya que se moldean con el mismo molde y el mismo peso, sin embargo, la realidad no es igual a la teoría.

Aun en caso del moldeo por inyección, en años pasados los productos de combinación como el cuerpo y la tapa tenían que ser moldeados en un sólo molde denominado “el molde familiar “; y apenas en estos años ha sido posible el moldeo separado de estas piezas mediante el control estricto de las condiciones de inyección, en especial el control de temperatura. Por lo tanto, la técnica del moldeo por soplado no llega todavía a este nivel.

En el caso del ejemplo anterior de un “producto ensamblado un pareja” con un espesor delgado y dependiente de la propiedad de estiramiento del material, si es de un lote diferente, o aunque sea del mismo lote, si no se moldean juntos en el mismo molde, será difícil de hacer el ensamble.

4.2 Precisión (Variación) de las dimensiones

Actualmente se considera un rango del 1% como límite permisible de variación en las dimensiones exteriores de un producto soplado.

Sin embargo, para mantener el rango de variación dentro de este 1%, además de mantener estables las condiciones de moldeo como la presión de aire y la temperatura del molde, si el producto es de espesor grueso, es necesario mantenerlo dentro del molde, dejando la presión del aire durante

bastante tiempo para enfriarlo adentro.

Esto, si es un producto de espesor delgado, no hay mucho impacto, pero si es un producto de espesor grueso o de soplado de forma irregular que tiene relativamente muchas partes de espesor grueso, se tiene un impacto directo en el costo de moldeo, por lo que no se puede ignorar este punto.

Además, no sólo por cuestión del costo de moldeo, sino también por cuestión de la calidad, ya que, obviamente dependiendo de la forma del producto, si se deja enfriar dentro del molde, al desmoldarse se roza con la orilla del molde, provocando rayas en la superficie del producto, por lo tanto normalmente no se deja enfriar tanto tiempo dentro del molde y se desmolda tempranamente.

Como resultado de esto, la variación de las dimensiones dentro de 2 ~ 3% es un rango normal, y si se moldea un producto de espesor grueso y además este moldeo no es muy preciso, el rango de variación puede ser en muchas ocasiones casi el doble, o sea $\pm 2 \sim 3\%$.

Por esto, es necesario explicar muy bien el hecho de que actualmente si se desea realizar un control muy estricto de la variación, se produce un impacto importante en el costo de moldeo por soplado mucho más que en el moldeo por inyección. Después de esta explicación se entiende porque se deben concertar las tolerancias de las dimensiones.

4.3 La desviación del espesor es inevitable.

Esto también es tan obvio para las personas directamente involucradas, que a veces la explicación hacia el usuario queda insuficiente. De tal manera que después de terminar de elaborar los productos, el cliente se queja diciendo que “ ¡Tanta desviación!....”.

De esta manera, la desviación del espesor es inevitable en el moldeo por soplado, pero el tema de qué tanto y cómo se puede reducir esta desviación es un tema importante para las personas que trabajan en el moldeo por soplado. A continuación se resumirán los factores causantes de la desviación del espesor.

- Material
- Máquina, en especial, dado (controlador de Parison)
- Técnicas del moldeo
- Diseño de la forma

Ya se mencionó antes acerca del grado del material que es fácil o difícil de provocar desviación del espesor desde el punto de vista de sus propiedades. Pero hay que estar muy consciente de que en caso del moldeo por soplado la selección del tipo y del grado del material influye considerablemente en las características del producto en comparación con otros métodos de moldeo.

También sería iluso pensar que al hacer más grande el diámetro del Parison, se puede fabricar el producto soplado de tamaño infinitamente grande. Según el tipo de material que se usa en ese momento, existe un límite máximo del tamaño del producto soplado que se permite moldear

adecuadamente. Por lo tanto, al mismo tiempo de procurar un nuevo límite, no se debe olvidar la importancia de explicar bien al cliente para que quede convencido del rango de desviación del espesor de cada parte que pueda tener el producto según su forma.

Ahora, en cuanto a la máquina, es una premisa importante, que el Parison, inmediatamente antes de ser soplado debe estar a una temperatura homogénea en su totalidad y también estar plastificado en forma uniforme.

Para esto, va a ser necesario extruir el Parison en su cantidad necesaria en el tiempo más corto posible, así como mantener al Parison a una temperatura uniforme y en un estado de plastificación homogénea inmediatamente antes de la extrusión.

En cuanto a la primera parte del párrafo anterior, no será necesario explicarlo otra vez. Y para lograr el objetivo de la segunda parte el dado es el que toma la importante función de ajustador. Por lo tanto, el volumen de acumulación de la resina dentro del dado, como principio debe ser un poco más de lo que se requiere para un disparo del moldeo.

El dado tiene una estructura en que el flujo de la resina se tiene en forma de tubo por el mandril, y luego se extiende una vez, pero inmediatamente se reduce otra vez de tamaño para salir del labio del dado como Parison. El diámetro del Parison y el diámetro del mandril que funciona para extender el Parison antes de reducirlo, son los que influyen en las características del producto.

Es decir, en caso de moldear un producto de forma tubular, si el diámetro del producto excede considerablemente al del mandril, es fácil que se tenga la desviación del espesor. Y cuando el diámetro del Parison sea menos del 30% del diámetro del producto, también es fácil de tener la desviación del espesor. (En general se dice que es bueno que el diámetro del producto de moldeo por soplado sea aproximadamente el doble de la anchura del Parison.)

En el caso del soplado directo, la parte en que se presenta más la desviación del espesor es la parte de Cutoff en el fondo y en la parte que se extiende en dirección perpendicular en relación con la línea de Cutoff del Parison.

Como métodos para minimizar en lo posible esta desviación, se utilizan las técnicas de extender un poco el Parison, aunque no tanto como para el soplado en orientación biaxial, o en las técnicas de presoplado, tomando la parte del fondo del Parison para hacerlo en un estado de burbuja para introducir un poco de aire para inflarlo y luego cerrar el molde.

Esta técnica de presoplado se usa en forma común, sobre todo para el producto de forma plana, el de forma de cuerno y/o el producto que se requiere de hacer el *Cutoff* en toda la cara.

Por otra parte, para un producto de tamaño grande se utiliza la técnica de extender a lo largo de la partición en dirección horizontal la parte inferior del Parison en el momento de ser tomado el fondo del Parison por la parte de Cutoff del molde, en lugar de usar el Parison en la forma en que salió sin hacerle nada, y luego cerrar el molde.

4.4. Diseño de la forma para disminuir la desviación del espesor

En la sección de este texto donde se menciona sobre el molde se hará el comentario de nuevo, pero a continuación se harán los siguientes comentarios.

Tomar en consideración el balance entre la altura y el ancho

Se trata del balance entre la altura y el diámetro. Si la altura no tiene más de 1.5 veces de largo que el diámetro, la pared lateral tiene la facilidad de ser sumamente delgada. En caso de ser necesario que la altura sea menos de 1.5 veces más, hay que diseñar para que se pueda tirar la resina innecesaria posteriormente.

Forma exterior general

En una palabra, la forma debe ser de “hombro caído” y con la “parte inferior chica”. Además, es deseable que el perfil tenga una forma ovalada siendo el diámetro largo la línea de Cutoff.

El radio de curvatura (R) tiene que ser lo más grande posible.

No sólo en la pared exterior sino también en las partes donde se juntan las caras que forman la parte cóncava (o sea, las partes en que la línea que forma la cara cambia su dirección.) se debe curvar de manera continua teniendo el radio de curvatura lo más grande posible. Se puede pensar con confianza que el nivel de la desviación del espesor está en razón inversa al radio de curvatura.

Transmitir la verdad claramente.

Lo arriba mencionado es la teoría y sabemos que es imposible que las cosas se desarrollen fielmente de acuerdo con la teoría. Por lo tanto, se debe, más que nada reconocer siempre la capacidad de su propia empresa para poder suponer, al ver el diseño, hasta qué tanto y en qué parte se adelgazaría el espesor. Y es necesario informar claramente al cliente hasta qué punto se podría garantizar y desde qué punto correspondería una meta para hacer esfuerzos y no estaría dentro de la garantía. Obviamente, si se puede elaborar una muestra del producto previamente para precisar todo esto con dicha muestra, esto sería lo mejor.

4.5 Rango de variación razonable

En cuanto al rango de variación en las dimensiones exteriores del producto, ya se mencionó antes, por lo tanto aquí vamos a ver acerca de otros factores de la variación.

La variación que se considera en general como un problema, aparte de la de dimensiones exteriores, es la variación del espesor ya antes mencionada, y la del peso del producto.

En cuanto a la variación del espesor, en caso de que el producto tenga una forma simple y el diseño de la forma sea adecuado, la relación entre la parte delgada y la gruesa puede ser menos de 1 : 2, con excepción de la parte especial como la del Cutoff de Parison.

Pero, a medida que sea más complicada la forma, esta relación crece hasta 1 :4 ~ 1 : 5. Se puede considerar generalmente que hasta este valor se tendrá el límite para su aplicación real.

Ahora, vamos a ver sobre la variación del peso.

El siguiente es un criterio general:

- En caso del producto moldeado por inyección y soplado; más o menos 1%
- En caso del producto de soplado directo de forma relativamente sencilla y de producción masiva; 2 ~3%
- En caso del producto soplado de forma irregular pero con la forma relativamente sencilla y de bajo volumen con diferentes variedades; unos 5%
- En caso del producto soplado de forma irregular y complicada o el producto de poco volumen de producción; $\pm 5\%$

4.6 Insuficiente unión de la parte de Cutoff (corte)

Las resinas que ya tienen años de estar en el mercado como las resinas de poliolefinas, la de PVC y la de policarbonato, tienen grados bastante desarrollados para el soplado, y tienen bien establecida la técnica del moldeo, por lo tanto no hay tantos problemas. Sin embargo, dentro de los plásticos de ingeniería que muestra un notable crecimiento en la demanda estos últimos años, hay casos en que se presentan problemas de insuficiencia de la unión en la parte de Cutoff.

Se mencionará en la sección del molde de este texto, pero este problema se debe resolver básicamente por la combinación de los siguientes tres puntos; “ la temperatura de la parte que se corta, “el ancho y la superficie de la cara del *Cutoff* “. Sin embargo, el punto de fusión del plástico de ingeniería es generalmente alto, por lo tanto, la interacción con el problema de "*Drawdown*", no se puede resolver sólo mediante los esfuerzos de la técnica de procesamiento, por eso es cierto que de vez en cuando se escuchan voces que dicen, “es débil la parte de la unión”, o “ falta resistencia”.

En estos casos, les recomiendo usar en forma activa la técnica del “Cutoff doble” de la cual se mencionará en la sección del molde más adelante, para asegurar la resistencia de la parte de unión y al mismo tiempo desarrollar el diseño para que la parte de la unión que aparece en el exterior, se convierta en una parte del diseño.

4.7 Sellado de la entrada del aire

Por ser el moldeo por soplado, siempre hay entrada del aire. Y a veces hay que sellar esta entrada.

En caso de que el producto no se sumerja totalmente en el agua como un flotador para la taza del baño, se ubica la entrada del aire en la parte que no se sumerge. Y se inserta la tuerca ciega a presión en esta entrada mediante ultrasonido ondas de alta frecuencia. Sin embargo, en este caso, la unión de la pieza metálica con el flotador de plástico usa el efecto de anclaje, por lo tanto si se sumerge, poco a poco empieza a llenarse de agua.

Por esto, en caso de sumergir al producto completamente en el agua, no hay problema si se usa una resina que tiene cierta facilidad de fusionarse como PVC y la resina de estireno. Pero para el

caso de la resina de poliolefina, que es utilizada en la mayoría de los productos soplados de este tipo, la situación actual es que se hacen muchos esfuerzos para poder unir por fusión.

En cuanto a esta unión por fusión, se usa una barra de soldadura de la resina del mismo tipo. Se calienta una zona amplia y cercana al lugar donde se va a fusionar hasta la temperatura cercana al punto de fusión, y luego se junta el punto de fusión con la barra de soldadura para sellarse. En ese momento hay que enfriar todo el producto para disminuir la presión del interior con el propósito de que la resina fundida se meta hacia adentro. Como este ejemplo, de controlar la presión interna, hay muchos otros factores técnicos.

Por lo tanto, los productos terminados deberán ser probados 100% mediante un método preestablecido, como la prueba de fuga de aire, para poder enviarlos al cliente con seguridad. Esto quiere decir que el no es apto para la producción de alto volumen.

Por esto, con excepción de los casos en que la entrada pueda ser plana y delgada con una parte prominente o con una parte en forma de aleta, formada por ser aplanada, es mejor pensar en el uso del empaque o tapa, (aunque todavía queda el problema de cómo evitar el aflojamiento de la tapa); o cambiar totalmente de punto de vista, y estudiar la posibilidad de usar el método de moldeo rotatorio.

Además, en los últimos años se usa la fusión por ultrasonido; por ejemplo, primeramente se elabora con mayor precisión la entrada con una rejilla firme en la pared interior por moldeo de inyección y soplado o por el tipo de inserción a presión del diámetro interior para fusionar con un bloque en forma de tapa hecho de un material con las mismas características.

4.8 Amarre (*Undercut*)

En principio, está estrictamente prohibido el uso de los amarres. Sin embargo, en el caso de no tener más remedio que usar una estructura con amarre, se deberá utilizar una estructura que permita desmoldar resolviendo el problema de amarre dentro del molde.

Por otra parte, con la excepción del amarre prominente en el fondo del Parison con fondo formado, la parte de amarre siempre tendrá desviación del espesor, lo cual tendrá que explicar bien al cliente para su aprobación.

La razón por la cual se usa el desmolde forzado en la parte de amarre o se usa el núcleo de “ ir y venir” es el costo de fabricación del molde.

Si se utiliza el sistema hidráulico o neumático para abrir el molde en 3 partes o 4 partes, o se usa el engranaje de cremallera, realmente se incrementa el costo de fabricación del molde, el cual es generalmente a cargo del cliente.

Por esta razón, la opinión del cliente será aceptada medio forzosamente a sabiendas de que las dificultades en la operación también serán aceptadas. Pero, ¿cuáles son sus resultados?

La deformación y las rayaduras provocadas por el desmolde forzado, son responsabilidad del fabricante. No es sólo esto, lo peor que se puede esperar es el riesgo de accidentes laborales en la operación en esas situaciones, ya que en estos días ya no se hace la operación manual.

En el peor de los casos, va a ser necesario hacer la negociación de que una parte de esta diferencia de la operación sea cubierta por el cliente incluyéndose en el precio del producto para recuperar ese costo.

TERCER CAPITULO : PUNTOS A CONSIDERAR RELACIONADOS CON EL DISEÑO DEL MOLDE

1. Para diseñar el molde del moldeo por soplado

No solamente para el moldeo por soplado, sino generalmente para fabricar el molde en general no es suficiente hacer la forma de acuerdo con el plano de diseño y/o el modelo. Los que se encargan de diseñar el producto soplado, obviamente tienen que contar con el conocimiento básico del moldeo por soplado para poder diseñar el producto. Pero, además de esto, al momento de trazar el plano de diseño y/o diseñar o fabricar el molde para la producción del modelo, tienen que tener la actitud de revisar varios puntos como ; si hay o no hay problemas en el diseño de la forma, y en caso de haber problemas, revisar si se pueden resolver éstos en el molde, por ejemplo, mediante la forma de partición del molde. Aunque sea posible, pero si no es costeable desde el punto de vista económico, hay que revisar qué se debe hacer para mejorar. Revisar si es factible desde el punto de vista del diseño básico o no. Todo lo mencionado se deberá analizar junto con el diseñador.

Desde la época en que el producto soplado era usado simplemente como un recipiente, el uso del soplado se ha desarrollado bastante, teniendo formas de productos más complicadas, y de allí generando usos al producto que dan importancia a las funciones. Ahora que se pueden usar más variedades de plásticos de ingeniería en cuanto al material, lo antes mencionado es el punto que se espera mucho de las personas encargadas de diseñar y fabricar el molde.

2. Conocimiento básico de la forma y del material

Actualmente, el moldeo por inyección y soplado se usa principalmente para recipientes de tamaño chico y de forma relativamente sencilla, por lo tanto se puede dejar esto por el momento fuera de nuestro tema. En cambio, el soplado directo común es el que nos da muchos problemas en varios sentidos, y sobre todo es problemático el diseño y la fabricación de lo que se denomina “el soplado de función”.

Aunque no sería necesario mencionar, la base del soplado directo es la siguiente; primero se toma con el molde la parte superior e inferior del Parison extruído en forma tubular, y se forma una burbuja del Parison dentro del molde a la cual se introduce el aire para pegarla hacia la pared interior del molde. De esta manera la forma de la pared interior del molde se traslada a la forma exterior del Parison inflado.

El molde tiene sin falta una partición. En principio son dos particiones, pero se pueden tener tres particiones según la forma, y de vez en cuando hay de cuatro o más.

Por otra parte, a veces se usa la partición horizontal, el núcleo que sale girando, el núcleo perdido, etc.

En cuanto a la forma, con excepción de la parte especial donde el espesor desde más grueso con poco inflado del Parison como en el cuello, es recomendable elaborar la forma total con curvas continuas con un radio de curvatura lo más grande posible, evitando los ángulos agudos.

Si se trata de un recipiente chico de forma simple, no será necesario ser muy minucioso, pero ahora que se están incrementando los productos de tamaño grande o los de forma más complicada con la denominación de “soplado de función”, se debe analizar y revisar si no es forzado trasladar la forma del producto a la del molde desde el punto de vista de las limitaciones fundamentales que vienen de la particularidad del moldeo por soplado; en caso de resultar forzado, determinar qué remedio se puede tomar para el molde, o se puede mejorar la forma sin perjudicar a la función del producto, etc.

Ahora vamos a ver delamarre (*Undercut*). Si la resina que se usa es suave, el radio de curvatura sea grande y la superficie del amarre sera pequeña, y es posible un desmolde algo forzado, pero en principio se debe evitar el amarre.

Lo antes mencionado es como preparación antes de mencionar sobre las técnicas.

3. Recipiente de forma sencilla

El producto soplado de mayor demanda es el recipiente relativamente pequeño de forma sencilla que vino sustituyendo al producto de vidrio, o sea es lo que comúnmente se llama “botella”.

La forma de la parte del tronco es generalmente cilíndrico redondo o cilíndrico ovalado, y rara vez se encuentra la de forma cuadrada.

En cuanto a la forma del hombro, es deseable que sea “caído” por cuestión del moldeo, y mientras más se acerque al nivel horizontal, más aumenta el riesgo de rayar el producto con la orilla del molde en el momento del desmolde.

Si es necesario hacer más arriba el nivel de la línea horizontal, se debe pensar en el método de soplado de forma irregular incluyendo la distribución de la parte de espesor grueso.

Por otra parte, si el tronco es cuadrado, las esquinas del tronco deberán tener un radio lo más grande posible, pero se debe dar mayor atención al radio de la esquina del hombro y darle el mayor radio posible también.

En cuanto al fondo del producto, en general se le da una curva suave para que sea de fondo un poco elevado con el fin de que se absorba la deformación de contracción por moldeo y dar mejor equilibrio de “sentado”.

Sin embargo, de repente es solicitado que el fondo sea plano. En este caso se debe diseñar dándole una orilla con radio grande a la circunferencia del fondo para absorber la contracción por moldeo.

Además, si se da la relación de 1 : un poco más de 1.5 entre el diámetro y la altura , es fácil de

moldear. Si esta razón es menos, en otras palabras cuando tenga una forma ancha y corta, a veces es necesario tomar en consideración la parte del desperdicio intencional en la parte superior o inferior.

La mayoría de los recipientes de producción masiva son para un contenido de aproximadamente 1 litro o menos, por lo tanto no hay tantas limitaciones en cuanto a la forma. Pero, aunque sea un recipiente de forma sencilla, si se aumentar requiere el contenido, no se puede tomar como idea fácil la de incrementar el diámetro para hacerlo más grande.

Parece ser que hay gente que piensa que al incrementar el diámetro del Parison, se puede aumentar el diámetro del fondo de producto en forma infinita, pero la verdad no es así.

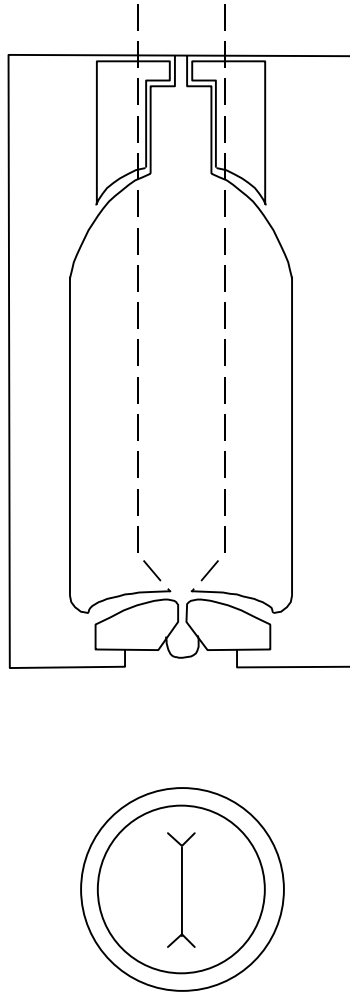
El moldeo por soplado es un método en que se aprovecha el estiramiento del material en forma uniforme, pero la técnica del ajuste del material no ha llegado a tal nivel que permita moldear un producto con diámetro infinito. Obviamente este límite actual se irá agrandando en el futuro, pero hasta el momento se deberá diseñar tomando en consideración de que; en el caso del polietileno, el límite del diámetro del fondo es un poco más de 60cm (diámetro perpendicular en relación con la línea de Cutoff del Parison), y en el caso de policarbonato, es un poco más de 30 cm.

En cuanto a otras resinas, se puede esperar que el PVC dé un mejor límite que el polietileno, pero tiene limitaciones mecánicas, por lo tanto no se puede fabricar un producto tan grande.

De todos modos, el polietileno como plástico de uso general y el policarbonato como plástico de ingeniería, ambos tienen una larga historia en la búsqueda de la mejor moldeabilidad por soplado y han venido incrementando su límite en forma gradual. Otras resinas no llegan todavía a este nivel del policarbonato. Por esto, se debe estar consciente de que la selección del material para el moldeo tiene que ver con el límite del tamaño del producto.

Esto viene de la limitación del proceso básico de esta técnica de moldeo, o sea ; cubrir el Parison en la cara de partición de Cutoff de Parison e introducir el aire para inflarlo.

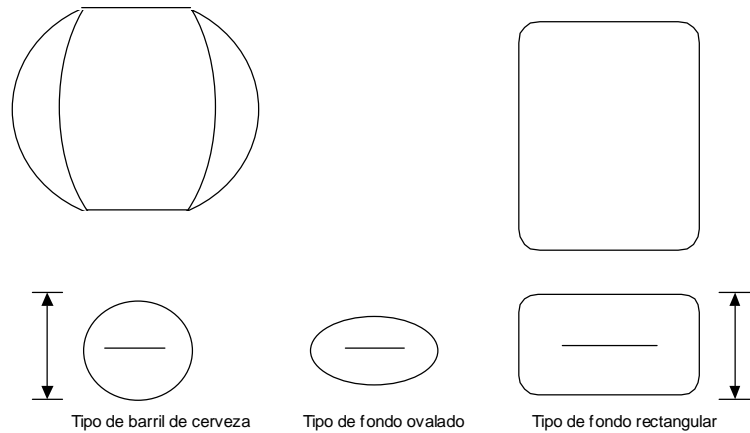
En el dibujo 31 se muestra en forma simplificada el proceso del moldeo de un recipiente de forma sencilla. El Parison, al ser tomado en la cara de partición, forma una línea del diámetro de una dirección. Y luego se va inflando y estirando formando el fondo plano (aunque esté un poco elevado).



Dibujo 31: Proceso del moldeo de un recipiente de forma sencilla

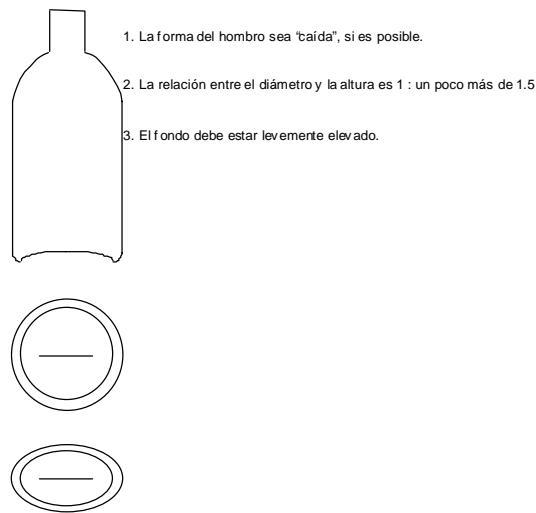
Hay una diferencia en la forma del estiramiento entre la dirección de la anchura lateral y la dirección perpendicular respecto a la misma. Esta diferencia puede ser cubierta hasta cierto punto por las características de moldeo que tiene el material, pero tiene su límite, es decir el límite que se mencionó antes es el límite actual.

Por lo tanto, en el caso de desear que el diámetro del tronco sea más grande que éste según el volumen del contenido, se puede reducir el diámetro de la parte superior e inferior como en el barril de cerveza, o hacer la forma del fondo ovalada como se muestran en el dibujo 32. Además, se debe ingeniar para que las esquinas del fondo rectangular queden redondeadas, y establecer el largo de la dirección perpendicular en relación con la anchura lateral del Parison de acuerdo con el material. Si no se hace esto, el espesor de la esquina de esta dirección va a ser muy delgado.



En caso de inflar a la dirección perpendicular en relación con la anchura lateral del Parison, unos 30cm del largo de un lado de la dirección perpendicular en relación con la anchura lateral del Parison y el total de un poco más de 60cm son puntos de referencia. Y se puede considerar que los límites son 50cm de largo de un lado por lo que un poco más de 1m en total (en caso del polietileno).

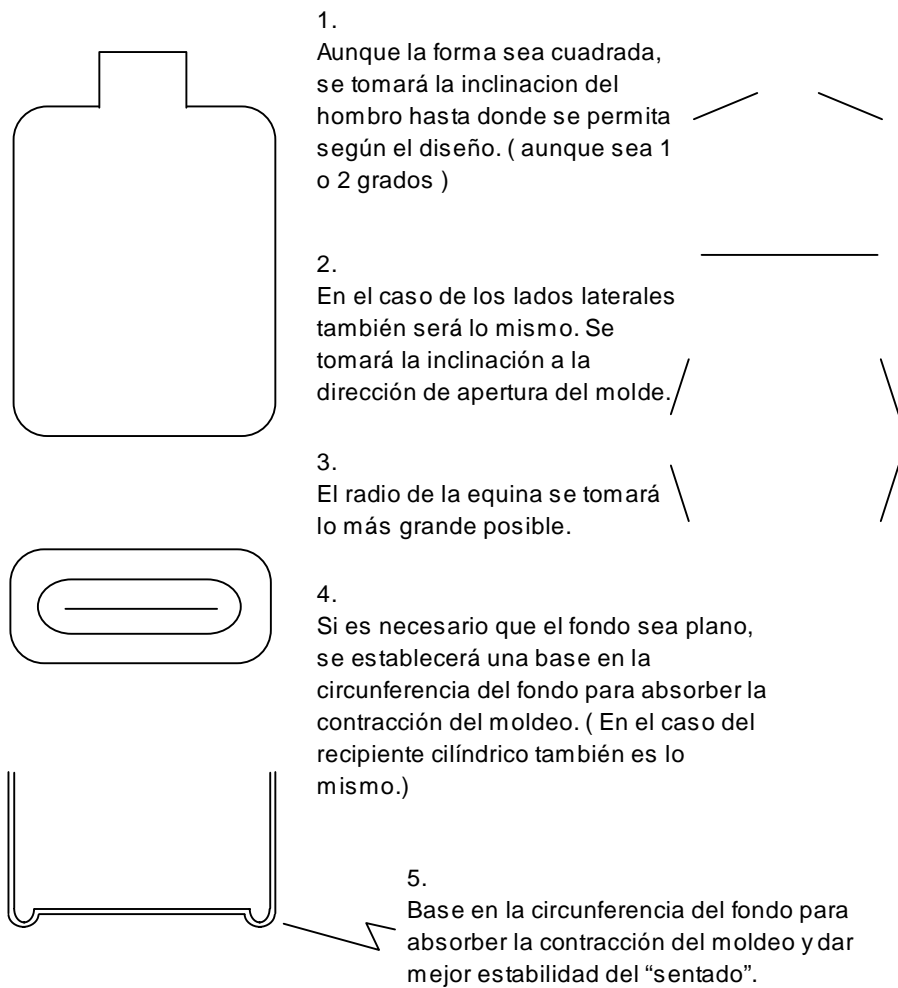
Dibujo 32: Forma de pensar para el soplado en la dirección perpendicular en relación con la anchura lateral del Parison en el fondo



1. La forma del hombro sea 'caída', si es posible.
2. La relación entre el diámetro y la altura es 1 : un poco más de 1.5
3. El fondo debe estar levemente elevado.

Dibujo 33: Puntos claves para el diseño de un recipiente de forma sencilla (No. 1)

En los dibujos 33 y 34 se resumen los puntos claves ya comentados en el texto y algunos puntos no mostrados en el dibujo 32.



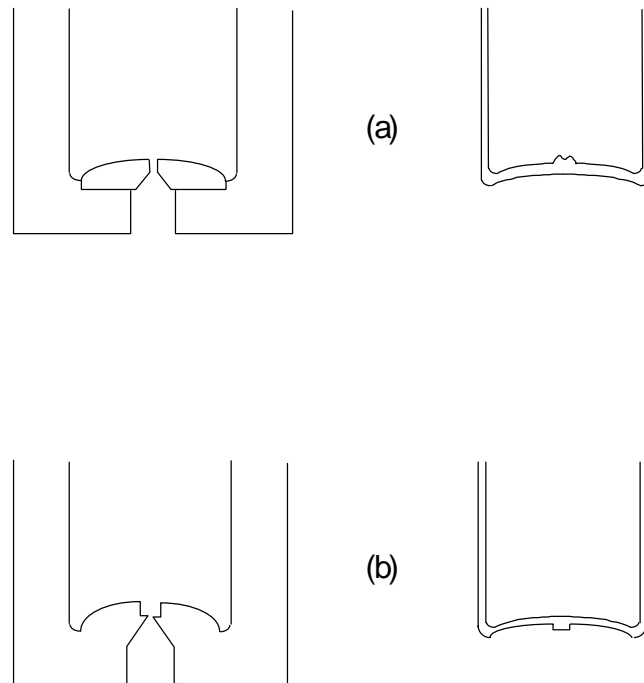
Dibujo 34: Puntos claves para el diseño del recipiente de forma sencilla (No. 2)

4. Parte de Cutoff del Parison

En el moldeo por soplado, ya sea el método de Parison caliente o el de Parison frío, con excepción del moldeo por inyección y soplado, siempre existen los procesos de tomar el Parison, apretar, fusionar para formar una burbuja y cortarlo finalmente.

Aunque existe el soplado del Parison con fondo formado, esto se hace en un proceso independiente.

Esta parte del molde de soplado, donde se aprieta el Parison para fusionarlo se denomina “la parte de *Cutoff*” o simplemente “*Cutoff*”. En cuanto a la forma de este *Cutoff* del molde, existe el tipo en que se realiza en forma continua los procesos de tomar el Parison, apretar, fusionar y cortar como se muestra en el dibujo (a) del dibujo 35, y otro en el que se hace separadamente el proceso de fusión y el de corte como se ve en el dibujo (b).



Dibujo 35: *Cutoff* del Parison y la forma del corte seccional del producto

Hablando de la diferencia del tipo (a) y (b), en caso de (a) tiene buena apariencia en el acabado pero en la cara interior del fondo de producto se presenta una protuberancia con forma de cerro y valle, la cual es la parte fusionada. En cambio, en caso de (b), en la cara exterior del fondo se presenta esta protuberancia, pero en el lado interior nada más se ve un ligero hilo.

En caso de que se use la técnica de "soplado inverso" o como también se llama "soplado por abajo" y la parte superior del Parison es el fondo del producto, si es de tipo (a), la fusión va a ser

insuficiente por lo tanto se usa normalmente el tipo (b).

Ahora, vamos a ver sobre las dimensiones de *Cutoff* del molde: existe el ancho y el espacio, pero en realidad son difíciles de estandarizar, ya que varían según el material, el espesor del Parison, la forma del producto, sobre todo por el tamaño del producto y la ubicación superior o inferior del Parison.

En términos generales están en el siguiente rango;

Ancho; 0.1 ~ 3.0mm

Espacio: 0.1 ~ 2.0mm

Desde el punto del material del moldeo, la resina de viscosidad relativamente alta y de baja temperatura de moldeo como el polietileno, el ancho y el espacio pueden ser pequeños, en cambio, la de alta temperatura de moldeo y de baja viscosidad, los dos deben ser grandes.

Y obviamente el producto si es chico se usa el Parison de espesor delgado, en donde el ancho y el espacio son pequeños, en cambio si es producto grande y de espesor grueso, los dos son grandes.

Si se tiene "*cutoff*" en la parte superior del Parison, es más fácil de romperse en comparación con el caso en que se tiene en la parte inferior, por lo tanto tiene que ser más grande. Si se utiliza el "hombro caído" como se ve en el dibujo 33, tiene bastante menos riesgo de romperse en la parte de fusión en comparación con el hombro horizontal como se muestra en el dibujo 34, por lo tanto en caso de tener el hombro horizontal, los dos tienen que ser un poco grandes.

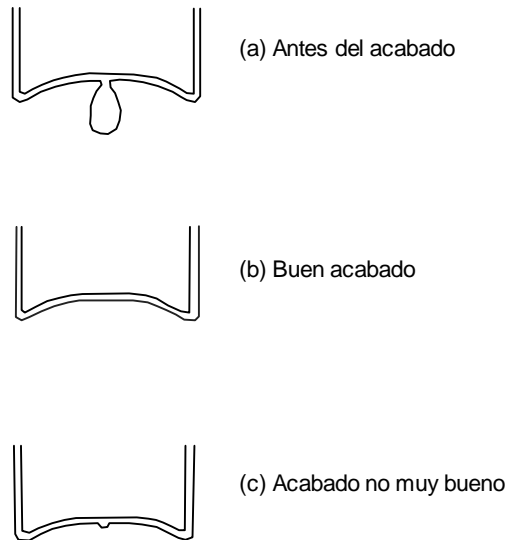
Sin embargo, el ancho y el espacio tienen una relación mutuo-complementaria, por lo que si el ancho se hace grande, el espacio puede ser chico. En forma inversa, si el ancho se hace chico, el espacio puede ser grande.

Todo lo antes mencionado acerca de la relación es para el caso del tipo (a), y en el caso del tipo (b), se puede reducir considerablemente el espacio.

En cuanto al ángulo de *Cutoff* del molde, no existe una regla establecida, pero el estándar es de unos 45 grados aproximadamente, y cuando se quiere tener un *Cutoff* agudo, a veces este ángulo se reduce hasta unos 30 grados.

Pero, ¿por qué no se puede determinar el valor general del ancho y el espacio? Obviamente, si el ancho y el espacio del *Cutoff* son pequeños, tienen varias ventajas en el momento del proceso de acabado. Por que el proceso de acabado del moldeo por soplado consiste en cortar esta parte de *Cutoff* para separar el producto de la rebaba.

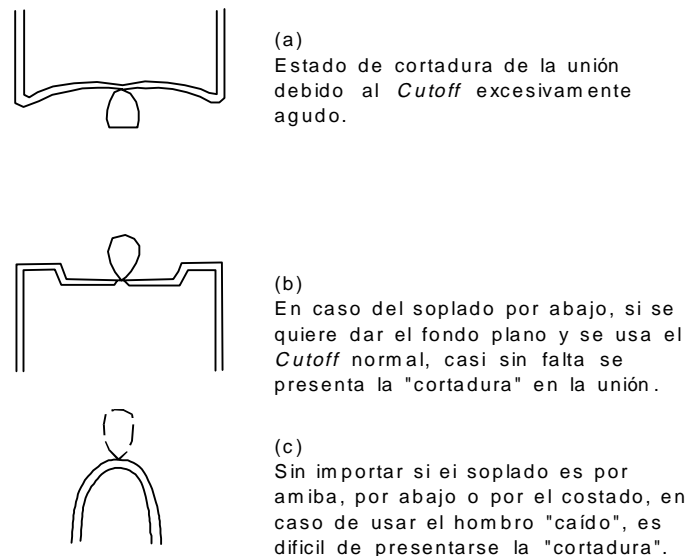
En (a) del dibujo 36 se muestra el estado antes del proceso de acabado del producto, siendo la parte inferior de Parison el fondo del producto. El proceso de acabado significa eliminar la parte de Parison desde este estado para hacer al estado (b). El estado (c) en que queda una parte de *Cutoff* no es buen trabajo de acabado.



Dibujo 36: *Cutoff* del Parison en el fondo y el acabado

Por lo tanto, si el espacio es chico, el acabado es fácil y hay menos riesgo de dejar una parte de rebaba como se ve en (c) del dibujo anterior.

A este estado se le dice que “el *Cutoff* es agudo”, o “el *Cutoff* agudo”. Si es así, ¿por qué se amplía al ancho o se da más intervalo al espacio? Porque si el *Cutoff* es demasiado agudo, la parte de unión del Parison no se fusiona bien como se ve en (a) y (b) del dibujo 37, provocando la cortadura por mala fusión. A este estado se le denomina “cortadura de la unión” o simplemente “cortadura”.

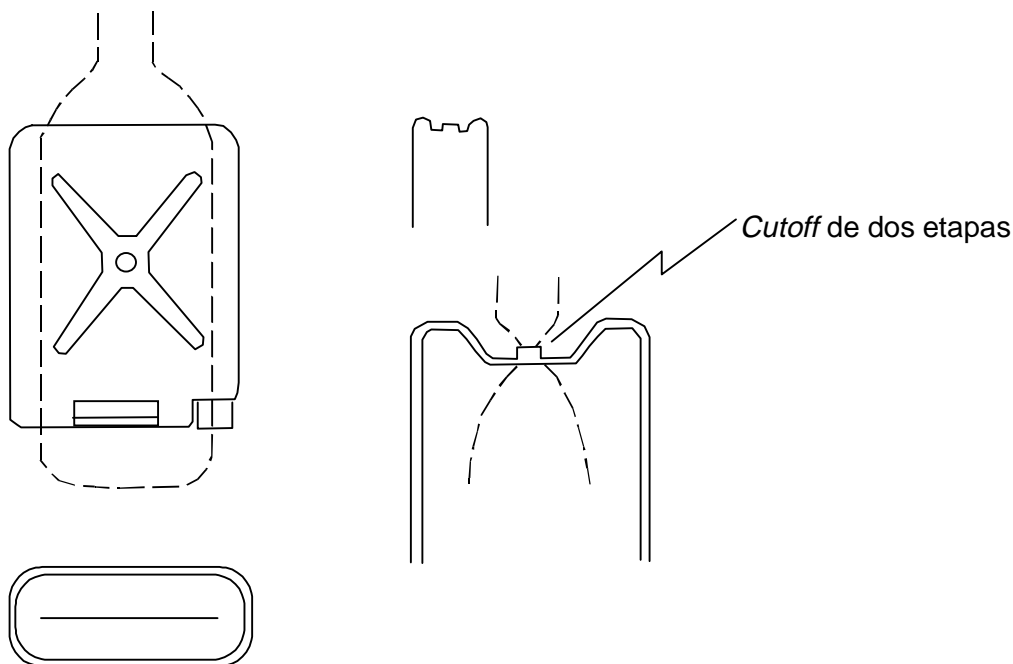


Dibujo 37: *Cutoff* y la cortadura de unión

El grado de la agudeza del *Cutoff* y la temperatura del molde influyen considerablemente en este fenómeno. O sea cuanto más baja sea la temperatura del molde, se presenta más este fenómeno. Además, el espacio del *Cutoff*, en el caso de que el fondo donde se extiende en forma plana, está en la parte inferior del Parison (en otras palabras, en el caso del soplado por arriba), podría ser bastante chico (0.1 ~ 0.5mm). Pero en cuanto al ancho del *Cutoff*, también es necesario hacerlo más grande, cuanto más grande sea el recipiente. Además, cuanto más grande sea el recipiente y más grueso sea el espesor, tienen que ser más grandes el ancho y el espacio, pero como se mencionó antes, estos dos tienen la relación mutuo-complementaria.

Como se mencionó un poco antes, cuando el fondo, o sea la cara de la dirección horizontal y perpendicular en relación con el Parison sea en la parte superior del Parison (se usa mucho para los recipientes de soplado por abajo), es más fácil de presentarse la “cortadura” en la parte de unión con la ayuda del fenómeno de colgadura (*Drawdown*).

En estos casos es frecuente que se utilice el sistema del *Cutoff* de (b) del dibujo 35. A veces a este tipo de *Cutoff* se denomina especialmente “*Cutoff de dos etapas*”. El dibujo 38 muestra un ejemplo del recipiente de queroseno de forma plana para el cual se usa mucho el *Cutoff de dos etapas*.



Dibujo 38: Ejemplo del recipiente de queroseno de forma plana

Para el recipiente de forma sencilla como se ve en el dibujo 31 y el ejemplo de (c) del dibujo 37 en que se usa el “hombro caído” y en donde la extensión hacia la dirección horizontal no es mucha, se puede tener un *Cutoff* relativamente agudo. Además, si no se infla casi nada como el cuello del dibujo 31, se puede tener más agudo el *Cutoff*.

5. Material del molde y el método de fabricación

El molde para soplado, en el momento del moldeo, requiere sólo menos de una décima parte de la presión necesaria para el moldeo por inyección (2 ~ 3 atmósferas para el moldeo normal, 5 ~ 10 atmósferas para el moldeo de alta presión y 20 ~ 30 atmósferas para el de ultra-alta presión), por lo que requiere tanta rigidez como para el caso del molde para la inyección. Sin embargo, últimamente están aumentando los productos soplados de tamaño grande en comparación con el moldeo por inyección, y en muchas ocasiones para estos productos se usa la alta presión para el moldeo por soplado con el propósito de hacer más lisa posible a la superficie. Por esto, hay que usar una alta presión en forma general. De tal manera que si se moldea el producto grande, es necesario hacer el cálculo de resistencia, incluyendo suficiente holgura para el soplado.

Por otra parte, el molde para el soplado tiene sin falta la “línea de partición “ en que se unen las partes del molde, por lo que requiere mucha tenacidad. Con la falta de esa tenacidad, la parte de la “línea de partición” que tenga contacto con el producto soplado empieza a desgastarse, mostrando una apariencia no muy favorable como producto, aunque no se presente la falla en su funcionamiento.

Además, la parte que hace el *Cutoff* del Parison requiere más dureza, resistencia al desgaste, y tenacidad en comparación con otras partes del molde, por lo que se utiliza con frecuencia el inserto de la cavidad hecho de un material diferente al del cuerpo principal del molde.

Para la selección del material del molde, relacionándose con el método de la fabricación del molde, se deben tomar mucho en consideración varios puntos como son; la forma, el tamaño del producto soplado, el volumen de producción, el material de moldeo, la función requerida (incluyendo el estado de la superficie). Si no, resultaría insatisfactorio no sólo en el costo sino también en los requerimientos del producto.

5.1 Material de fundición

El moldeo por soplado no empezó precisamente como una continuación del proceso de fabricación de la botella de vidrio, sin embargo, en el proceso del desarrollo del soplado hubo mucha transferencia del procesamiento de la botella de vidrio, y además los dos tenían muchos puntos comunes en el método de fabricación, por lo tanto muchas técnicas del molde para la fabricación de la botella de vidrio han sido introducidas en la técnica para la fabricación del molde de soplado.

Para un producto con una forma relativamente sencilla y con volumen de producción no tan alta, primero se elabora un molde de arena en base al modelo sencillo hecho de madera y del marco exterior en que posteriormente se vierte el hierro fundido (hierro FC) para elaborar el molde burdo. Se hace el trabajo de acabado a esto con el torno, la fresadora y se usa mucho la estructura con el inserto de núcleo hecho del hierro forjado (hierro SC, por ejemplo) para la parte del cuello y el *Cutoff*.

Pero en los últimos años se han incrementado los productos soplados con forma complicada

tridimensional que buscan la aplicación para un uso funcional como el ducto para automóviles. Para la fundición de un molde con forma complicada como éstos, se usa más comúnmente la aleación de zinc o la de aluminio que el hierro fundido. Y normalmente se utilizan la máquina perfiladora y la fresadora de control numérico para el trabajo de acabado.

Si el material del molde es de metal fundido ya sea de hierro fundido o de aleación de zinc o de aluminio, aunque se pule bien la superficie del molde, hay un límite y la superficie del producto moldeado no queda totalmente lisa. Por esto, a menos que haya alguna parte en que el venteo de aire esté muy mal, por ejemplo, las letras grabadas (que se presentan cóncavas en el molde y convexas en el producto), a veces se coloca el inserto de núcleo en la parte del cuello y en el *Cutoff*, y en otras ocasiones se elabora una ranura para venteo de aire en la cara de partición del molde; por lo que el venteo no es un problema tan fastidioso. El aire que quedó atrapado en la superficie del molde no puede escaparse y será absorbido en la estructura, por decir “burda” del material de molde, sin notarse tanto.

Pero en el caso de que todavía haya lugares de mal venteo, por ejemplo, por las letras grabadas o por la forma complicada tridimensional, en ocasiones se toman medidas para mejorar el venteo como colocar el inserto de núcleo, hacer un orificio pequeño (de diámetro de 0.2 ~ 0.5 aproximadamente) para luego tapanlo con un hilo de algodón o con un metal aleado y sinterizado.

Estos trabajos, ya sea en el caso de que la apariencia sea importante, lo cual es obvio, o en el caso de que la apariencia no tenga tanta importancia, se deben diseñar en los lugares menos notorios de tal manera que no se noten mucho; así es la técnica. Por otra parte, la presión de moldeo para este tipo de molde es relativamente baja, siendo 2 ~ 3 atmósferas en muchas ocasiones y 5 ~ 6 atmósferas en ocasiones de alta presión.

5.2 Fundición de precisión

Frecuentemente se necesita moldear en forma muy fiel a un objeto real como una fruta, un animal o un muñeca. Esta es la técnica de elaborar el molde para moldear algo muy fiel al objeto real, en base al objeto real o un modelo bastante preciso y parecido al objeto real.

Anteriormente se fabricaba principalmente mediante la transferencia del modelo para los moldes que tienen dificultad de ser maquinados por grabación sencilla. Pero últimamente el desarrollo de la técnica de fundición hizo posible la fabricación del molde de metal fundido de estructura bastante fina, por lo tanto aunque la forma permita trabajar con grabación mecánica, se elabora primero el molde-base que corresponde al modelo del objeto real utilizando el material más fácil de maquinar, y luego se fabrica el molde de metal fundido ya sea de hierro, de aleación con aluminio, con zinc o con cobre según las necesidades.

La técnica de fundición está tan desarrollada que en muchas ocasiones se puede usar el molde sin pulir después de la fundición y en otras ocasiones cuando se necesita el acabado de espejo, es suficiente pulirlo nada más un poco.

A continuación se mencionarán sólo las denominaciones de los principales métodos de fundición;

- Método de *Shell mould* (molde de concha)
 - Método de molde perdido
 - Método de molde electroformado
 - Método de molde sinterizado
- Otros

5.3 Material fundido y acero al carbono

A medida que sea más grande el tamaño del producto soplado, sea mayor el volumen de la producción y sea más alta la presión de aire necesaria para el moldeo debido a la exigencia de la lisura de la cara, el material fundido ya no será suficiente para corresponder a las necesidades de resistencia, durabilidad y acabado liso.

Por otra parte, la automatización de las máquinas herramientas se ha desarrollado bastante y se puede llevar a cabo fácilmente el trabajo de corte, lo cual ha permitido aumentar poco a poco el número de moldes hechos de bloques maquinan.

Como aleación de aluminio se usa la de aluminio forjada con duraluminio, y como acero al carbono se usa el material S-C como S45C, S55C.

Pero, al ser tan fino el material del molde, ya no se puede dejar la cuestión del venteo sin cuidado como cuando se trataba del hierro F-C.

Por lo tanto, va a ser necesario dar al molde una estructura con cierta consideración del venteo, por ejemplo;

- Aumentar estructuras del inserto de núcleo que funcionan al mismo tiempo como venteo.
- Abrir orificios para el venteo.
- Poner bien la ranura para el venteo.
- Utilizar parcialmente el metal sinterizado permeable.

Como una de las medidas de escape del aire se aplica el *Sandblast* (aspersión de arena) fino a la superficie acabada.

Sin embargo, cuando los requerimientos de la apariencia del producto soplado son tan exigentes, ya estas medidas provisionales no son suficientes, por lo tanto a veces se debe pulir como espejo la superficie del molde o hacer un recubrimiento de cromado duro. Para este tipo de molde, se debe diseñar el venteo de tal manera que no se afecte al producto y establecer la presión del aire para el moldeo en 5 ~ 10 atmósferas o a veces a un nivel un poco más alto hasta 20 ~ 30 atmósferas para que el Parison extendido pueda adherirse fuertemente a la superficie del molde.

5.4 Acero templado

Cuando se incrementan aún más los requerimientos de resistencia, durabilidad y el acabado liso, se utiliza el acero templado de acuerdo con las necesidades del molde para la inyección como el acero S-K y el acero preendurecido. El método de fabricación así como los puntos a considerar son los

mismos que se mencionaron en el inciso anterior.

5.5 Acero anticorrosivo

Para el moldeo de la resina como PVC que tiene la facilidad de corroer el acero, el aluminio y el material con zinc entre otros, y/o para el moldeo de productos que deben evitar estrictamente la corrosión, se usa el acero anticorrosivo del grupo SUS.

Sin embargo, para el moldeo de PVC en muchas ocasiones se usa el recubrimiento de cromado endurecido sobre el molde de acero.

5.6 Aleación de cobre

Para el molde de soplado, se usa en forma bastante amplia la aleación de cobre (cobre de berilio, etc.) con la misma frecuencia que el hierro, el aluminio y el zinc.

La aleación con cobre se usa mucho para la parte principal del molde, pero se usa más para el *Cutoff* utilizando otro material para la parte principal.

Esta forma del uso no se ve en otros materiales, y esto se debe a la alta tenacidad, elasticidad y conductividad térmica de la aleación de cobre en comparación con otros materiales del molde.

6. Enfriamiento

La forma básica del moldeo de la resina termoplástica, es procesar la resina plastificada con calor en una forma previamente determinada y extraerla después de enfriarse y solidificarse.

Por lo tanto el equipo de enfriamiento para agilizar la velocidad del enfriamiento y solidificación, es especialmente importante en la producción masiva. Sin embargo, aparte de los productos de producción masiva, actualmente ha aumentado los productos soplados que dan importancia a la funcionalidad, y a su vez se ha diversificado también los métodos del enfriamiento. Por ello, es importante la selección adecuada del método de enfriamiento conforme al producto a ser fabricado.

6.1 Puntos fundamentales

En cuanto al método de enfriamiento del molde de soplado, debemos tener cuidado en la distribución del ducto de agua del enfriamiento para que el producto tenga una temperatura uniforme en su totalidad. Y especialmente, cuando el producto es de espesor grueso, tomar precaución en cómo realizar el enfriamiento de la parte del corte que será rebabeada.

Es decir, la parte del corte del Parison que será rebaba, es de espesor grueso en comparación con

otra parte moldeada, por lo que es difícil el enfriamiento. Si el enfriamiento es demasiado severo, la parte del cuerpo principal tendrá una superficie áspera y el acabado no será satisfactorio.

Desde el punto de vista de la textura de la superficie del producto, la temperatura adecuada es la de 20°~30°C menor a la temperatura de solidificación aproximadamente.

Por lo tanto, en vez de procurar mantener una temperatura baja del molde en sí, es necesario tomar alternativas de enfriamiento dando prioridad al efecto de enfriamiento por liberación del calor, utilizando material para el molde que tenga buena conductividad térmica y agilizando el traslado del calor.

El enfriamiento del molde, o dicho de otro modo, es básicamente el enfriamiento realizado desde afuera, pero recientemente comienza a ser frecuente el enfriamiento aplicado desde el interior. Es un método que se ha venido usando remotamente en el moldeo por inflación, lo cual es un método con que se realiza el enfriamiento desde la parte interna enfriando el aire para soplar o usando el hielo seco o el nitrógeno líquido. Es un método que empieza a expandirse hacia los ámbitos generales comenzando con la fabricación de los recipientes transparentes de PP.

Regresando al tema. Cuando el Parison que está en proceso de inflarse se pone en contacto con el molde de baja temperatura, se forma lo que normalmente se le llama “Quemadura”, la cual es una especie de estiramiento originado por el endurecimiento de la parte en contacto. Seguramente, se le ha denominado así, por la similitud del estado al de una lesión por quemadura.

Anteriormente ya había mencionado que, aún cuando se haya inflado lo suficiente, provocan de vez en cuando asperezas en la superficie por no pegarse completamente al molde. Como contramedida para resolver este problema, es el elevar la temperatura del molde a una temperatura mayor a cierta temperatura como se mencionó anteriormente. Sin embargo, son considerablemente influenciados por la presión y la velocidad del soplado del aire. Es decir, la textura de la superficie se mejora notablemente al llenar rápidamente con el aire y al oprimir fuerte y repentinamente el Parison en la pared del molde mediante la presión del aire soplado. Por consiguiente, en la práctica, debemos ir definiendo tomando en cuenta esos aspectos.

Mientras que podría decirse que el enfriamiento de la parte de corte del Parison que quedará como rebaba, es mejor cuanto más fuerte sea. Pero cuando su influencia afecta a la parte del corte del molde, se podrá provocar el “Corte” de la parte de unión.

Es razonable que se trate la parte de la rebaba, considerando esencialmente aceptable mientras se endurezca solamente la superficie y no se pegue a otros.

Ahora, en cuanto al enfriamiento de la parte del cuello, la situación se difiere bastante cuando se moldea por soplado directo, tocando el cabezal del dado al molde, y cuando el dado y el molde no se tocan directamente como en el tipo *Cutoff* incluyendo el soplado por abajo y el soplado lateral.

En el último caso, se ejecuta exactamente lo mencionado en este inciso, puesto que el molde y el dado están separados, pero en el caso del anterior, es necesario enfocarse en cómo evitar la transmisión térmica del dado al molde, antes de pensar en el enfriamiento. Una vez que se tome

medidas necesarias, entonces se pensará en el enfriamiento en su totalidad.

6.2 Tubo de agua para el enfriamiento.

Básicamente, tiene como objetivo, la unificación de la temperatura del molde y en especial al momento del moldeo. Por lo tanto, el tubo de agua para el enfriamiento se distribuye en forma equidistante, colocándose más denso en la parte del espesor grueso, y relativamente separado de la pared del moldeo, lo cual no difiere mucho del caso del molde de inyección. Sin embargo, en el caso del moldeo por soplado, se diseña y se moldea para que tenga uniformidad de espesor en su totalidad, por lo que es aceptable con una tubería relativamente uniforme a excepción de la parte del cuello delgado donde se agarra el Parison para poder moldearlo.

La parte del “Corte” que constituirá el fondo, es frecuente que tengan estructuras procesadas en forma separada para ser colocados posteriormente, además de considerarse como un tipo de venteo.

Cuando la temperatura de esa “parte del corte” es baja, provoca “corte” como se mencionó anteriormente. Por lo tanto, normalmente se deja al enfriamiento por la conducción térmica con el cuerpo principal, sin someter dicha parte a un enfriamiento forzado.

El agua de enfriamiento se introduce desde la parte inferior y se extrae de la parte superior.

No se debe hacer acumulaciones del agua en la trayectoria del tubo de agua de enfriamiento.

Lo que se mencionó arriba son cosas fundamentales, pero hay ocasiones en que es bueno no bajar la temperatura como se mencionó anteriormente. Y hay muchas ocasiones en que, por cuestiones económicas no es posible tener una ruta complicada de tubería de agua por lo tanto se hace un hueco en la totalidad de la parte posterior del molde para convertirlo en una especie de depósito de agua para el enfriamiento.

Como un método de enfriamiento en que se realiza simultáneamente el venteo, se destaca el “sellado lógico”.

Habitualmente, se mete el agua de enfriamiento presionando desde abajo para que salga de la parte de arriba, mientras que en este método anteriormente mencionado, se succiona el agua de enfriamiento desde arriba, por lo que también se le llama el enfriamiento mediante la presión .

De esta manera, el tubo del agua de enfriamiento se mantiene en forma constante por debajo de la presión atmosférica, y al conectarse este tubo con el orificio de venteo, se logran ambos efectos de modo simultáneo.

Para los moldes de inyección se usan mucho el tipo de núcleo y el de *Block Build*, por lo tanto resulta efectivo el método mencionado. Sin embargo, en caso de los moldes de soplado, generalmente la parte principal está hecha por un cuerpo único, por lo tanto es frecuente que el mecanismo de venteo es independiente del tubo de agua de enfriamiento, lo cual se explicará posteriormente.

6.3 Enfriamiento desde el interior

Recientemente en el área del moldeo por soplado ha llamado la atención el tema de elevar la moldeabilidad un 30% mediante el soplado del nitrógeno líquido en vez del aire.

En el campo del moldeo por inflación o por soplado, el método en el que se realiza el enfriamiento desde el interior mediante el soplado del hielo seco o del nitrógeno líquido se ha venido usándose desde tiempos remotos, Especialmente en el moldeo por inflación es aplicado en forma común.

No obstante, en el caso del soplado directo, existe el problema de la unión de Parison de la parte del corte del fondo que es inevitable, por lo que se usaba habitualmente en el soplado de Parison con fondo formado previamente.

He podido observar el trabajo del moldeo súbito que utiliza el nitrógeno líquido en el soplado directo. En esa ocasión pude ver que en el lapso desde el cierre del molde hasta el soplado del nitrógeno líquido, hubo necesidad de suspensión de un instante para esperar la unión de la parte del corte. Dependería también del tamaño, pero para el recipiente de aproximadamente 2 litros hecho de polietileno, tuve la impresión de que se atrasaba aproximadamente 1 segundo para el soplado del nitrógeno líquido.

Considerar largo o corto a ese lapso de 1 segundo dentro del ciclo de moldeo, dependería de la persona interesada.

En cambio, en el caso del soplado de Parison con fondo previamente formado no existe esa preocupación. En realidad, para hacer transparente el Polipropileno (PP) se usa el enfriamiento súbito. Y en este caso, se aplica el soplado de Parison con fondo previamente formado principalmente en el inyección y soplado.

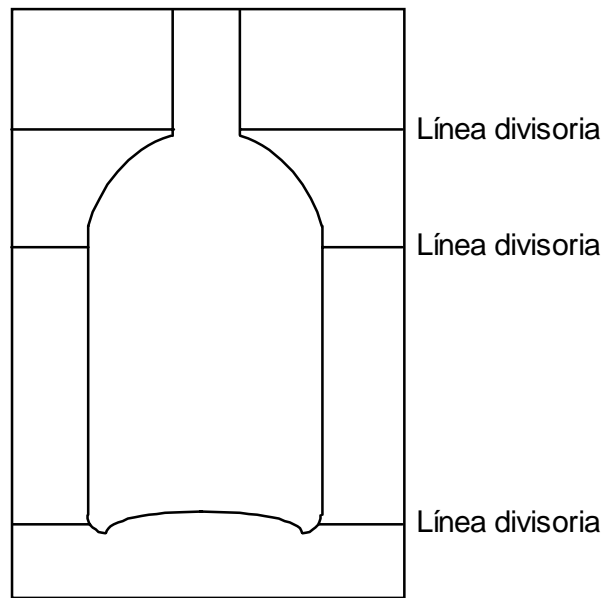
6.4 Venteo

La técnica del venteo en el moldeo por soplado, consiste en cómo dejar al aire escapar que queda atrapado entre las paredes interiores del molde y el Parison en el momento de inflar el Parison, y cómo beneficiar al estado de contacto de ambos.

Mientras se usaba el material fundido sin ser exigido sobre la textura del producto, tampoco el venteo fue preocupación alguna.

En el dibujo 39 se muestra la posición de la línea divisoria del molde para un venteo básico. Así como se observa en este dibujo, la unión de blocks del molde se realiza generalmente en las zonas de cambio de curvas como del cuello, su prolongación y del fondo, en otras palabras se realiza en las partes donde la unión no se note cuando se convierta en un producto.

Sin embargo, esta forma de disimular la huella del venteo y el nivel de la textura del producto ya no satisface al usuario, por lo que a continuación mencionaré algunas alternativas que actualmente se están utilizando.

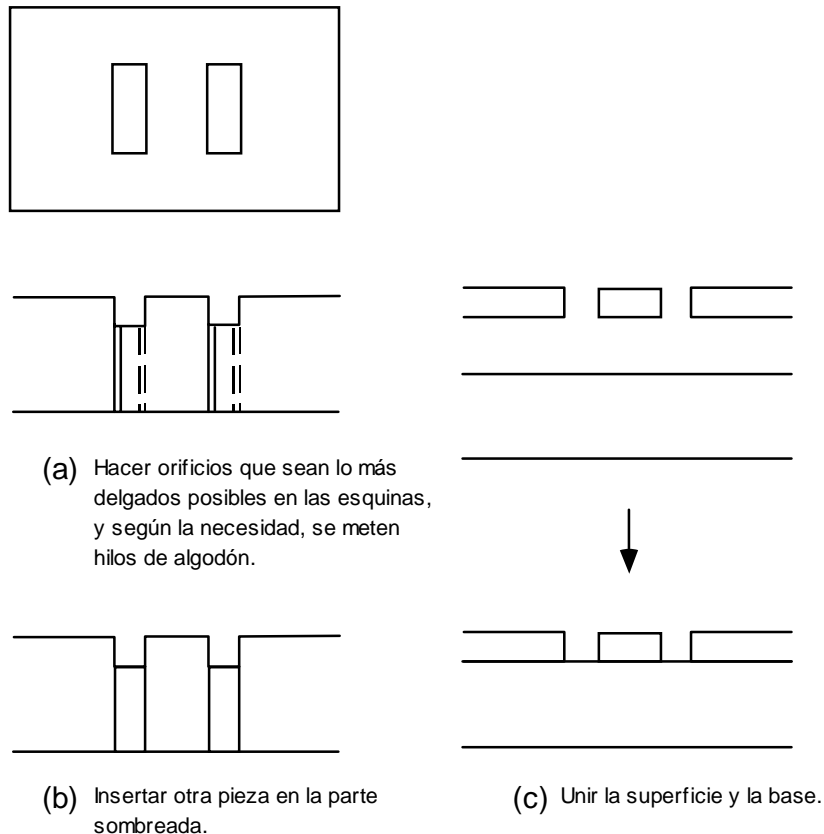


Dibujo 39: Posiciones de las líneas divisorias del moldeo para el venteo

6.4.1 Cuando se requiere una delgada o pequeña parte convexa.

Son frecuentes los casos en que se requiere de partes convexas en el producto y partes cóncavas en el molde, por ejemplo para el grabado de letras en el producto. Esto es motivo de preocupación.

El dibujo 40 muestra un ejemplo de contramedida para esos casos. Obviamente, también en estos casos deben hacer de tal manera que las esquinas tengan radio (redondeadas).



Dibujo 40: Ejemplo del venteo cuando el molde tiene partes cóncavas.

6.4.2 Ejemplo del arenado (Sand blast)

También es ampliamente utilizado el arenado diminuto en la totalidad de la superficie de la pared interior del molde para contener el aire en esos poros diminutos.

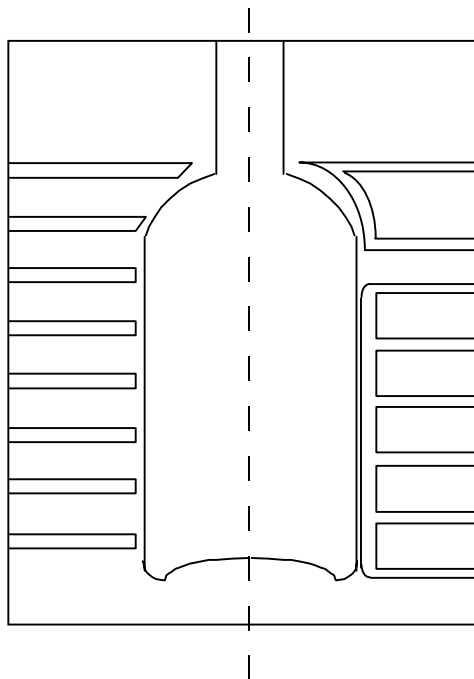
6.4.3 Hacer ranuras de venteo en la línea de partición y elevar la presión de aire.

Cuando se exige aún más el nivel de la textura del producto, se tendrá que hacer acabado de espejo a la pared interior del molde o hacer cromado duro.

Cuando se moldea a presión de aire normal (1~2 atmósferas) con el molde arriba mencionado, la superficie del producto terminado quedará justamente como un nabo seco, llena de arrugas, puesto que el aire existente entre el Parison y la pared interior del molde no tiene a donde escapar.

Para resolver el problema de dicho fenómeno, es necesario elevar la presión de aire (5~10 atmósferas) además de elaborar el escape del aire en la línea de partición.

El dibujo 40 muestra un ejemplo representativo de este caso. La parte izquierda es el corte de ranuras en línea recta, y la parte derecha es la que están unidas dichas ranuras mediante otras ranuras en la superficie de la pared interior del molde.



Dibujo 40: Ejemplo del venteo desde la línea de partición

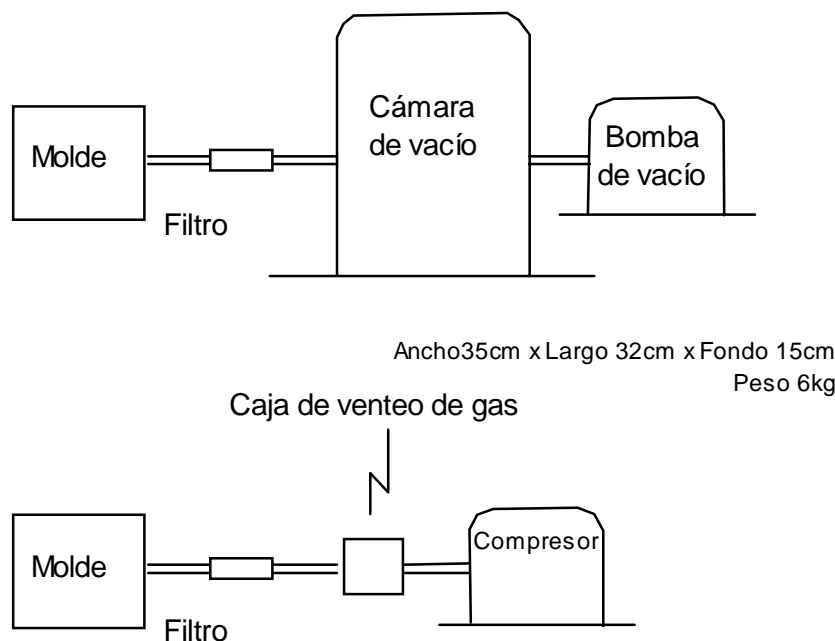
6.5 Venteo forzado

A medida que las formas de producto sean más complicadas y los productos sean de tamaño más grande, resulta difícil hacer venteo con sólo elaborarlo en el molde, por lo que se ha ideado diversos métodos de venteo forzado. “El sellado lógico” anteriormente mencionado es también uno de ellos, pero en el caso del moldeo por soplado, el circuito de venteo está establecido con frecuencia en forma independiente del circuito del enfriamiento.

6.5.1 Dispositivo de succión

Normalmente se prepara una cámara de vacío que tenga una capacidad necesaria, en cuyo interior se reduce la presión continuamente mediante la descompresión por bomba de vacío, y por otro lado, se conecta la cámara de vacío y la ranura de escape de aire del molde por medio del filtro. Al recibir la señal de cierre del molde, activa la válvula para eliminar el aire que se encuentra dentro del molde. (Dibujo 42 (a))

Este método es el más común, siendo utilizado extensamente también en la actualidad, pero tiene la desventaja de que se debe instalar una cámara de vacío relativamente grande, y tener que usar la cámara de vacío cuyo manejo es relativamente difícil en comparación con el compresor.



Dibujo 42: Ejemplo del equipo de succión.

En cambio, actualmente se comercializa un producto llamado “Caja de venteo de gas”. Su tamaño es de 35x32x15cm con un peso de 6kg, y su operación es mediante el compresor.

El principio del funcionamiento de la “Caja de venteo de gas” es el llamado Ley de Bernoulli, el cual consiste en generar presión negativa en las ramificaciones conectadas al tubo delgado en proporción a la velocidad de flujo, cuando un líquido fluye dentro de dicho tubo delgado a una velocidad rápida. Este principio es el mismo de la aspiradora, un dispositivo de succión que se usa en los laboratorios. (Se usa la aspiradora principalmente con el agua del grifo para el funcionamiento de succión-vacío)

Esta “Caja de venteo de gas” es pequeña de tamaño, ligera y relativamente barata, además se puede colocar independientemente en la máquina moldeadora, y conectarla al compresor que es indispensable en una planta de moldeo por soplado, lo cual facilita bastante el control.

6.5.2 Mecanismo de venteo que se conecta con el dispositivo de succión

El dibujo 43 es un ejemplo del mecanismo de venteo que se conecta al dispositivo de succión.

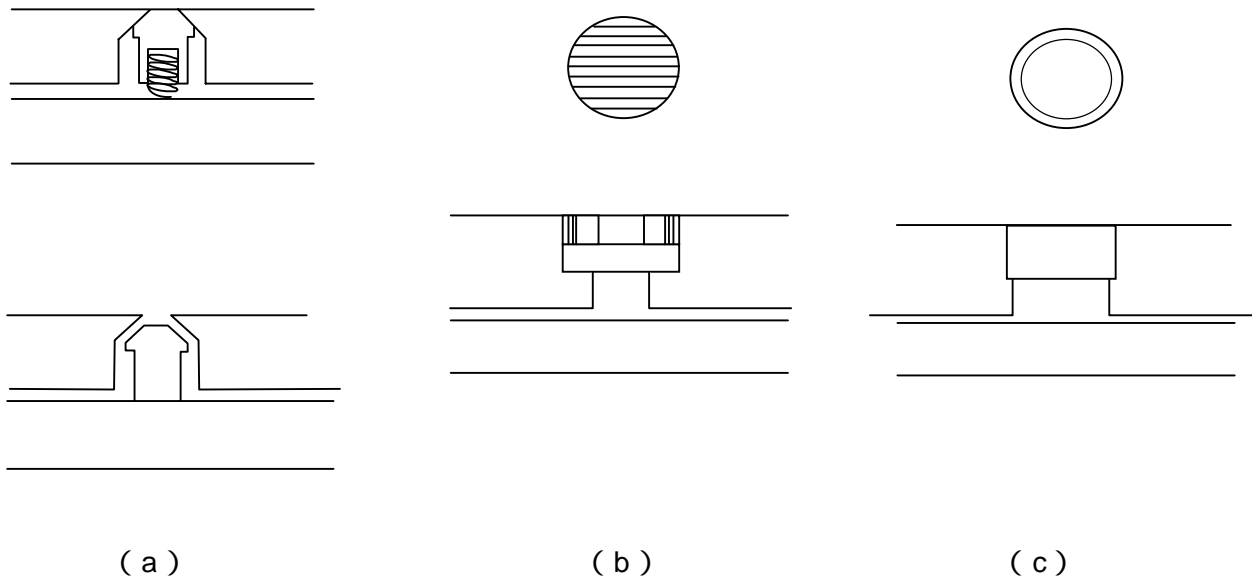
(a) es para realizar el cierre del orificio de escape en forma mecánica, con un mecanismo parecido al amortiguador o al perno eyector del molde de inyección, para que haga un espacio retrocediendo un poco al momento del cierre del molde.

En (b) se colocan en forma vertical las placas delgadas de aleación de cobre de 0.5mm. aproximadamente en el orificio de venteo de 5~6mm. de diámetro.

En (c) se coloca un anillo de fierro o de acero inoxidable y dentro de este anillo se colocan en forma vertical los filamentos sumamente delgados hechos del mismo material que el de anillo para sinterizarse posteriormente, lo cual mantiene un alto porcentaje de porosidad.

(a) y (b) son fabricados a máquina en el momento de fabricar el molde, pero lo que se muestra en (c) se vende como producto terminado en el mercado y existen aproximadamente 10 tipos diferentes dentro de los rangos de 6~16mm de diámetro exterior, 10mm. de largo y 0.03~0.2mm de diámetro del orificio, siendo fácilmente cambiados y lavados.

Estos chips de venteo poseen excelente capacidad de escape, pero la parte que tuvo contacto con estos chips presentan marcas de los productos, por lo que es necesario establecer los orificios de venteo en zonas donde no constituyan un problema, borrar la marca con el acabado posterior, o aplicar un acabado de pintura.



Dibujo 43: Ejemplos del mecanismo de venteo que se conecta al dispositivo de succión.

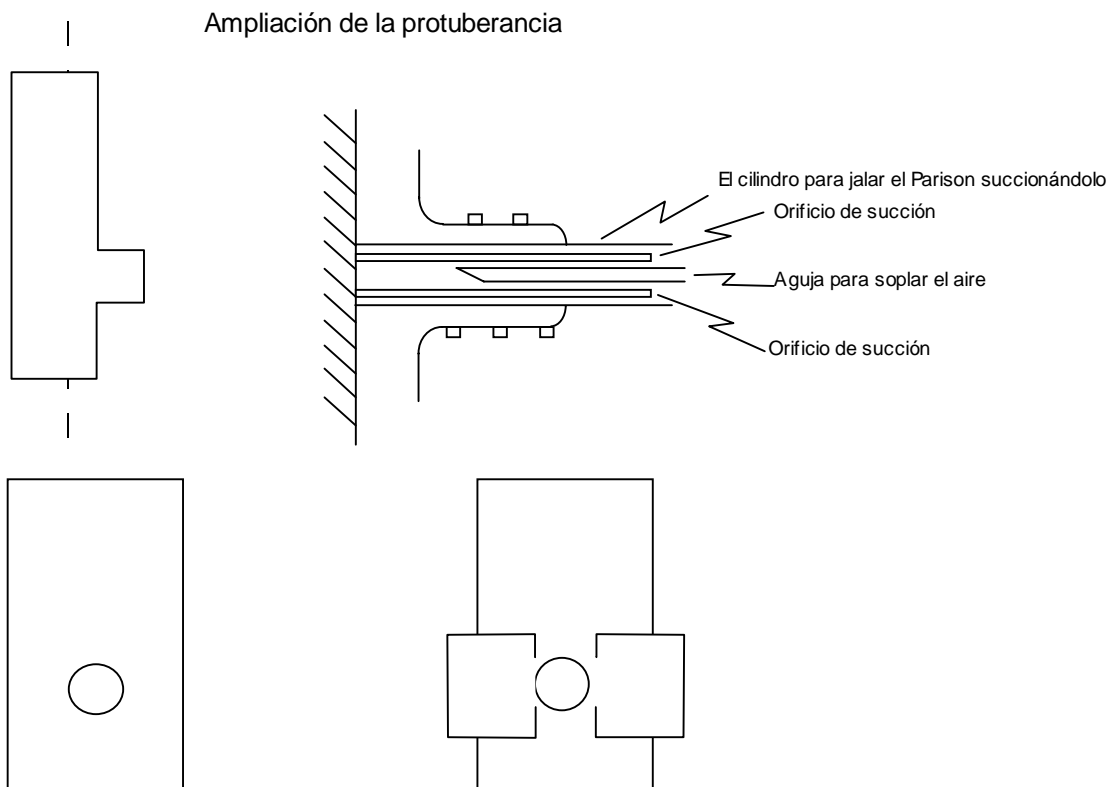
7. Amarre (Undercut)

Un recipiente de forma simple con hundimiento del fondo, a simple vista parece ser de *Undercut*, pero si la parte del hombro está caída por debajo de dicho “hundimiento” mucho más que el fondo, esto no será considerado como *Undercut* viendo en forma general.

A excepción del caso en el que a simple vista parece ser *Undercut*, pero vista en forma global no lo es, debemos tener extrema precaución en una ejecución forzada del *Undercut* real.

En una producción en menor escala, cuando existe *Undercut* en las paredes laterales, a veces se usa la inserción de tipo acoplado, sacando junto con el producto moldeado en el momento del moldeo y regresándola posteriormente a su lugar, es decir, la parte de inserción de tipo denominada “tráiga para acá” (se le denomina “trompo”). Sin embargo, la mayoría de estos casos son realizadas por la mano del operador, por lo tanto, no es recomendable mientras no sea el prototipo neto de tipo cierre manual.

El dibujo 44 es un ejemplo que tiene una protuberancia que tiene *Undercut* en la pared lateral.



Dibujo 44: Ejemplo que tiene *Undercut* en la pared lateral

El *Undercut* de las protuberancias habitualmente son de forma de tornillo, de aro, etc.

Si es de tornillo, el método en que se gira el núcleo de la parte del tornillo usando el engranaje de cremallera, es el más común.

Si es otro tipo de *Undercut*, se usa con frecuencia el método en que se desliza el núcleo en forma parcial como se muestra en el dibujo.

Además, en caso de estos tipos de molde, la partición se hace ladeado al lado de la protuberancia y se da suficiente radio (chaflán) en la parte de la base de la protuberancia.

Por otra parte, para soplar el aire, es frecuente que se haga desde la protuberancia. En esos casos, es común que se aplique el método en que al cerrar el molde, se inserta el cilindro que tiene mecanismo de succión para aspirar en lo posible al Parison hacia el interior de la protuberancia y se mete la aguja para soplar el aire.

Hay formas del fondo de producto que no son aptas para moldearlas con un molde de partición en dos.

En estos casos, es frecuente que se usen moldes de partición en tres dejando el fondo hacia más bajo. Estos tipos de moldes de partición en tres no generan ningún problema para el Parison con fondo previamente formado, pero para el Parison tubular sin fondo, podría surgir problema de rebaba en la parte del corte.

Si la rebaba se quita fácilmente bajando el molde del fondo, no es problema. Pero si no es así, se tendrá que desmoldar después de tratar la rebaba del fondo torciéndola o arrancándola.

8. Partición irregular

La posición de la partición del molde de soplado, por regla general, se establece sobre la línea central del cuerpo a moldear. Sin embargo, cuando la forma del producto a moldear es complicada, esa línea central no siempre forma una línea recta.

A veces esta línea *formará* línea doblada, o curva continua o discontinua.

En caso de que la línea central no es forma recta o es curvada, se hace la partición del molde siguiendo esta línea central, y a esta forma de partición se le denomina “Partición irregular”.

Actualmente, podríamos decir sin exageración que los productos de forma tridimensional empezando con los ductos, la mayoría de ellos están fabricados por moldes de partición irregular.

9. Apertura en cuatro y apertura en seis

Al irse incrementando las exigencias en las formas y la funcionalidad del producto moldeado por soplado, la forma convencional de apertura en dos lados izquierdo y derecho ya no es suficiente

para responder a dichos requerimientos.

Repito que en el caso del moldeo por soplado, la presión de moldeo es relativamente más baja que el moldeo por inyección. Por lo tanto es fácil tomar medidas; comúnmente se realiza la apertura en direcciones diferentes acoplando y enclavando el émbolo hidráulico al molde de apertura lateral (derecha e izquierda).

Sin embargo, si existe la necesidad de la apertura en direcciones diferentes de manera constante, no está de más incorporar ese mecanismo a la máquina de moldeo desde un principio. Entre las máquinas de soplado para el Parison con fondo previamente formado, la máquina moldeadora de apertura en tres donde se baja el fondo, constituye un género, siendo ésta uno de los ejemplos de lo mencionado.

Aparte, también están apareciendo las máquinas de soplado que están dotados del mecanismo de cierre como se mencionó al inicio del inciso, destinadas al moldeo por soplado directo de los perfiles de tamaño grande o para el moldeo por soplado de doble pared. Es decir, la “apertura en cuatro” es la que a la apertura en dos direcciones de derecha e izquierda se adiciona posteriormente la apertura hacia delante y atrás. La “apertura en seis” es aquella que tiene apertura de tipo puerta de dos hojas hacia delante-atrás y arriba-abajo. Estas ya se encuentran en el mercado. Obviamente, los moldes para dicho efecto también se están fabricando.

10. Puntos a considerar en el diseño de molde para el moldeo por soplado directo

Lo que he venido mencionando hasta aquí, en su mayoría son puntos referente al molde para moldeo por soplado directo. Por lo tanto, es bueno que se diseñe tomando en cuenta todos esos puntos. Si insistiera sobre algunos puntos, serían los siguientes:

- (a) Selección del material del molde
 Seleccionar el material del molde de acuerdo a la cantidad y a las características requeridas. En el caso del soplado directo, además del plan de producción y la cantidad de producción, los factores a considerar son muy amplios como la forma del producto, el material de moldeo, la presión del moldeo. Por lo que la selección correcta conforme al objetivo sería esencial para obtener resultados económicos.
- (b) Selección del método de fabricación
 Las condiciones son comunes que la selección del material.
- (c) Definición del venteo
 Como son diversas la forma y las características requeridas, se deberá planear bien la forma del venteo y su posición.
- (d) Enfriamiento
 Deberá tener precaución en el equilibrio entre el enfriamiento de su totalidad y de la parte del corte. Si el enfriamiento de la parte del corte es demasiado fuerte, sería como si cortaran por demás la parte del corte, haciendo insuficiente la unión y ocasionando fisuras. En cambio, si se hace un enfriamiento demasiado suave, resulta difícil el rebabeo. El punto clave es buscar el punto de equilibrio entre la “fisura”, la velocidad del enfriamiento y la dificultad en el acabado.

(e) Parte del corte(*Cutoff*)

El ancho y el espacio de la parte del corte son algo que no se puede determinar tan fácilmente por que se depende del material y el espesor del Parison, cosa que he venido mencionando en varias ocasiones anteriores. Pero podría ser una alternativa si se deja más estrico y luego ir suavizando poco a poco. Además, es frecuente que se haga un mecanismo independiente del cuerpo principal como “acoplado”, ya que tiene mucho que ver con el enfriamiento del inciso anterior. En ese caso, es común usar el material diferente. En general se aplica el enfriamiento al cuerpo principal sin dejar pasar el agua de enfriamiento por la parte del corte y se usan diferentes materiales para ambas partes, se utiliza generalmente los fierros para el cuerpo principal y la aleación de cobre que tiene buena conductividad para la parte del corte..

Además, en caso de que sea insuficiente la unión de la parte del corte según el tipo del material y la forma del producto, también es necesario procurar incorporar activamente desde la etapa del diseño el sistema de corte de dos etapas con el fin de lograr objetivos.

(f) *Undercut*

Si no se puede evitar Undercut, cómo solucionar lo referente al molde.

Como principio, la parte del Undercut tiende a ser más delgada. Si es necesario una contramedida para lo anterior, cómo tratarlo: estos son puntos a considerarse. Sin embargo, repito que en caso de querer moldear por soplado directo, no debe suponerse solamente el soplado directo dogmático.

Regresando al punto de partida del moldeo por soplado, es necesario ir atendiendo a los diversos requerimientos del usuario como el de la forma y de las características, la cantidad, el costo entre otros; teniendo en consideración el soplado de películas y de tubos.

Aparte, en caso de considerar el moldeo por soplado en sentido amplio, no hay necesidad de creer que debe sellarse los extremos solo mediante la unión.

Al considerar que el moldeo por soplado consiste en soplar el aire con presión al interior de un material plástico inflarlo, es suficiente que esté hecho de tal manera que no hay fuga de la presión interna y no es condición indispensable que la parte de corte deba estar unida.

Esa consideración nos llevaría a descubrir nuevas esperanzas para el moldeo por soplado para la producción en menor escala de productos de gran tamaño en las preocupaciones tipo material, o para el moldeo por soplado de materiales de fácil *Drawdown*. En ese sentido, sería un concepto amplio del *alcance del moldeo por soplado*.

11. Puntos a considerar en el molde para el soplado por inyección-soplado.

Los productos hechos por el método de inyección y soplado son básicamente recipientes de forma simple.

Como recipiente, no hay tanta variedad, pero si se observa desde el punto de vista del soplado directo en general, la mayoría son para producción en mayor escala, y en concreto, la mayor parte de ellos son productos sometidos a la producción masiva.

Y obviamente los moldes son separados para la formación del Parison y otro para moldeo por soplado. Hay moldes para el Parison frío y otro para el Parison caliente.

11.1 Molde para moldeo del Parison frío

Es completamente de tipo producción masiva, por lo que la mayoría de su obtención es de 200~300 cavidades.

La mayoría tiene tornillos en la parte del cuello, por lo que se quita girando el núcleo de la parte de tornillo por engranes de cremallera para su botado.

La inyección de la resina hacia el interior del molde se realiza por colada caliente desde la parte que corresponde al fondo del Parison.

Por consiguiente, también es básico mejorar el equilibrio de las venas y al mismo tiempo la técnica del sellado de entrada.

El material del molde se requiere de lo mejor para responder a la producción masiva, y también se requiere de una precisión de procesamiento de máximo nivel reciente en el procesamiento de maquinado.

11.2 Molde para el moldeo del Parison caliente.

El moldeo por soplado de inyección-soplado con Parison caliente es para producción en escala pequeña o mediana en comparación con el método con el Parison frío.

Como el molde es instalado dentro de la máquina moldeadora, las cavidades del molde es de unos cuantos hasta un poco más de diez.

La mayoría son de una hilera y raras veces hay el de dos hileras.

El molde es de partición en dos, derecha-izquierda o arriba-abajo, solucionando así el *Undercut* de la parte del tornillo, y trasladando junto con el núcleo hacia el interior del molde para el moldeo por soplado.

El llenado de la resina al interior del molde es similar al del Parison frío, realizando con colada caliente desde la parte que corresponde al fondo de producto.

Las cavidades son menos que las del Parison frío, pero también es clave el equilibrio de las venas y la técnica de la terminación del sellado de entrada.

Básicamente es un moldeo por inyección, por lo tanto se tiene la presión de la inyección. Por eso, se debe hacer la selección del material para el molde de acuerdo con la cantidad de producción. Aunque no tiene tanta libertad como el caso del material para el molde de soplado, este trabajo no es tan difícil. Además, la precisión del maquinado es menos estricta que la del Parison frío por tener menos cavidades y por no tener partes móviles.

11.3 Molde para el moldeo por soplado.

Actualmente la mayoría de los productos de inyección y soplado de producción masiva son de soplado de orientación biaxial. Siendo éstos obviamente productos transparentes.

Además los productos de inyección-soplado sin orientación biaxial, la que es de producción de bajo volumen para recipiente, son en su mayoría transparentes.

Esto se debe a que en el soplado directo la huella de la parte de corte del fondo da la impresión de “defecto” en comparación con los productos de inyección y soplado cuyos fondos son limpios. Por lo cual los productos no transparentes en el que no se nota el “defecto” pasaron al soplado directo, y los productos transparentes en que se nota el “defecto” pasaron al inyección y soplado evitando ese “defecto”.

De todos modos, para los productos transparentes resulta un punto importante el acabado o el pulido de las paredes superficiales, por lo que es frecuente usar el acabado en espejo mediante galvanizado.

Y por consiguiente resulta muy importante el venteo, pero es normal que no haya paredes en donde pueda existir ese “defecto” que se puede permitir para el soplado de perfiles.

Entonces, el modo de realizar el venteo es un punto muy importante. Es necesario hacer un molde aprovechando el cambio de curvatura del hombro o el diseño para dejar escapar el aire del interior mediante esas uniones, junto con el venteo suficiente en las secciones de ensamble del molde.

La presión del moldeo es más grande de lo se uno se espera, siendo comúnmente de 20~30 atmósferas. Esto se debe al soplado por orientación biaxial y por la necesidad de sacar el aire desde la pared de acabado de espejo hacia fuera del molde.

Y debido al alto volumen de la producción, a la elevada presión del moldeo, los materiales para el molde son semejantes a la del moldeo por inyección.

Como es común la forma simple, la mayoría son de partición en dos de derecha-izquierda, pero a veces podemos encontrar los que tienen 3~5 protuberancias en el fondo, quizá para el mejor “asentamiento” del producto. Para estas formas se utilizan los moldes de partición en tres en donde se desciende la parte del fondo de molde. Para estos casos, se permite el mecanismo de venteo en la punta de las protuberancias.

CUARTO CAPITULO: ADMINISTRACION DE LA FABRICA Y EL CONTROL DE CALIDAD

1. Puntos a considerar en la administración de la fábrica y el control de la calidad

El moldeo por soplado, sobre todo el soplado directo es uno de los métodos de moldeo más delicados dentro de los numerosos métodos de moldeo de los plásticos. Lo cual significa que reaccionan sensiblemente aun a las pequeñas diferencias de condiciones, transformando los productos del moldeo.

Aunque se quiere mejorar, en muchas ocasiones no pueda intervenir inmediatamente, y en otras veces es suficiente ir mejorando poco a poco según las necesidades y las condiciones que se presenten. Además, el estudiar las situaciones lleva tiempo y trabajo, pero se debe mantener interés en entender de manera global la situación real y también tener conocimiento de sus efectos.

1.1 Variación del voltaje

La variación del voltaje es más grande de lo que se imagina y los efectos que provocan a las máquinas y los productos son también grandes. Se nivela mediante condensador, pero es importante tener conocimiento de cómo varía con relación a:

- La situación en que la planta esté recibiendo
- La situación en que cada máquina esté recibiendo
- Durante todo el día
- Durante todo el año
- El arranque y paro de otras máquinas

El extrusor tiene generalmente una variación cíclica de la cantidad de extrusión llamada “suspiro” o “respirar”.

No siempre, la variación del voltaje es la causa de este fenómeno, pero también es cierto que tiene mucho que ver con ella.

Recientemente, sobre todo en los trabajos de extrusión en donde se requiere la precisión, se hace el control de la variación del volumen de extrusión mediante la conexión de la bomba de engranajes al extrusor de tipo husillo.

El extrusor para moldeo por soplado todavía no ha llegado al nivel arriba mencionado, pero se debe tratar de hacer la nivelación por lo menos teniendo mucho cuidado en la variación del voltaje que recibe cada máquina.

1.2 Variación en la temperatura y la presión del agua

La variación en la temperatura y en la presión del agua es básicamente igual al caso del voltaje. Como se usa principalmente para el enfriamiento del molde, en caso de que se usa el agua de grifo o el del enfriador tipo disipación térmica espontánea, el efecto es mayor que la electricidad.

Si es posible, es mejor usar el agua enfriada con una determinada temperatura y presión controladas mediante el enfriador con ajuste de la temperatura.

1.3 Temperatura y humedad atmosférica (Distribución)

Los efectos al nivel de contracción en los productos de moldeo que provocan la temperatura y la humedad del lugar de moldeo, son mayores que en el moldeo por inyección. Por lo tanto, es recomendable que el soplado que se requiere de mayor precisión se haga en lugares en donde tengan aire acondicionado con temperatura y humedad constantes.

1.4 Corriente de aire (Viento natural y forzado)

A pesar de que existe alto interés hacia la temperatura y la humedad atmosférica, lo que está descuidado es la corriente de aire del lugar de moldeo, en especial la corriente que hay en los alrededores del molde y en los alrededores del producto recién botado.

Y en realidad, dicha corriente está provocando mayor efecto a los productos moldeados que la temperatura y la humedad atmosférica.

Referente a lo arriba mencionado, se han dado a conocer los siguientes resultados experimentales. En el lugar de trabajo con 27°C de temperatura y 67% de humedad, se pone una pared para cubrir solamente alrededor de la parte de moldeo haciendo una pequeña cámara, en donde se hace moldeo continuo con molde con el agua enfriado a 10°C, y se extrae por ducto el aire del interior de la cámara. Se abre y se cierra la puerta para extraer cada vez el producto moldeado. Pero para el siguiente disparo de moldeo se pudo sostener la temperatura del interior de la cámara a 21°C y la humedad a 22%, y la temperatura superficial del molde a 11°C. En cambio, al quitar la pared de la cámara, la temperatura alrededor de la parte de moldeo fue 21°C y la humedad fue 40~60%, y la temperatura superficial del molde fue de 11~14°C, presentando una gran variación.

Se piensa que lo anterior se debe a la corriente de aire que viene de abajo hacia arriba en los alrededores de la parte de moldeo.

Por otra parte, en el moldeo por inyección, cuando se realiza el moldeo de precisión, es muy frecuente que aparte de mantener constantes las condiciones de moldeo, se realice enfriamiento de los productos moldeados inmediatamente después del moldeo en ambiente estable, manteniendo así la precisión de las dimensiones.

Al ser más estrictos los requerimientos de las dimensiones del moldeo por soplado, se hará

necesario idear no sólo las condiciones de moldeo sino también las de enfriamiento. Pensando con sentido común, los efectos que provocan las condiciones de enfriamiento posterior al moldeo a la precisión de dimensiones del producto soplado, debe de ser mayor que en el producto moldeado por inyección.

Pienso que en este caso, sin ignorar obviamente la temperatura, el enfriar sin exponer al viento, sería un punto importante.

1.5 Nivel de limpieza

La conciencia sobre el nivel de limpieza en el lugar de fabricación, habitualmente no es muy alta.

Aparte del orden en el sentido común, es muy frecuente que no se preste mucha atención sobre la eliminación de las impurezas llamadas “contaminantes” que se mezclan dentro del material o del producto.

Si se encuentran insectos o cabellos dentro de los recipientes al estar fabricando recipientes para alimentos, sería un problema serio. Pero sin llegar a este extremo, en los productos que tienen importancia en la presentación, los reclamos como por ejemplo: los cuerpos extraños mezclados dentro de los materiales, los llamados “quemados” que se ven como puntos negros, y las basuras diminutas que se pegan en la superficie a causa de la electrostática, son casos simplemente considerados “debido a cuerpo extraño”, pero en realidad son bastante grandes de lo que normalmente se cree. Además, a pesar de que la mayoría de esta contaminación está ocurriendo en el piso de producción, en muchas ocasiones no se toma contramedidas muy serias.

Al procesar el material reciclado en pelet, se da cuenta del grado de la contaminación de impureza. De tal manera que si se hace la coloración a un material virgen, se provoca la obstrucción de la red. Por lo tanto, es importante realizar el control de material teniendo la conciencia de que el material está en un estado fácil de contaminarse con la impureza.

Dependiendo del producto, las gotas de aceite o del drenaje que se encuentran en el aire para soplar, podrían ser también objeto de reclamos.

1.6 Variación del lote del material

Aunque no hay tanta variación del material dentro del mismo lote, es considerable la variación del material entre diferentes lotes.

En el caso del moldeo por soplado directo, la variación del material afecta directamente a las condiciones del moldeo, siendo obviamente necesario el ajuste de las condiciones y a veces pueden haber casos en que el moldeo es imposible.

Sobre todo, en caso de utilizar la resina de ingeniería producida por lotes (*batch*), se debe tener una precaución especial. Es decir, sería necesario tener el cuidado de terminar de usar el lote

anterior después de haber verificado que es factible usar el siguiente lote.

1.7 Variación del tamaño de pelet

La variación en el tamaño de pelet también provoca la variación en la cantidad de extrusión.

En este sentido, es necesario usar el material reciclado después de repeletizarse y no usarlo en estado de *Flake*, y mantener fija la proporción de la mezcla del material reciclado.

Sin embargo, en la práctica en muchas ocasiones se usa en el estado de *Flake*, por lo que sería importante controlar bien el tamaño y el estado de *Flake*, procurando siempre suministrarlo a la tolva en un estado uniforme.

1.8 Presión del aire, el venteo de aire y el orificio para paso de agua.

Anteriormente se mencionó sobre la considerable variación de la temperatura del molde debido a la corriente de aire. Al igual que ésta, también es importante el control de la presión del aire.

Los factores tratados hasta aquí son los que se controlan como sentido común, pero el factor en que se debe prestar una atención especial es la condición del venteo de aire. El venteo es fácil de obstruirse según el tipo de resina, por el cual es importante revisar periódicamente.

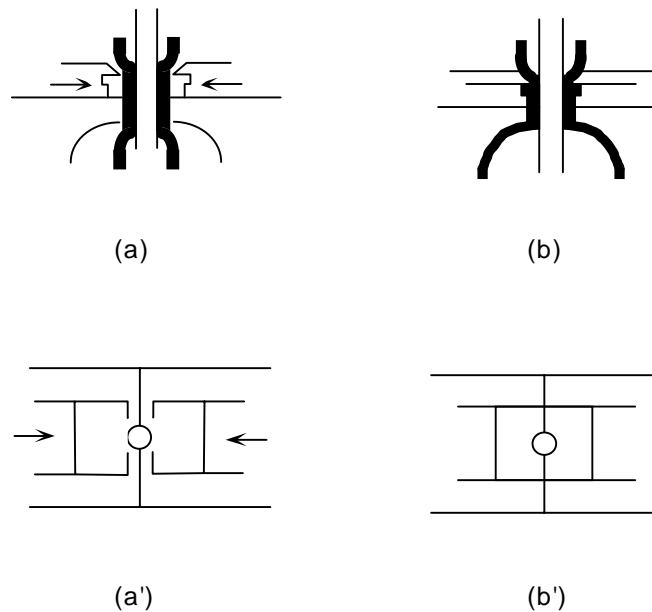
Además, el paso para el agua de enfriamiento también es fácil de reducir su función al quedarse oxidado, por lo que es necesario tener cuidado para que no se oxide. Sobretudo en época de verano en que la humedad es alta, si se deja fluir el agua de enfriamiento al interrumpir la operación de la máquina, se oxida el molde por la condensación de la humedad en la superficie del molde.

2. Ejemplos del método de acabado que contribuyen a la optimización de producción

2.1 Rebabeo en el método de Cutoff

No sería una exageración al decir que actualmente los productos de formas simples del soplado directo o los recipientes de formas irregulares relativamente simples como los que tienen asas, son prácticamente hechos por el método de *Cutoff*.

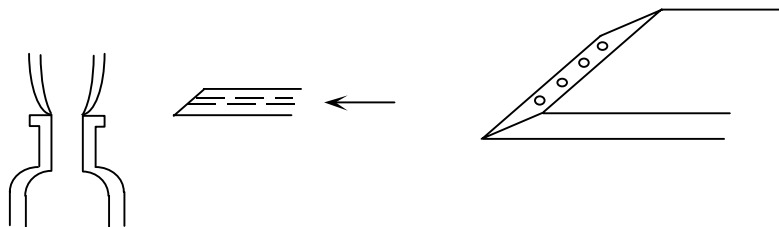
Esto se debe a que el acabado de la parte de la boca y del cuello pueden automatizarse completamente. Este mecanismo está mostrado en el dibujo 15. En el momento de insertar con presión el anillo de corte, se gira el diámetro interior para cortarlo perfectamente, y posteriormente se corta la rebaba apretando ligeramente el cuerpo principal del producto. Así de fácil es el trabajo de rebabeo.



Dibujo 15 anteriormente ya presentado:

Ejemplos conceptuales del acabado automatizado de la boca del producto por moldeo de *Cutoff*

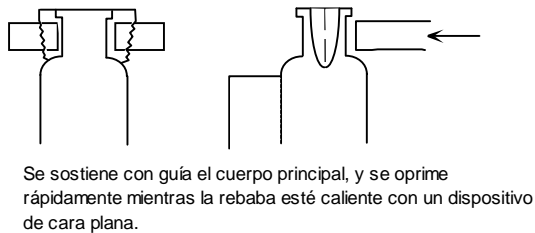
En caso de que se haga difícil el corte por ser grande el producto, se usa un dispositivo para presionar con cuchilla de aproximadamente $\angle 45^\circ$. (Véase el dibujo 45)



Se hace volar la rebaba de la parte de la boca mediante el soplado de aire. El dispositivo del lado derecho es para presionar y rebabeo cortando la parte de la boca y tiene un ángulo de 45° . Los orificios son salidas de aire.

Dibujo 45: Acabado de la parte de la boca en el método de *Cutoff*

En cambio, el rebabeo de la cara exterior de la parte de cuello, del lado interior del asa o del fondo, no resultan tan fáciles como el de la parte de la boca. Sin embargo, también es posible eliminar rebabas que a veces llegan a ser bastante grandes, oprimiendo fuerte mientras la rebaba todavía esté caliente. Esto se hace con un dispositivo para oprimir que tiene la cara plana y sosteniendo con guía el cuerpo principal. (Véase el dibujo 46 y 47)



Se sostiene con guía el cuerpo principal, y se oprime rápidamente mientras la rebaba esté caliente con un dispositivo de cara plana.

Dibujo 46: Rebabeo del cuello



La rebaba del interior del asa de los recipientes también se puede eliminar sosteniendo con guía y oprimiéndolo mientras esté caliente.

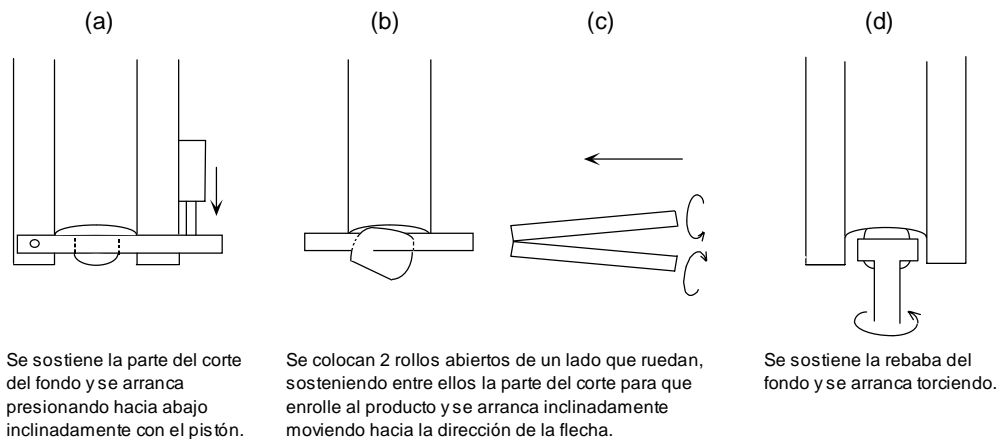
Dibujo 47: Rebabeo del asa

2.2 Rebabeo del fondo

La rebaba del fondo es más resistente que la de la parte de la boca. Por lo tanto, al ir aumentando el tamaño de los productos, sucede que la rebaba de la parte de la boca se puede eliminarse con la herramienta para oprimir, pero la del fondo se hace difícil de eliminarla.

En caso de que se haga la producción masiva, se puede eliminar la rebaba colocando 2 rodillos un poco abierto de un lado como se ve en (c) del dibujo 48, que se van rodando como si enrollase la rebaba, al ir moviendo el producto desde la parte ancha a la parte angosta la rebaba será jalada en forma inclinada como se ve en (b).

En el (d) del dibujo 48 se sostiene la rebaba con la herramienta y se jala torciendo al rodar dicha herramienta.



Se sostiene la parte del corte del fondo y se arranca presionando hacia abajo inclinadamente con el pistón.

Se colocan 2 rodillos abiertos de un lado que ruedan, sosteniendo entre ellos la parte del corte para que enrolle al producto y se arranca inclinadamente moviendo hacia la dirección de la flecha.

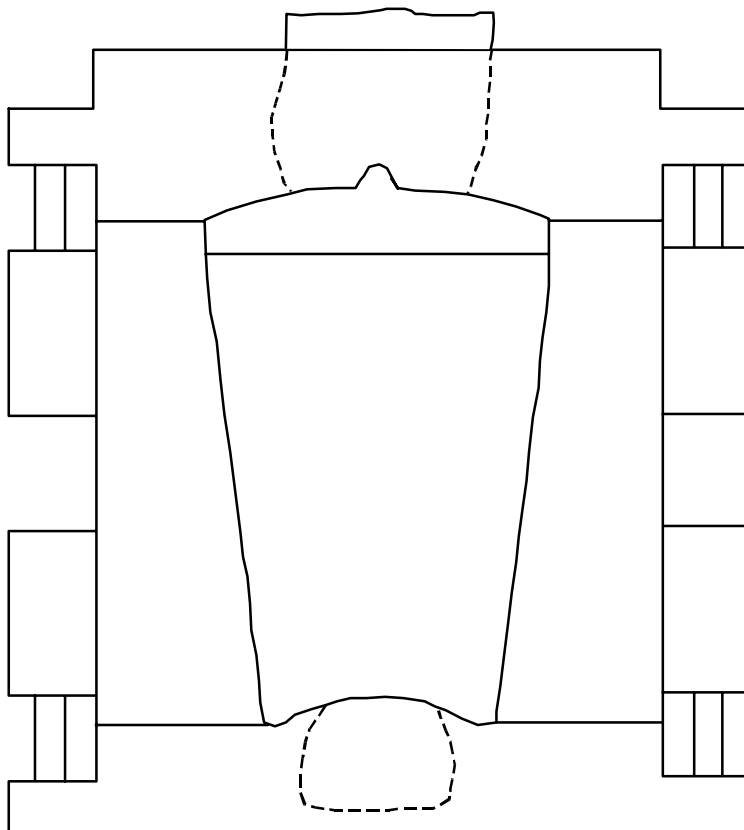
Se sostiene la rebaba del fondo y se arranca torciendo.

Dibujo 48:

Dibujo conceptual del aparato de rebabeo del fondo de los productos medianos a grandes

Cuando el producto sea mucho más grande, tomando en consideración el problema del tiempo de ciclo, se realiza el rebabeo de la siguiente manera: Se preparan 2 moldes, uno para moldeo y otro para enfriamiento con la parte de corte más afilada que la del molde de formación, facilitando así el corte del rebaba. Después del moldeo en el primer molde, se pasa al molde de enfriamiento en que se echa el aire aumentando la presión interna para el enfriamiento. Al terminar el enfriamiento allí, se abre el fondo del molde presionando con pistón para cortar la rebaba y (también la parte superior si es necesario).

En el caso de productos grandes, este método es mucho más práctico que usar 2 moldes similares para el moldeo para mejorar el tiempo de ciclo. (Véase el dibujo 49) Por cierto, también es importante hacer rebabeo de este tipo de producto mientras esté caliente.



En caso del producto bastante grande, se usa el molde exclusivo para el enfriamiento que tiene la parte de corte aguda. Para cortar la rebaba, se abre el molde con pistón mientras la rebaba esté sostenida por el molde.

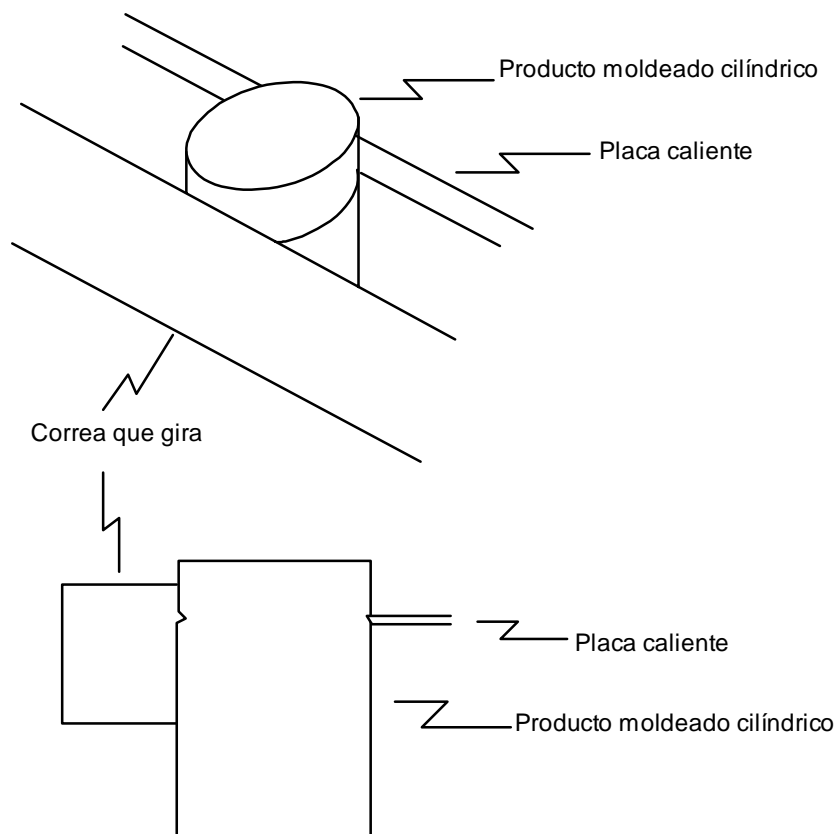
Dibujo 49: Ejemplo del dispositivo de rebabeo para productos grandes (en caso de usar el molde exclusivo para el enfriamiento)

2.3 Herramienta de acabado que utiliza la placa caliente

Es muy frecuente cortar a lo largo de la línea de corte con una herramienta de corte que tiene la forma de placa relativamente delgada.

El dibujo 50 muestra el caso en que se usa la placa caliente como herramienta de corte para producto soplado de forma cilíndrica (incluyendo el fuelle entre otros).

Se coloca la placa caliente de filo delgado en el lugar del corte del producto moldeado y se mueve rodando el producto con correa, presionando levemente su totalidad. Se corta mucho más de lo que uno imagina y además, la parte del corte es limpia. Se puede cortar después de enfriarse.



Dibujo 50: Dispositivo de corte para el producto moldeado cilíndrico usando la placa caliente.

2.4 Cuchilla para cortar

Es frecuente que el mecanismo de rebabeo de los recipientes de producción masiva viene integrado dentro de la máquina de moldeo. Además, como es forma común, es fácil de tomar medidas.

En cambio, el acabado de los perfiles soplados, o los productos de funcionamiento que recientemente son focos de atención, presentan una realidad de que todavía no tienen un método determinado. Esto se debe a la diversidad de la forma, además de que tienen la fatalidad de ser de producción en menor cantidad y de diversos productos.

Si se trata de productos moldeados de tamaño grande que son frecuentes en las autopartes, el método anteriormente mencionado del molde de enfriamiento, resulta ser más conveniente, pero si se trata de productos de tamaño mediano o pequeño, esto no es posible, por lo que es frecuente que se corta con una cuchilla en el área de moldeo, mientras todavía esté caliente.

Esta cuchilla es generalmente, como la navaja de filo de bisel de hoja delgada y puntiaguda.

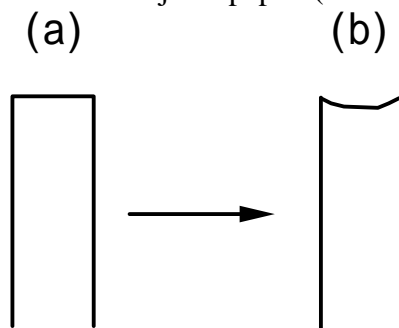
Cuando se usa este tipo de cuchilla para el rebabeo, llega el momento en que deja de cortar bien, no porque pierda filo, sino por no resbalar como si adhiriera poco a poco. En esos casos, se frota la superficie de la hoja con una lija gruesa en vez de afilarlo. Se hace con una lija de papel fina. Se toman medidas como el de frotar con papel áspero, pero también otra alternativa efectiva es la de limpiar la superficie del filo con cera de silicona sólida.

Además, con frecuencia se toman medidas como abrir orificios en la cara lateral de la cuchilla para liberar la resistencia o hacer ranuras en forma paralela al filo.

De todas maneras, en este tipo de trabajo, cuando la rebaba se enfría completamente, existe el riesgo de deformarse el producto, aparte de que el trabajo se torna más difícil. Por lo tanto, es necesario realizarlos mientras el cuerpo moldeado esté caliente, es decir inmediatamente después del moldeo.

Aunque no se trata del trabajo del corte de rebaba, también abundan mucho los trabajos de cortar productos marcando el lugar de corte con línea. En este caso también se utiliza una cuchilla similar a la anterior, además son idénticos en la necesidad de tratar mientras el producto esté todavía caliente a excepción de los productos de espesor sumamente delgados.

Sólo que en este caso, al frotar la parte del corte hecho mientras estuvo caliente, puede lastimarse si se toca con las manos sin protección, ya que al enfriarse se vuelve filosa. Por lo que según su uso, es necesario hacer pulido frotando con lija de papel. (Véase el dibujo 51)

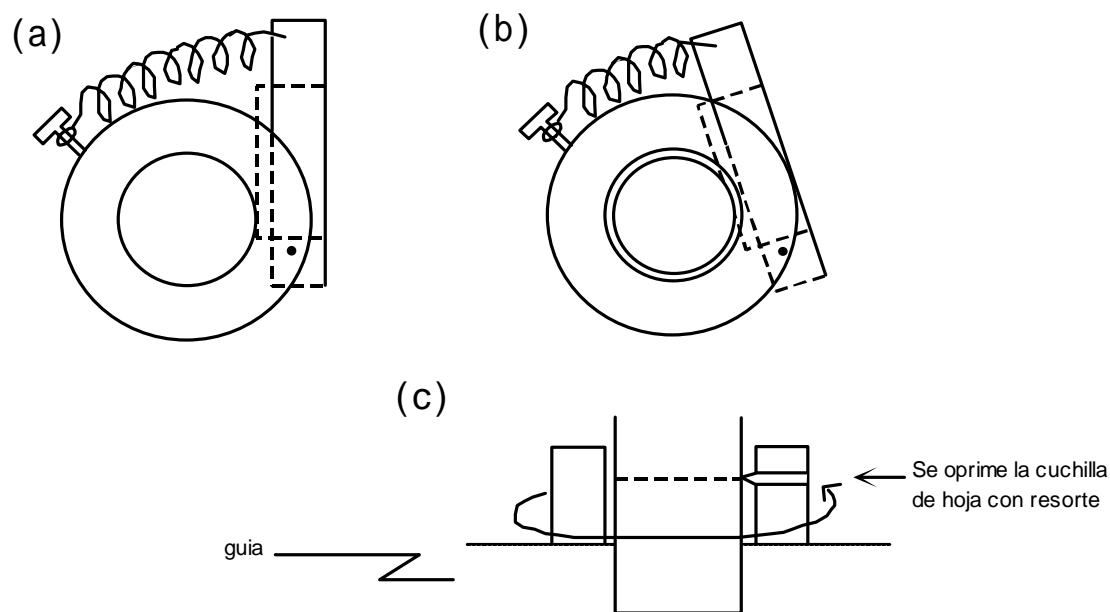


Si se corta cuando ya el producto está frío, la cara de corte no se deforma. Pero el producto que se corta mientras esté caliente, los bordes de la cara de corte se vuelven filosos ocasionando a veces la lesión en el dedo o en la mano.

Dibujo 51: Al cortarse mientras esté caliente, “los bordes” de la parte del corte se vuelven filosos con el enfriamiento.

Al cortar el producto moldeado de forma cilíndrica relativamente delgado se opta con frecuencia

el método en el que se mete una cuchilla de hoja delgada dentro del tubo como se muestra en el dibujo 52, y se gira a este dispositivo oprimiendo con resorte esa hoja hacia la parte de corte. (Procesado posterior al enfriamiento)



Para cortar el cuerpo moldeado de forma cilíndrica, se usa con frecuencia el método en el que se gira oprimiendo la cuchilla de hoja delgada con el resorte

Dibujo 52: Dispositivo de corte para producto moldeado de forma cilíndrica

En estos casos, al usar la cuchilla rotativa de disco, resulta sumamente inconveniente, puesto que la superficie lateral de la hoja roza la parte de corte soltando pelusas al rodar a velocidades altas.

Al cortar los productos de plástico, y sobre todo cuando se mueve la cuchilla a gran velocidad, se debe de colocar tocando solamente la punta de la cuchilla a la parte del corte, abriendo un poco dicha parte al final de la etapa de corte. Así, se puede evitar siempre el roce de la parte de corte y la superficie lateral de la cuchilla.

Además, recientemente se ha desarrollado una herramienta para cortar el plástico provocando vibración ultrasónica, pudiendo cortar el producto después del enfriarse en forma limpia.

La punta de la cuchilla es como la forma del bisturí para cirugía, y es una herramienta que de entre los pequeños, su aspecto general es como un desarmador de aproximadamente 10 cm de largo. Por lo que es posible utilizar tanto en el procesado manual como en el automático, en este último caso, usando la guía.

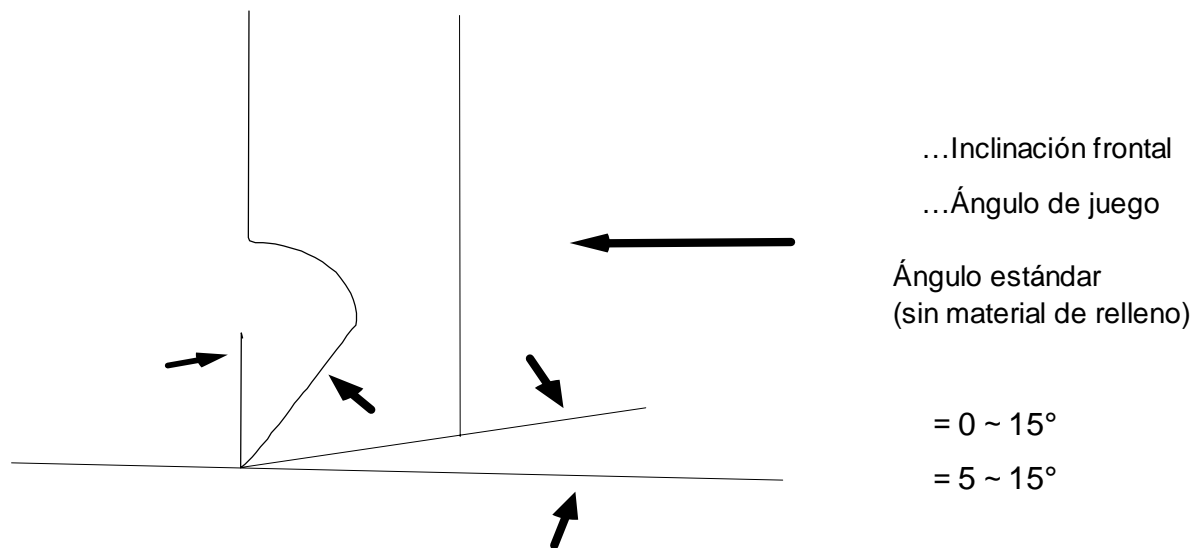
Sin embargo, como es bastante filosa, en el caso del procesado manual, es conveniente tener mucho cuidado con la seguridad, así como por ejemplo, la mano que no esté manejando la cuchilla tenga protección de guantes para cuchillas hecho con fibras de *alamida*.

También, aunque no se trata de la cuchilla, se realiza el corte con el alambre nicrom calentado. Es como la forma de cortar con la placa caliente que se mencionó anteriormente. Este método del alambre nicrom es común para el corte del espumado de estireno, en que es frecuente que se hace el corte echándole agua para evitar el encendido o la fusión de nuevo. Pero en el moldeo por soplado, normalmente no llega al grado de echar el agua.

2.5 Cuchilla para el corte

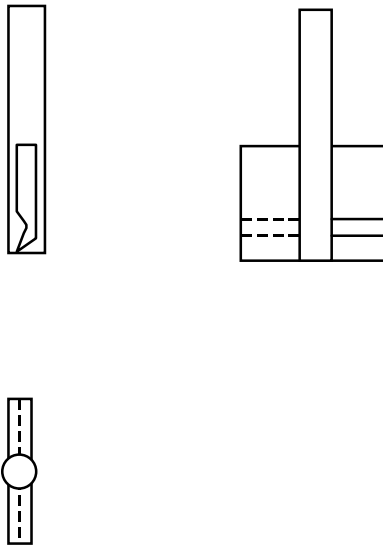
Se puede cortar y dar acabado a los productos de espesor delgado con el método anteriormente mencionado, pero si se trata del producto de espesor grueso, no se puede obtener acabado satisfactorio con un simple corte, por lo tanto es frecuente hacer un procesamiento de corte adicional.

Dependiendo del material, “el ángulo de inclinación frontal” y “el ángulo de juego” de la cuchilla son diferentes, pero el concepto fundamental es que, para el material que tenga mayor viscosidad y elasticidad se debe tener el mayor “ángulo de inclinación frontal” y “ángulo de juego”, especialmente la primera, para hacer más filosa la punta de la cuchilla. (Véase el dibujo 53)



Dibujo 53: Forma básica de la cuchilla

El dibujo 54 es el ejemplo de la herramienta para el acabado en caso de existir la necesidad de obtener una cara plana de la circunferencia como la boca de la botella de espesor grueso.

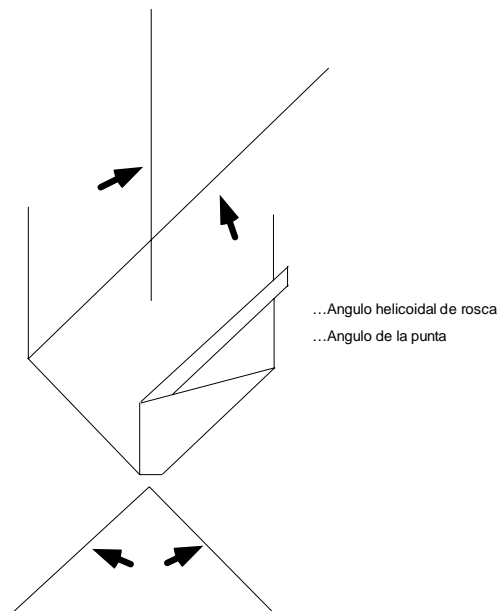


Dibujo 54: Dibujo conceptual de la cuchilla rotativa para acabado de la boca de la botella de espesor grueso.

Se fija el eje con el mandril al taladro y se obtiene un acabado plano de la circunferencia mediante el corte (raspando) haciendo rodar.

Mientras el orificio es pequeño, se puede usar el taladro para metal, pero a medida que el orificio se más grande, existe la necesidad de aumentar el “ángulo helicoidal de rosca” y de bajar la velocidad de rotación. Esto se debe a que, mientras el “ángulo helicoidal de rotación” es pequeño, se parece más a una lima por lo tanto se disminuye el “ángulo de inclinación frontal” que constituye al punto esencial de la eficiencia de corte, bajando la capacidad de corte y aumentando la fricción.

Además, es mejor que el ángulo de la punta del taladro esté más puntiaguda que la del taladro para metal. (Véase el dibujo 55)



Dibujo 55: Forma de la punta del taladro.

En síntesis, se podría decir que la forma cercana a la del taladro para madera es más adecuada para el perforado de plásticos, que la del taladro para metal.

Tomando precaución del encendido que es el peor enemigo del procesado del corte del plástico, en cuanto al método de trabajo; es necesario tratar de mover la cuchilla lentamente, separando la cuchilla del producto objeto del trabajo para que a veces se pueda eliminar los residuos del corte, y si fuese posible, inclusive se podría hacer soplar los residuos con aire para aprovechar para el enfriamiento.

Como se está aprovechando para el enfriamiento, dicho aire sería conveniente que fuera aire frío en lo posible. Y cuando se trata de la producción de bajo volumen y se tiene problema de calentamiento en el momento del procesado, es muy útil el uso del espray para enfriar para circuito integral.

2.6 Herramientas que ya existen que son posibles de aprovecharse

En el inciso anterior, mencioné que sería bueno que la forma del taladro para el perforado de plásticos sea más parecida a la del taladro para madera; pues la mayoría de las herramientas para madera sirve de referencia para el procesado de plásticos, como son la lijadora rotativa para madera, la barrena de perforación, la lijadora de correa, etc. Sería de mucha utilidad, si se observa a menudo con cuidado a estas herramientas.

Por citar de ejemplo; el aparato llamado “lijadora de dedo” es un aparato que tiene tamaño similar al de la paleta muy pequeña que usan los albañiles y que tiene adherida el papel de lija en la parte que corresponde a la cara de la paleta, y al hacer que sólo esa parte tenga una pequeña vibración mediante un compresor para lijar muy bien la parte curva. Lija sorprendentemente bien no sólo las caras convexas sino también las cóncavas, por lo tanto considero que se podrá obtener efectos inesperados en la aplicación para el rebabeo y el pulido entre otros.

Se trata de la herramienta, pero el aire caliente de la secadora de cabellos es también aprovechado con frecuencia en el rebabeo.

2.7 Robot para rebabeo

En los productos de moldeo de forma irregular de gran tamaño, si tienen que hacer el rebabeo casi toda la circunferencia del producto, este trabajo será bastante difícil.

Pienso que el método anteriormente mencionado de usar el molde exclusivo para enfriamiento es un buen método.

El producto soplado de forma irregular que tiene muchas rebabas, en la mayoría de los casos se deforma considerablemente al enfriarse con la rebaba puesta. Por lo tanto, se hace necesario el rebabeo inmediatamente después del moldeo. Sin embargo, deben tener variación en dimensiones

de unos milímetros, lo cual no permite realizar corte de rebabas mediante un simple procesado de prensa o por corte de control numérico. Y como consecuencia, se debe rebabeo en forma individual. Pero el robot para rebabeo de uso general todavía no ha aparecido.

Parece que la situación actual apenas ha llegado al siguiente nivel de; hacer una guía que tiene la forma del producto, e introducir aire hacia dentro del producto para que el producto quede bien pegado a la cara interior del guía, de tal manera que se permite pasar la cuchilla a lo largo de la rebaba.

El robot de enseñanza para rebabeo que se comercializa actualmente, hace posible el rebabeo, pero todavía no ha llegado a un nivel satisfactorio de rebabeo que se requiere un rebabeo posterior para el acabado.

2.8 Aparato de rebabeo que aprovecha el láser de rayos ultravioletas

Un tiempo, se estuvo estudiando el rebabeo usando láser de gas CO₂, pero se ha ido desapareciendo al enfrentarse a diversos problemas como el encendido, el mal olor, el quemado de la parte de corte.

Y a cambio, actualmente se está llevando a cabo el estudio de rebabeo usando el láser de rayos ultravioletas.

Los rayos ultravioletas llamados también rayos químicos, poseen una energía que estimula la reacción química de la materia orgánica. Por ello, se aprovecha el fenómeno de debilitación y fragilización de la materia que al irradiar fuertes rayos ultravioletas a la materia orgánica bajo la existencia del oxígeno se oxida o sea, se degrada sin excepción alguna.

Como el mecanismo es un fenómeno de corte químico mediante la oxidación de la cadena molecular, por lo tanto no existe ningún problema como el caso del láser de gas CO₂.

Actualmente, todavía está en la etapa experimental realizando con el corte de películas. Sin embargo, al combinar ésta con la técnica de posicionamiento de pick up óptico (una técnica para ajustar la posición de enfoque al moverse siguiendo la ranura de registro) de discos compactos (CD) y discos láser (LD), y hacer correr sobre la ranura de corte. Pienso que el enfoque del láser en la parte de corte no es algo tan difícil de lograrlo. Así, tendríamos sin duda, un aparato de rebabeo de uso general sin tener que gastar mucho dinero en hacer una guía costosa.

3. Técnicas de inspección y medición

La inspección y la medición del producto moldeado se determinan dependiendo del grado de requerimientos de las características del producto.

Los productos soplados son tradicionalmente usados en su mayoría como recipientes, especialmente en el caso del soplado directo, el grado de precisión de las medidas y de la

capacidad del contenido requerido no fueron muy estrictos. Por lo tanto, en su mayoría de los casos, cortaban la parte necesaria en la etapa inicial del moldeo para medir su espesor, y si estuviere satisfactoria, acababan haciendo el control de peso y viendo el grado de uniformidad de su espesor presionando con el dedo las partes necesarias.

En la actualidad, también el peso sigue siendo el punto más importante en el control. Sin embargo, especialmente en el caso del soplado de producto de forma irregular, los puntos importantes de control han aumentado incluyendo dentro de ellos el espesor mínimo y la medida del diámetro exterior, por lo que un simple control mediante el control de peso no resulta suficiente.

No obstante, en el moldeo por inyección y soplado, por ser productos relativamente simples, y por usar el método de moldeo de Parison por inyección el cual es relativamente fácil de restringir el peso, así como por ser de producción masiva y por la facilidad de control por las buenas condiciones de moldeo, normalmente la inspección se da la importancia en la etapa inicial. Luego se realiza inspección por muestreo al azar relativamente sencilla. Como muchas de ellas son recipientes para alimentos, el control estricto sobre la mezcla de cuerpos extraños es normal.

3.1 Medición del espesor

En los recipientes funcionales de forma irregular, se están aumentando los casos en que el estándar del producto se determina mediante el peso y el espesor mínimo.

La medición del espesor se hace obviamente cortando las partes necesarias en el inicio de la operación, pero después se hace en forma no destructiva.

Como método de medición de espesor por inspección no destructiva, actualmente lo más común es el método en el que se utiliza la onda ultrasónica.

Le sigue el método en que se introduce una esfera de acero en el interior del producto y se orienta dicha esfera hasta el lugar de medición con un aparato de medición magnética, y se mide el espesor mediante la fuerza de atracción de esa esfera en ese lugar.

El método de medir el grosor mediante la capacidad eléctrica es muy común para medir el espesor de película, pero es necesario colocar en posiciones opuestas los electrodos, se dificultaba su uso para los productos moldeados por soplado. Sin embargo, recientemente ha aparecido un método que permite usar electrodo en un sólo lado, por lo que ya es posible usar esta técnica.

En ambos métodos, se corrige la calibración en la parte del corte que se hizo en el principio, su precisión de la medición es confiable.

3.2 Medición de las medidas

Actualmente ya no se inspecciona el 100% de los productos, y además la variación es en su mayoría en escala de milímetros, por lo que se trabaja con un calibrador Vernier de escala grande. Y es fácil de trasladar al medidor automático en este campo, si es necesario.

3.3 Inspección de la apariencia y de la contaminación de los productos de fabricación masiva

Según necesidades, esta inspección se debe llevar a cabo para 100% de la producción, por lo que la automatización de este proceso es indispensable. Actualmente es fácil de hacer el sistema de inspección automática utilizando el sensor de imagen, siempre y cuando se establezcan los criterios.

1.4 Otros

Los demás son factores que deben ser definidos en forma independiente para cada caso. Como unos ejemplos de las pruebas requeridas para recipientes, se podrá citar los siguientes:

- Prueba de resistencia a impactos (Prueba de caída)
- Prueba de resistencia a vibraciones
- Prueba de resistencia a presión
- Prueba de hoyo de perno
- Prueba de fuga de líquidos
- Prueba de barrera a gases, y otros

Y para el uso funcional se requerirán de las siguientes pruebas:

- Prueba de resistencia a la fatiga
- Prueba de resistencia a vibraciones
- Prueba de concordancia (ser ensamblado)con la parte pareja
- Resistencia, rigidez, flexibilidad, elasticidad, y otros.

En estas pruebas, si se trata de las pruebas destructivas el tema importante a definir será el porcentaje de la seguridad y la cantidad de muestreo, y si se trata de las pruebas no destructivas y de la inspección de 100%, el tema importante será cómo automatizar dicha inspección.

Referente al último caso, la tecnología de la automatización ha desarrollado tanto que actualmente podría decirse que prácticamente no hay ninguna prueba que no fuese posible su automatización. Se puede pensarse que el único problema está el costo, osea el balance entre el costo y la cantidad a trabajar.

ANEXO

DESARROLLO TECNOLÓGICO DEL MOLDEO POR SOPLADO DE PET

PREFACIO

En 1948 la producción industrial de PET (polietileno tereftalato) fue iniciada por la empresa inglesa ICI y DuPont (americana), empezando así la base de su industrialización con la fabricación de fibras y películas. Pero el uso de PET en el moldeo por inyección y por soplado no se expandió tan fácilmente. La razón principal de esto fue por su moldeabilidad. Si se se hacía moldeo por soplado con este material en forma normal, el producto se quebraba fácilmente, por lo que no tenía suficiente resistencia para soportar aplicaciones de uso práctico. Sin embargo, fue DuPont quien logró en 1969 elaborar un producto valioso denominado hoy día “PET Bottle”, utilizando el método de soplado en orientación biaxial. Desde entonces hasta la fecha se usa casi sin excepción en los recipientes que deben ser transparentes e higiénicos como los frascos para bebidas y alimentos, para los productos sanitarios como el detergente, los cosméticos, y para los productos farmacéuticos como las gotas para los ojos.

La industria de plásticos, después de haber pasado casi un siglo después del nacimiento de los materiales para el moldeo con la denominación de “resina sintética”, parece ser que entró en la etapa de maduración suave posterior a un rápido crecimiento. Sin embargo, sólo PET Bottle sigue manteniendo el crecimiento dinámico de dos dígitos.

1. PET

Como es de su conocimiento, PET es el resultado de esterificación y polimerización por condensación del ácido tereftálico (PTA) y el etilenglicol (EG). Se mezcla el polvo de PTA en el líquido de EG para la esterificación, y luego se desarrolla la fusión y la polimerización por condensación bajo condiciones de alta temperatura y alto vacío. Mediante la reacción bajo este estado líquido se puede obtener un polímero con peso molecular aproximadamente de 100. Esta resina se denomina A-PET (A de amorfo), y se usa normalmente para la fabricación de fibras o se fabrica la película de A-PET a través de la extrusión con T-Die y un rápido enfriamiento. En estos días gracias al desarrollo de la técnica de venteo, se hizo posible moldear el material en estado de pellet de A-PET. Pero debido a la baja viscosidad, antes no se podía moldearlo, sobre todo, era imposible moldearlo por soplado debido a Draw Down. Por lo tanto lo que se hacía antes era primero convertir A-PET en pellet, luego calentarlo dentro de un ambiente de nitrógeno aumentando el peso molecular a un rango de entre 130 ~ 170 mediante la polimerización por condensación de estado sólido para finalmente moldearlo. Hasta la fecha de vez en cuando se utiliza este método. A la resina en este estado se le denomina C-PET (C de cristalino). La película hecha de C-PET se llama “película de C-PET” y tiene una termorresistencia de hasta 200 ~ 230 °C. (La termorresistencia de la película de A-PET es de unos 60°C.) En la figura 1 se muestra el proceso de polimerización por condensación de PET.

Se usa el germanio (Ge) o el antimonio (Sb) como catalizador. Si se usa el germanio como catalizador, el costo es más alto, pero si se utiliza el antimonio como catalizador, las condiciones para moldear PET son más limitadas, por lo tanto va a ser necesario algún mejoramiento como la copolimerización con el ácido isoftálico, resultando esto casi similar en el costo que el método

anterior. A veces se le denomina G-PET al que se usa Ge como catalizador, pero es diferente de PET-G el que mencionaremos más adelante.

2. MOLDEO POR SOPLADO CON ORIENTACION DE PET

Como se ha mencionado antes, no es una exageración decir que el moldeo por soplado de PET salió a la luz gracias al desarrollo de la técnica de soplado biorientada. El moldeo por soplado fue originalmente un proceso de extensión hacia la dirección horizontal (hacia la circunferencia), por lo tanto, el moldeo por soplado con orientación biaxial es, en palabras simples, algo que se agregó otra extensión hacia la dirección vertical (dirección de altura) al proceso anterior. Sin embargo, no se podrá esperar un mejoramiento de las características del producto a través del soplado, si se usaran las condiciones amplias de la temperatura que se usan normalmente para el soplado directo. Es decir, es necesario mantener el material objeto del proceso en una temperatura homogénea dentro de un rango cerrado y al mismo tiempo cercano al punto de transición vítrea. En el caso de moldeo con orientación biaxial, aunque la extensión se haga primero en una dirección y luego en la otra o inversa, o se haga la extensión en ambas direcciones simultáneamente, el resultado es lo mismo. Pero en el caso de la extensión consecutiva, la fuerza necesaria para la primera extensión es menor que la segunda.

Para el moldeo por soplado con orientación biaxial de PET hay dos métodos; el método de Parison Frío y el de Parison Caliente. Cada método tiene sus ventajas y desventajas, y en la actualidad se utilizan ambos métodos complementándose uno al otro.

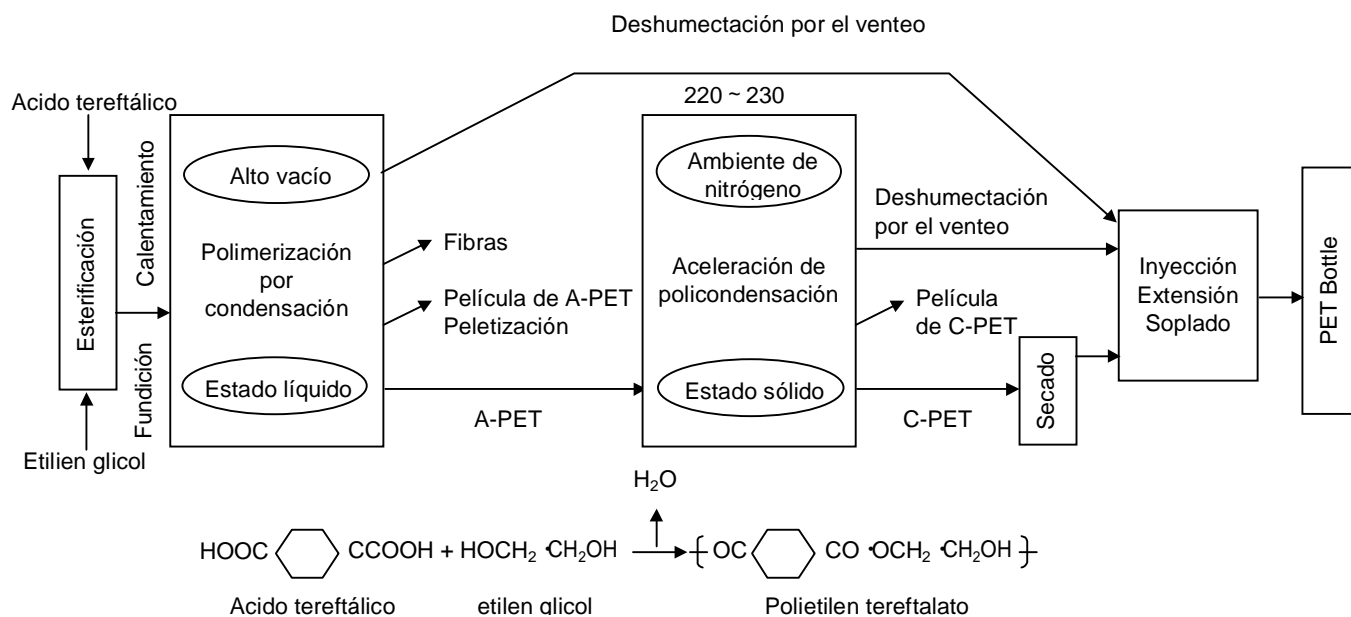


Figura 1 : Policondensación de PET

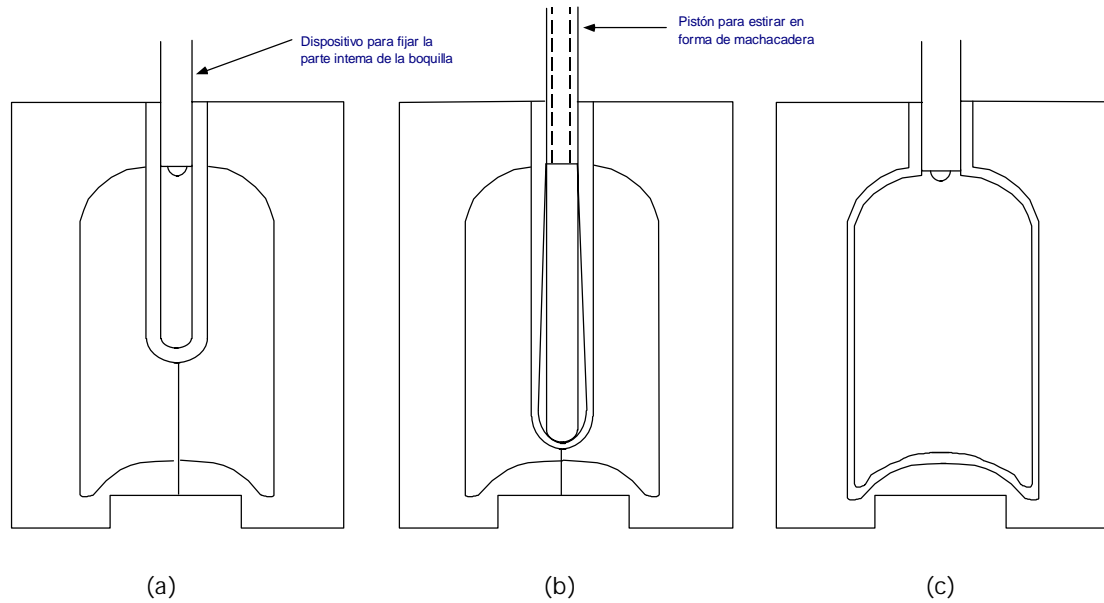


Figura 2: Dibujo conceptual del proceso de soplado con orientación biaxial

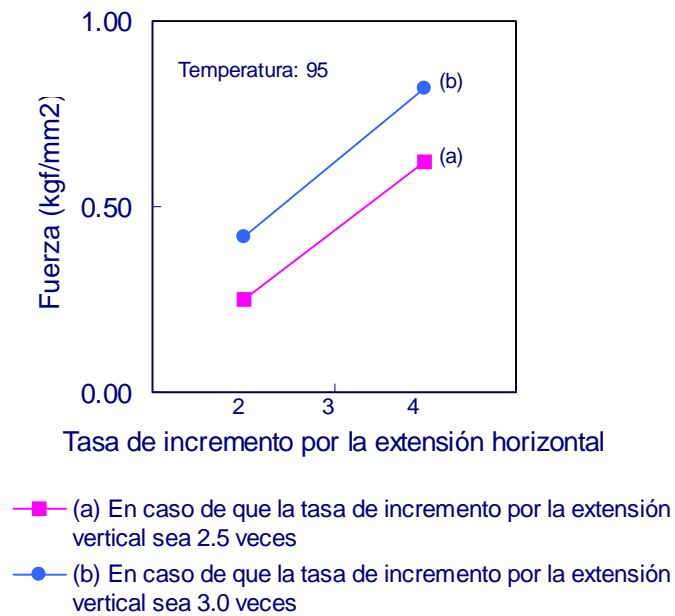


Figura 3: Gráfica conceptual de la fuerza necesaria para la extensión

En la figura 2 se muestra el dibujo conceptual del proceso del moldeo por soplado con orientación biaxial. Se fija con un dispositivo la parte interior de la boca de Parison que fue moldeado previamente por inyección. Luego se ajusta la totalidad de Parison a una temperatura adecuada para la extensión, y posteriormente se lo agarra con el molde de soplado. Después a través de la boca del dispositivo que sostiene la boca de Parison, se introduce el aire de baja presión empujando al mismo tiempo el Parison para extender la parte del fondo del mismo. Después de esto se introduce el aire de alta presión para soplar el Parison hasta que se quede pegado en el

interior del molde. De esta manera el proceso de extensión se divide en dos etapas. El estándar de la primera extensión en dirección vertical es 2.5 ~ 3.0 veces, y el de la segunda extensión en dirección hacia la circunferencia que es unas 3.0 veces. Según alguna información, la fuerza necesaria para la segunda extensión es de 0.2 ~ 0.8 kgf/mm² (figura 3) dependiendo de la temperatura y del porcentaje de la extensión de la primera. Para acreditar esto, se considera normalmente que la presión de soplado es entre 30 ~ 50 veces de la presión atmosférica siendo 40 la presión promedio.

2.1 SOPLADO DE PARISON FRIO CON ORIENTACION BIAxIAL

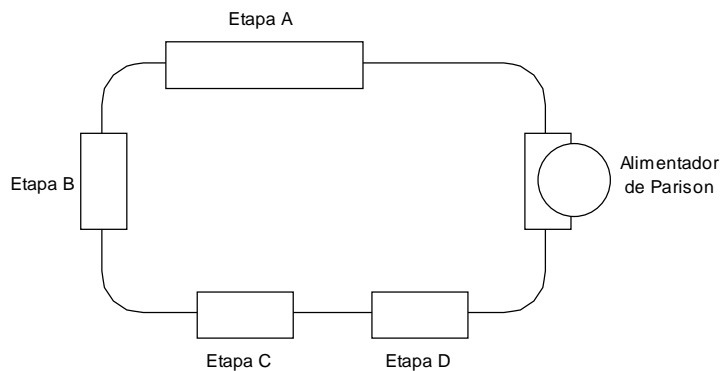
Este es el método más fundamental que usó DuPont para lanzar PET Bottle y el que se utiliza actualmente en forma más amplia en el mundo. Al extender no sólo PET sino las resinas cristalinas, sobre todo al extenderlas con orientación biaxial, es necesario mantener a una temperatura constante y uniforme la totalidad del material objeto del proceso dentro de un rango relativamente pequeño de temperatura. En este sentido, en el caso de Parison frío, primero se le calienta a cierta temperatura y se le mantiene a esa temperatura para luego extenderlo, lo cual es bastante ventajoso para establecer las condiciones del proceso. En cuanto a los procedimientos de soplado ya se explicó en el párrafo anterior, y como están separados el proceso de formación de Parison y el de soplado, no sólo se puede aprovechar hasta su máximo la capacidad de cada proceso sino también se puede seguir una extrategia totalmente diferente, por ejemplo, concentrando la producción de Parison en un lugar y teniendo el proceso de soplado cerca de la planta embotelladora. También se puede, estandarizando el Parison, hacer la producción de muchas variedades de productos con poco volumen para cada variedad.

(1) MOLDE DE INYECCION PARA LA FORMACION DE PARISON FRIO

La característica del molde de inyección para la formación de Parison está basada en la capacidad de producción masiva, por lo que siendo mínimo 36 ~ 48 cavidades, normalmente tiene como promedio 96 cavidades, y no es raro ver moldes de más cavidades.

En cuanto a la estructura del molde, normalmente se utiliza la colada caliente con la entrada de válvula ("valve gate"). Una unidad de colada caliente está formada de 4 chips como principio, por lo tanto el número de cavidades es múltiplo de 4. El mecanismo fundamental del molde es del tipo de dos placas; la de cavidad y la de núcleo, pero en muchos moldes se adopta el sistema giratorio y/o el de la separación y/o apertura parcial para facilitar la colocación y/o descolocación de tornillos y otras piezas integrantes. El ciclo de inyección para la producción en serie es aproximadamente 20 ~ 25 seg/ disparo.

En el caso del molde para la producción de bajo volumen, igual que el molde para Parison caliente, se abre la cavidad básicamente en dirección vertical o horizontal, y el mecanismo común es el que se toma el núcleo y la entrada de vena desde la parte delantera y trasera. Las cavidades están colocadas en una sola fila horizontal, siendo en total 3 ~ 6 cavidades. Es muy raro que las cavidades sean más de 10. Normalmente se usa colada caliente con la entrada de válvula.



Se suministra al alimentador el Parison fabricado en el proceso separado e independiente
 Se sube al alimentador de Parison y luego se instala en la tarima de producción
 En general la tarima tiene un sistema de flujo libre.
 En la etapa A se calienta a una temperatura homogénea.
 En la etapa B se hace soplado.
 En la etapa C se hace el tratamiento térmico en su caso.
 En la etapa D se bota el producto o se conecta al siguiente proceso.

Figura 4 : Un ejemplo de Layout del sistema del moldeo por soplado con Parison frío

(2) MECANISMO DEL MOLDEO POR SOPLADO

El mecanismo básico es para atender las necesidades de producción de alto volumen, existen dos tipos; uno es para la producción concentrada en una máquina y el otro es para la producción dispersa en las plantas embotelladoras. El último tipo tiene algo en común con el sistema de producción de bajo volumen. De todos modos, en ambos sistemas el inicio del proceso es la alimentación del Parison a la tarima de producción – portadora para el proceso de soplado. La tarima de producción tiene en muchos casos el estilo libre de flujo. La posición de Parison es vertical o colgado en general y es muy raro ver lo horizontal. El Parison junto con la tarima se mueve y entra en el proceso de calentamiento. El horno de calentamiento puede ser sólo ambiental y también puede estar equipado al mismo tiempo con la radiación de calor, siendo más común el segundo tipo. Si se usa la radiación de calores, mueve dentro del horno rodando con el fin de dar radiación en forma uniforme a los productos. En cuanto al proceso de soplado general, ya se explicó en el párrafo anterior, y hay dos tipos; uno es el que se sopla con la tarima estacionada y el otro es el que se sopla mientras la tarima se mueve. Según la necesidad, entra al siguiente proceso, en el de tratamiento térmico (“ Heat Setting”), pero si no es necesario, con esto termina el proceso.

En el soplado con orientación biaxial con Parison frío, para la producción de bajo volumen se toma el mecanismo de producción muy similar al que se usa para la producción de alto volumen. Pero para la producción de bajo volumen y de muchas variedades y/o para la producción de pruebas hay en el mercado otros tipos como son; en el que está separado el proceso de calentamiento y el proceso de soplado y otros en que se transporta a mano el producto de un proceso al otro. En la figura 4 se muestra el layout del mecanismo del soplado con orientación biaxial con Parison frío.

2.2 SOPLADO DE PARISON CALIENTE CON ORIENTACIÓN BIAxIAL

En el caso del método de soplado con orientación biaxial de Parison frío, a pesar de que se haya calentado y plastificado (250 ~ 300 °C) para moldear Parison, tienen que enfriarse hasta temperatura ambiente, y luego de nuevo hay que calentarlo hasta la temperatura adecuada (95 ~ 100 °C) para efectuar la extensión. El método de soplado con orientación biaxial y Parison caliente nació después de los desafíos de la idea y deseo de eliminar estas pérdidas de calor y del tiempo, o al menos con el deseo de que el proceso de recalentamiento fuera sólo para ajustar un poco la temperatura como para el caso del proceso con orientación biaxial continua de las películas.

Actualmente hay dos tipos; uno en que se termina completamente el ajuste de temperatura dentro del molde para la formación de Parison (tipo de 3 etapas) y otro en el que se hace el ajuste aproximado de temperatura en el molde para la formación de Parison y se pone en una zona antes del proceso de soplado para ajustar bien la temperatura (tipo de 4 etapas). Cada tipo tiene sus ventajas y desventajas, y se utilizan ambos tipos de acuerdo con las necesidades.

En el método de Parison caliente, como principio, hay que sincronizar el proceso de formación de Parison con el proceso de soplado. Por lo tanto, surge la necesidad de ajustar la sincronización al proceso de baja velocidad. Sin embargo, por la ventaja de poder terminar la producción rápido, este método ocupa un lugar importante en la producción de volumen medio. Y no sólo esto, sino que está aumentando su participación en la producción de alto volumen.

Si se hace una comparación sencilla entre la velocidad de la formación de Parison y la de soplado, en general la de formación de Parison es más lenta debido a la diferencia del espesor del producto. Por esto hay un sistema en el que se aumenta el número de cavidades del molde de formación de Parison para lograr una sincronización con relación de 1 : N.

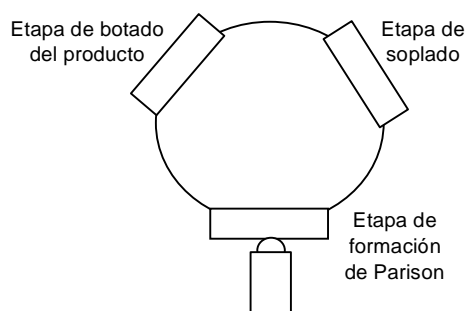


Figura 5: Dibujo conceptual del tipo de 3 etapas con Parison caliente

(1) TIPO DE 3 ETAPAS

Como se muestra en la figura 5, el tipo de 3 etapas está formado por la formación de Parison, la de soplado y la de botado. La característica de este método se encuentra en la función del ajuste de temperatura que tiene el molde de formación de Parison. Es decir que la estructura del molde es la misma que se usa para la producción de bajo volumen mencionado en el inciso anterior 2.1 (1), pero tiene integrado varios calentadores que están colocados en forma separada en varias zonas

detrás de las cavidades y cuya capacidad térmica está establecida en base al cálculo hecho mediante datos y pruebas. Por esto, en este momento para obtener este tipo de molde de 3 etapas para la formación de Parison, no hay más remedio que pedir al fabricante del molde que tenga suficientes datos y experiencias para poder realizar pruebas minuciosas y los ajustes necesarios.

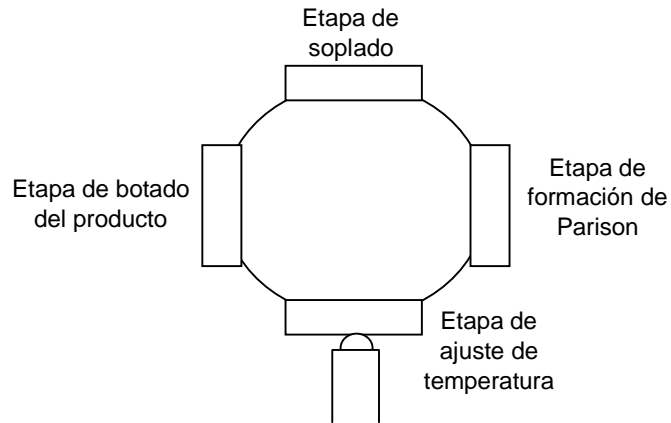


Figura 6: Dibujo conceptual del tipo de 4 etapas con Parison caliente

(2) TIPO DE 4 ETAPAS

Como se muestra en la figura 6, la diferencia entre el tipo de 4 etapas y el de 3 es la presencia de la etapa de ajuste de temperatura entre la etapa de formación de Parison y la de soplado. Por esto, el molde de formación de Parison puede ser fabricado por cualquier fabricante que tenga un nivel normal de la técnica de la fabricación de molde. Por lo siguiente, para el caso de poder seguir elaborando un solo producto mediante “IN PLANT TYPE”, es conveniente utilizar el tipo de 3 etapas, mientras que para el caso de que exista una alta posibilidad de modificar el molde por las necesidades del cliente, es mejor usar el tipo de 4 etapas.

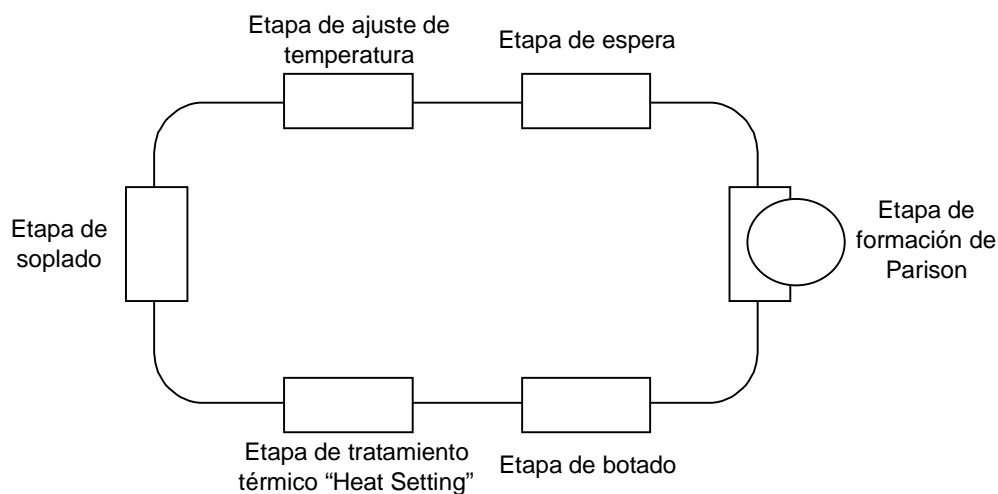


Figura 7: Dibujo conceptual de la modificación del de 4 etapas con Parison caliente

(3) TIPO MODIFICADO EN BASE AL TIPO DE 4 ETAPAS (PARA ATENDER LA PRODUCCIÓN DE ALTO VOLUMEN)

La ventaja del método de Parison caliente es el tiempo corto para terminar la elaboración del producto ya que se hacen en forma continua todos los procesos desde el momento de meter la materia prima hasta terminar la fabricación de la botella. Por otro lado, se tiene la desventaja de tener que ajustar la velocidad de moldeo al proceso más lento de todos.

Por ejemplo, si la tasa de extensión en direcciones vertical y horizontal es 3 veces, la superficie se incrementa 9 veces, y el espesor disminuye en 1/9. Se necesita el tiempo para la extensión vertical y también el tiempo para la aplicación, el mantenimiento y la extracción del aire comprimido, pero si se toma en cuenta sólo el tiempo de enfriamiento, es obvio que será suficiente con un considerablemente menor tiempo. Además, aunque no es necesario ser insistente en esto, pero, si se supone que la superficie del área de la etapa de soplado y la de formación de Parison sea igual, resulta factible fabricar 4 veces más de Parison en un ciclo. Por lo tanto, si se fabrican múltiples veces más de Parison en comparación con la cavidad de soplado y se le alimenta al proceso de soplado, siempre va a ser indispensable utilizar el mecanismo de flujo libre. Además, de esta manera se podrá introducir la idea de línea de unidades "Unit Line", por ejemplo si se solicita posteriormente el proceso de tratamiento térmico "Heat Setting", se podrá agregar sin mayor problema. (figura 7)

3.PET PARA EL SOPLADO DIRECTO

Es cierto que con el desarrollo de la técnica de orientación biaxial el moldeo por soplado de PET salió a la luz. Pero también es cierto que todavía tiene varios problemas a resolver como son; sólo se puede aplicar esta técnica a productos con forma sencilla cuya boca esté sobre la línea central del producto. Obviamente hay un fuerte deseo para el PET; tener la factibilidad de trabajar con el soplado directo. Para contestar a este deseo, algunas empresas han lanzado al mercado PET factible de ser usado en el proceso de soplado directo. La mayoría de estos PET son productos mejorados en la característica de Draw Down de los PET convencionales y los modificados con aditivos para mejorar la flexibilidad y la resistencia al impacto en comparación con PET convencional. Por tanto, constantemente se está incrementando su demanda aprovechando las características ventajosas de PET. De entre estos nuevos grados de PET hay un grado un poco diferente a los otros. Es un grado llamado "PET-G", desarrollado por la empresa Eastman Chemical, el cual fue amorfizado agregándole el 1,4 ciclohexano dimetanol como glicol secundario. Al moldear por soplado este material, las moléculas no quedan tan orientadas por lo que la propia característica física de la resina muestra su ventaja en la resistencia del producto al calor. La temperatura recomendada para el relleno caliente es de 71°C ~ 76°C, pero según alguna información también es factible 82°C. Sin embargo, este grado es un poco más caro que el grado mejorado normal en base a A-PET, por lo tanto en general se utiliza más comúnmente el grado mejorado de A-PET. Los envases que se fabrican actualmente en su mayoría son de la clase de 500cc, pero el desarrollo de la resina está bastante adelantado por lo que en la práctica ya se está llegando a la etapa de poder fabricar los envases de hasta 1,800cc y sólo se está esperando su debut. Además de esto, se está investigando sobre la fabricación de productos de forma irregular que es la parte fuerte de la técnica de soplado directo.

4.DESARROLLO DE LA TECNICA DE VENDEO

Dentro del desarrollo tecnológico de últimos años el desarrollo que nos llama la atención es el de la técnica de venteo. En años anteriores la técnica de venteo ha sido aprovechada sólo para prevenir la línea plateada en el moldeo de resina de alta volatilidad. Pero hoy día esta técnica ha hecho posible meter directamente la resina de poliéster como PET a la tolva sin el secado previo para moldearla. El impacto que dio este hecho a la industria de Botella PET fue tan grande que contribuyó mucho a bajar el precio del producto y como consecuencia contribuyó más al incremento de la demanda. Además en estos días se ha hecho factible el moldeo del A-PET, lo cual contribuyó para bajar el precio del material a un precio comparable con el de la resina de uso general.

Cuadro 1 : Comparación de características físicas de la película de PET

Conceptos	Unidad	Orientación biaxial	Sin extensión
Resistencia a la tensión	Kg/mm ²	15.0	6.0
Barrera a gases			
H ₂ O	g ·mm/m ² day	0.65	1.38
CO ₂	cc ·mm/m ² day	2.6	5.7
O ₂	cc ·mm/m ² day	2.2	5.0

5.CARACTERISTICAS REQUERIDAS PARA BOTELLA PET

Botella PET, sobre todo la botella de PET hecha por soplado con orientación biaxial, tiene la limitación de que su forma debe ser sencilla teniendo la boca en el centro debido al método de la fabricación. Pero tiene excelente impermeabilidad y alta resistencia a solventes y a las sustancias farmacéuticas. Además es transparente, lo cual permite dar un alto valor agregado al producto. Se incrementa la resistencia por el proceso de extensión, y en comparación con el producto del mismo volumen hecho por soplado directo, el de PET pesa sólo la mitad o una tercera parte del peso del anterior. Todas estas ventajas están bien apreciadas por lo tanto la Botella PET se utiliza ampliamente y en grandes volúmenes. Algunas industrias, principalmente la industria alimenticia que ocupa un lugar importante como consumidor de este producto, a veces tienen la necesidad de embotellar un producto caliente y también tienen la necesidad de que la botella tenga una alta impermeabilidad. En la tabla 1 se muestra la comparación de las características físicas de la película de PET.

5.1 HOT FILL (RELLENO CALIENTE)

En el caso de la botella de PET que se extendió en forma normal, aun con la temperatura de 60°C, una temperatura mínima para el calentamiento, se va a encoger inmediatamente. Para evitar esto, se utiliza en general un proceso llamado “Heat Setting” o se utiliza la multicapa con una resina termorresistente.

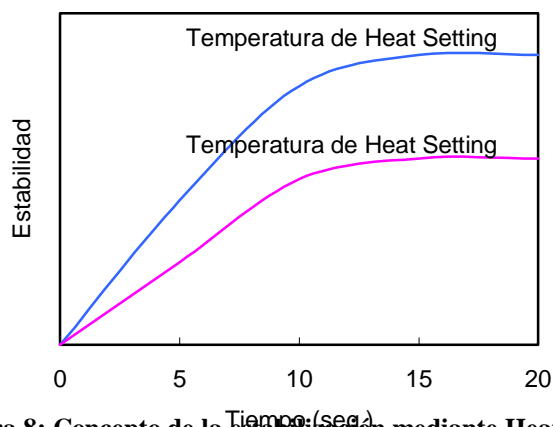


Figura 8: Concepto de la estabilización mediante Heat Setting (Relación entre el tiempo y la estabilización)

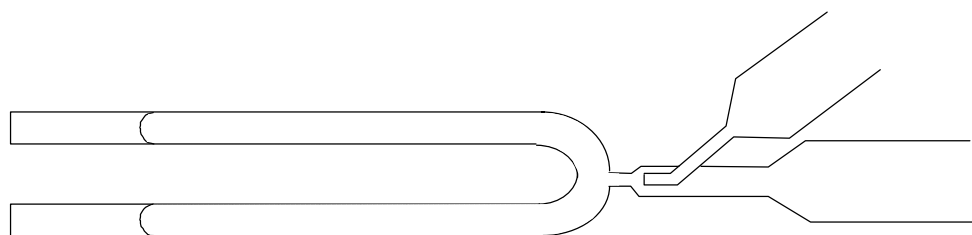
(1) HEAT SETTING (TRATAMIENTO TÉRMICO)

Heat Setting es un proceso en el que se mantiene el producto moldeado en el molde con alta temperatura y con presión temporal con el propósito de establecer la forma del producto moldeado. Según la información, para Heat Setting se requieren 10 ~ 20 segundos, y el nivel de la estabilidad depende de la temperatura del molde (temperatura de Heat Setting), y se afirma que estando a dicha temperatura, más de 90% de la estabilidad se logra en 10 segundos y que en 20 segundos llega al estado de saturación. Por otra parte se afirma que el límite de tolerancia para la contracción es menor de 0.5%, pero esto puede variar según la especificación de cada producto. (figura 8)

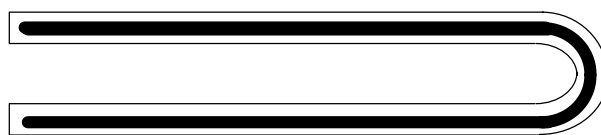
Heat Setting se hace en ocasiones en el mismo molde en que se hizo el soplado, pero en otras ocasiones se hace en otro molde especial para este objetivo. (En la mayoría se hace por el primer método.) Además de lo antes mencionado, hay otra forma de Heat Setting en la que después del soplado con orientación biaxial se saca una vez el producto del molde, luego se calienta para tener un poco de la contracción natural. Después de esto, se mete en un molde un poco más pequeño que el anterior para aplicarle Heat Setting. Por otra parte, en los últimos años se hace el mejoramiento de resistencia al calor mediante el moldeo con la mezcla de PEN (polietileno naftenato).

Lo antes mencionado está relacionado con el mejoramiento de la resistencia al calor de la parte de cuerpo del producto. Además de esto, para el relleno caliente hay otro problema de la deformación de la parte de la boca. Si está deformada la boca, en el momento de cerrar con la tapa, se puede tener el problema de fuga del relleno, por lo tanto es necesario tomar medidas para este problema.

Ahora se sigue uno de los siguientes dos métodos; uno en que se calienta y cristaliza la boca y otro en que se inserta la pieza moldeada y resistente al calor.



(a) Primera inyección



(b) Parison terminado de 3 capas

Figura 9: Moldeo de 3 capas de 2 resinas diferentes mediante el moldeo de Sandwich

(2) FORMACIÓN DE MULTICAPAS CON LA RESINA TERMORRESISTENTE

Utilizando el método de moldeo de Sandwich, se moldea metiendo la resina termorresistente en la parte central de la capa. O sea, en la primera inyección se rellena con PET un 60 ~ 70% de la cavidad, y luego en la segunda inyección se inyecta la resina amorfa termorresistente y transparente como son; policarbonato, poliariolato, polisulfona, etc. La resina inyectada en la segunda inyección penetra selectivamente en la parte central donde el proceso de solidificación está atrasado, y como consecuencia de esto forma el Parison de 3 capas (figura 9). Al soplar este Parison, la parte de PET demuestra su característica revelando la efectividad en extensión, sin embargo, la parte interior de la pared es amorfa por lo tanto casi no tiene la efectividad de orientación y demuestra su característica de resistencia al calor que proviene del material original, de tal manera que sirve para evitar la contracción y la deformación.

5.2 BARRERA A GASES

Generalmente el material que se usa para el moldeo, si es de composición simple, tiene problema de barrera a gases. Por ejemplo, a veces los gases que están en el aire siendo oxígeno el gas principal, penetra la pared del recipiente hasta al interior del mismo y como resultado se echa a perder el aroma y el sabor del contenido y en el peor caso se descompone el contenido. En otras ocasiones el aroma, las sustancias volátiles como el alcohol, los gases como el gas carbónico y aun el agua pueden penetrar y salir del recipiente bajando así la calidad del contenido.

Cuadro 2: Comparación de barrera a gases

	Unidad: cc.mm/m ³ day atm)	
	O ₂	CO ₂
Poliacrilonitrilo	0.02	0.16
Polimetacrilonitrilo	0.08	0.71
Nilón MXD6	0.11	0.69
PVDC	0.35	1.91
PET	2.35	11.17
Nilón 6	2.50	10.51
PVC	2.96	10.51
PC	11.8	425
PP	63	212
PS	138	350
PE (HD)	73	228

(1) FORMACIÓN DE MULTICAPAS CON LA RESINA IMPERMEABILIZANTE

Desde el punto de vista de la impermeabilidad (barrera a gases), PET es excelente material igual que la resina de cloruro de vinilo. Además, esta característica se incrementa aun más al ser extendido. En términos generales este material es bastante aceptable, pero dependiendo del contenido del recipiente, a veces es insatisfactorio. Por ejemplo, como en el caso del vino y la mayonesa, el oxígeno que penetra a través de la pared del recipiente hace que se descomponga y se deteriore el contenido. El método que se usa más comunmente es el de multicapas con la resina con característica de fungir como barrera a gases mediante el método de moldeo de Sandwich, igual que el caso del mejoramiento de la resistencia al calor. La resina más ampliamente usada para este objetivo es la resina de grupo de nylon (tabla 2). Existe el método por el que se incrementa la impermeabilidad mediante la mezcla, sin embargo esto trae muchos problemas en la apariencia del producto como el de hacer perder la transparencia del material por lo que actualmente casi no se usa.

(2) IMPERMEABILIZACIÓN MEDIANTE LA CAPA EXTERIOR

Dar la impermeabilidad a la película mediante el uso de multicapas es mucho más fácil que darla al recipiente como botellas. Por esto, lo que se hace comúnmente es que primero se fabrica la película que tiene casi perfecta impermeabilidad mediante multicapas de 5 o 7 capas, y luego con esta película se cubre la parte exterior de la botella para quitarle la permeabilidad al aire exterior. En este método existe la forma en la que también se estratifica la misma botella para darle mayor impermeabilidad y luego cubrirla con dicha película exterior, y hay otra en la que depende sólo de la impermeabilidad de la película sin importar la de la botella.

6. TEMAS RELACIONADOS CON EL MOLDE

El sector de fabricación de moldes para el moldeo por soplado no es tan dinámico como el de moldes para el moldeo por inyección. Quizás podría ser que la industria de moldeo en sí ya entró en la etapa de madurez, por lo que nos da la impresión de que no hay novedades llamativas. Sin embargo, de todos modos siguen el avance sin cesar en el mejoramiento y en nuevas combinaciones.

6.1 ESCAPE DE AIRE Y DE GASES

Cómo quitar los gases que quedan en el espacio entre la pared interior de la cavidad de molde y la resina, es una tarea trascendental sin importar que sea el moldeo por soplado o sea por inyección. Antes se realizaba este trabajo mediante el uso de la partición, la junta de blocks de molde o la ranura de venteo, pero ahora estos métodos ya no son suficientes por lo que se utiliza el chip de venteo, el dispositivo para la extracción forzada de gases con ayuda del mecanismo de vacío, y se usa a veces la cámara de vacío en que se mete la totalidad del molde para moldear por dentro.

Dentro del molde hecho en base a la electroformación de estos días, hay algunos en cuya estructura tiene finas columnas rectas como agujas en la superficie de la cavidad de tal forma que pueda escapar el aire a través de esos espacios formados por ellas, y otros en que se hace la electrodeposición de suspensión de la sustancia fundible y eliminable por la sustancia farmacéutica y después de la electroformación se elimina la sustancia de suspensión para que quede poroso. Se empezó a incrementar también el uso de acero poroso obtenido por sinterización. No es nada nuevo el uso del acero poroso para el material de molde, pero en los años anteriores en el proceso de pulido, posterior al maquinado, se tapaban los poros, por lo que no se podían obtener los efectos esperados y tenía limitaciones en el uso. Pero en los últimos años, la técnica de pulido se ha mejorado por lo tanto, al pulido mecánico convencional se le agregan los procesos químicos y eléctricos, lo cual ha hecho factible el pulido de espejo sin destruir los poros. Esto es la razón principal por la que se incrementó el uso de este acero poroso.

6.2 CAPACIDAD DE TRANSFERENCIA DEL MOLDE

Los productos moldeados se puede clasificar en dos tipos según las características requeridas por su uso; uno es el producto que da la importancia en la precisión y el rango de tolerancia de dimensiones de cada parte del producto. El otro es el producto que tiene importancia en la capacidad de transferencia; la capacidad de copiar fielmente la irregularidad minuciosa, la planicidad y/o el brillo de la superficie del molde. En cuanto al primer producto con denominación de “moldeado de precisión”, se ha venido desarrollando la investigación para el desarrollo en el área del moldeo por inyección, y se ha tenido mucho éxito. El segundo se llama el moldeo de alta transferencia y se ha puesto énfasis en el desarrollo de la máquina moldeadora y el de las técnicas de moldeo, pero en los últimos años están avanzando también en el desarrollo del molde.

(1) SISTEMA DE CALENTAMIENTO Y ENFRIAMIENTO DE LA CARA DEL MOLDE

El concepto fundamental no es nada nuevo, pero podría decirse que apenas entraron en la etapa del uso práctico. O sea la idea es mantener el molde a una alta temperatura hasta el mismo momento en que la resina tenga contacto con la superficie del molde, e inmediatamente después del término de la inyección o de la aplicación completa de presión por soplado, cambiar al enfriamiento del molde. Para el medio de calentamiento se usan diferentes combinaciones como son; vapor/agua, calentador eléctrico/agua, lámpara de resistencia de calor/agua, aceite/aceite, aire calentado/agua, placa calentada/agua, las cuales están aplicándose en el uso práctico poco a poco. Este método ha mostrado su capacidad principalmente en dar la lisura y el brillo en la superficie del producto.

(2) RECUBRIMIENTO DE LA CAPA DE AISLAMIENTO TÉRMICO EN LA SUPERFICIE DEL MOLDE

La razón por la que la superficie del producto no copia fielmente la superficie del molde es por el hecho de que en el momento en que la resina fundida tenga contacto con el molde, inicia la solidificación y además por el efecto de orientación, la resina no se pega suficientemente a la pared de molde. En base a esta idea(igual que el párrafo anterior), lo que se intenta es formar una capa delgada de mal conductor térmico en la superficie con que tenga contacto la resina, con el propósito de retrasar instantáneamente la transferencia térmica al molde que tiene baja temperatura para que pegue bien la resina a la superficie de molde.

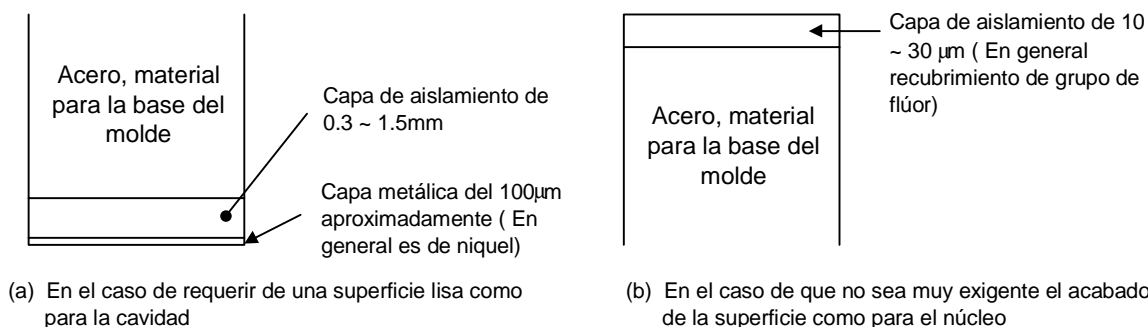


Figura 10: Dibujo conceptual del recubrimiento de la capa de aislamiento térmico en la superficie del molde

Estos dos métodos, debido al hecho de que hacen retrasar la solidificación y la orientación que se sucede en el mismo momento de que la resina tenga contacto con la superficie de molde, tienen importante efectividad en mejorar el brillo de la superficie, la marca de unión, la marca de flujo, el rechupe, el pando, etc. (figura 10).

6.3 HACER MÁS LIGERO EL MOLDE

Debido a la necesidad del cambio rápido del molde, se ha desarrollado el uso del tipo cassette del molde así como el mejoramiento en el peso del molde. Relacionado con lo antes mencionado, se ha aumentado el aprovechamiento del aluminio para el molde. Aunque no se puede aplicar al proceso de moldeo intermitente como el soplado y la inyección, la teoría de que el efecto de enfriamiento sea 3 veces más rápido ya que la tasa de conductividad térmica es 3 veces. Sin embargo, debido al poco peso específico que tiene es natural que el uso de este material contribuya a que pese menos

el molde, y además, se puede esperar la reducción en el tiempo de maquinado del material como es el trabajo de corte.

Sin embargo, uno de los defectos del molde de aluminio es la facilidad de dañarse en la línea de partición. Para resolver este problema, ya hay en el mercado el material de aluminio para molde que tiene lámina de acero pegada (adherida por explosión) en la cara de partición.

CONCLUSIONES

Hasta aquí en este texto he mencionado una panorama general del producto del proceso de extensión, dando énfasis en Botella PET y los temas relacionados. Si se toma en cuenta de que los que influyen en el mundo para decidir la dirección a seguir son los conceptos de valor de los cuales el aspecto económico y la conveniencia ocuparían un lugar principal, la ventaja que llevan la resina de PET y el recipiente de PET como el recipiente transparente de uso general no estaría en peligro de perder su lugar por un buen tiempo.

Sin embargo, como hay un dicho japonés “ en buenas cosas suelen ocurrir muchos obstáculos”, ahora que la industria de Botella PET ha logrado el desarrollo comercial en volumen, está enfrentándose con el difícil problema de cómo deshacerse de tantas botellas usadas que han terminado su función. El problema de tratamiento del plástico deshechado es para toda la industria que utiliza el plástico, pero el uso de Botella PET ha penetrado tanto involucrando a todo el mundo que han llegado a establecer leyes especiales para obligar legalmente a la recuperación y el reciclaje.

Pero, cómo está la situación actual? Al observar el dato que tengo en mis manos, se observan que a pesar de que hay unas 180,000 tons/año de producción de PET para botella, de los cuales unos 150,000 tons están indicadas como el tipo dos (nota del traductor: clase de clasificación que se usa en la ley japonesa.) para ser retornadas y recicladas, sólo 4,000 ~ 5,000 tons, equivalentes a un 3% de la totalidad realmente retorna. La razón de esto es que los materiales (pellet) reciclados, a pesar de muchos subsidios que recibe, están lejos del nivel del precio y de calidad del material virgen en el mercado.

Dicen que actualmente el petróleo que se usa como material químico es menos del 7% del monto total de la producción del crudo. Por esto me imagino que lo que se convierte en plástico es menos del 5%. Al pensar que más de 90% del petróleo se quema y se consume como fuente de la energía, creo que ya es momento de dejar la dogmática forma de pensar sobre el deshecho de plástico y estudiarlo desde un punto de vista más amplio y alto cómo se debe tratar y cuál es la forma optima de aprovecharlo incluyendo la recuperación de ello para fines energéticos.

D2-A OTROS (PREGUNTA Y RESPUESTA)

[D2-A-*-2-TERMOPAR-PIS]

- ¿Para evitar los defectos de máquina soplo?
 - 1).- Tener la máquina en el interior de una nave, porque el aire desajusta a los termopares al estar expuestos a la intemperie
 - 2).- La resistencia y el termopar están muy alejados y la variación de temperatura registrada va a ser grande

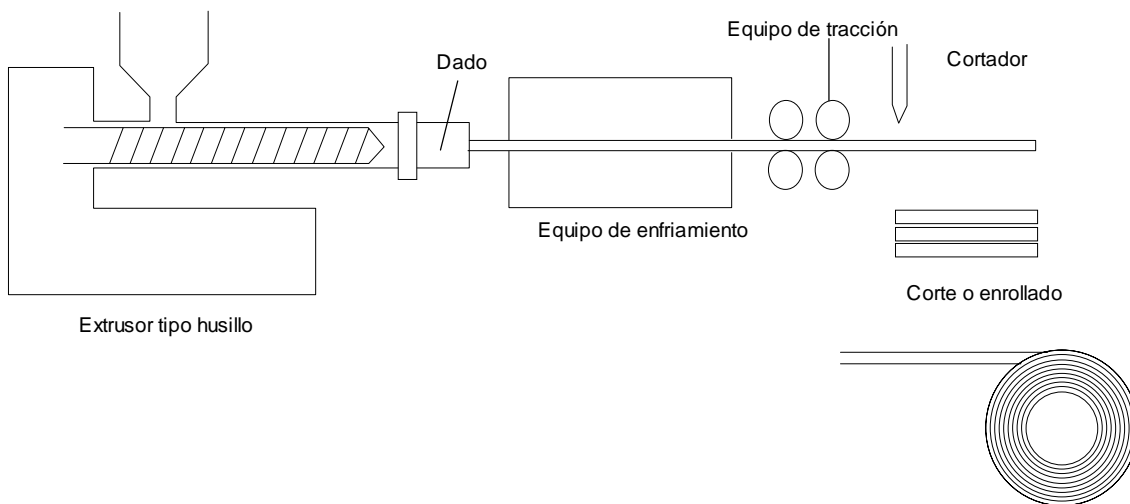
D3 BASE DEL MOLDEO POR EXTRUSION

TEORIA BASICA DEL MOLDEO POR EXTRUSION

- 1. CONCEPTO DEL MOLDEO POR EXTRUSION**
- 2. EXTRUSOR TIPO HUSILLO**
- 3. DADO PARA EL MOLDEO POR EXTRUSION**
- 4. FORMADOR Y EQUIPO DE ENFRIAMIENTO**
- 5. MOLDEO POR EXTRUSION DE TUBO Y MANGUERA**
- 6. MOLDEO POR EXTRUSION DE LAMINA Y PELICULA PLANA**
- 7. MOLDEO POR EXTRUSION DE LA PELICULA SOPLADA**
- 8. MOLDEO CON ORIENTACION BIAXIAL DE LA PELICULA**
- 9. RECUBRIMIENTO PARA CABLE ELECTRICO**
- 10. MOLDEO POR EXTRUSION DE PERFIL**

1. CONCEPTO DEL MOLDEO POR EXTRUSION

Generalmente se conoce como “proceso de extrusión” a aquellos procesos que consisten en utilizar el extrusor del tipo pistón o tipo husillo, extraer el material formado con dado para fabricar un producto cuyo corte transversal es uniforme). Por lo tanto, cuando se habla simplemente del proceso de extrusión, el material no está limitado al plástico, sino que se aplica ampliamente al metal, cerámica, así como en la industria alimenticia. A pesar de que este método debe ser clasificado en el mismo concepto, cuando se trata del moldeo por extrusión, generalmente se indica que el moldeo consiste en una serie de procesos con los equipos específicos que a continuación se mencionan:



Dibujo conceptual del moldeo por extrusión

1. El material (resina termoplástica).
2. Se utiliza el moldeador de extrusión tipo husillo.
3. Dado de formación.
4. Se solidifica en frío, utilizando el equipo de enfriamiento [incluyendo el *sizing die (sizer)*]
5. Se extrae el producto moldeado y extraído con equipo de tracción (*take off equipment*), posteriormente se aplica el enrollado o el corte para obtener el producto terminado.

Por lo tanto, el moldeo por soplado, el cual no se aplica dicha serie de proceso no es considerado como el moldeo por extrusión, a pesar de que es un moldeo que utiliza el extrusor tipo husillo.

2. EXTRUSOR TIPO HUSILLO

A finales del siglo 19 se desarrolló el extrusor tipo husillo para procesar el caucho en moldeo y fue aplicado ampliamente al recubrimiento de cables eléctricos.

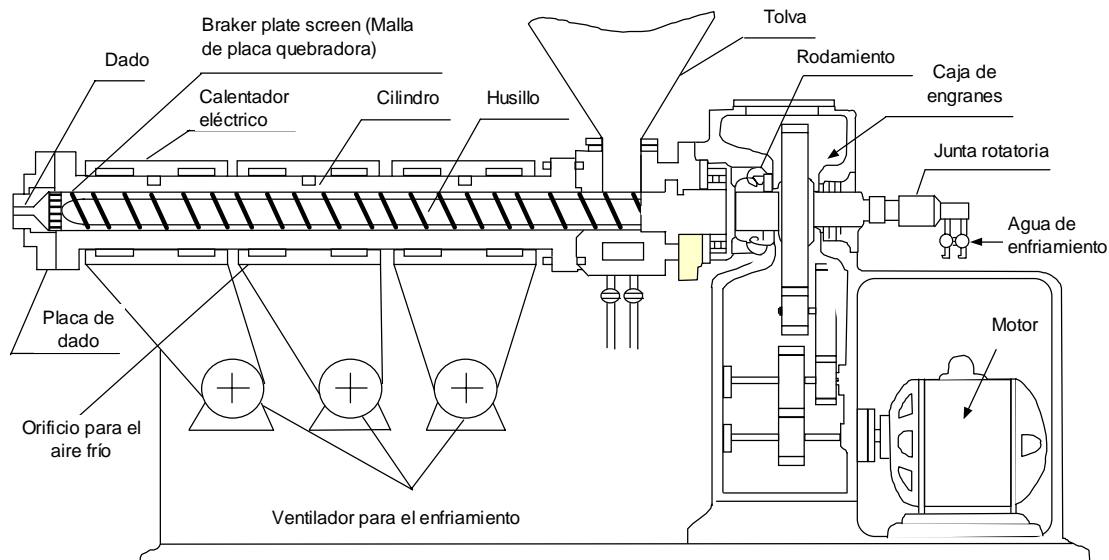
Extrusor tipo husillo	
Para caucho:	L/D de 3 a 5
Para plástico:	L/D de 8 a 10 → más de 20
	En caso de estiramiento mono axial, se considera que hasta 30 es un rango aplicable en la práctica.
Mono axial:	Existen numerosos ejemplos en la práctica.
Multiaxial:	Principalmente es biaxial. El biaxial se utiliza para PVC rígido. Además se utiliza para la extrusión de la mezcla o la de reacción, incluyendo el caso de tipo biaxial.
	Giro a la misma dirección, Giro a la dirección distinta

El material para procesar caucho es mezclado y amasado y se suministraba en caliente (“*hot strip*”), por lo que la relación entre la longitud y el diámetro del husillo (L/D) era normalmente de 3 a 5. Asimismo se aplicaba vapor para el calentamiento.

Al entrar al siglo 20, fue desarrollado el cloruro de polivinilo (PVC), utilizándose dicho equipo y el material suministrado en caliente (“*hot strip*”) se ha venido cambiando al estado frío que es en pellet. Por lo tanto, empezó a requerir de mayor calor para la fusión y la plastificación, por lo que se ha venido incrementando la relación de L/D de 8 a 10 hasta más de 20 debido a la necesidad de suministrar mayor calor. El método de calentamiento del cilindro se transformó de vapor, aceite caliente hasta llegar al eléctrico. Al principio el extrusor fue desarrollado para PVC, pero actualmente este tipo de equipo se utiliza ampliamente en el moldeo de resinas termoplásticas. Dentro del extrusor tipo husillo existen el tipo mono husillo que cuenta con un sólo husillo y el tipo multihusillo con más de dos husillos.

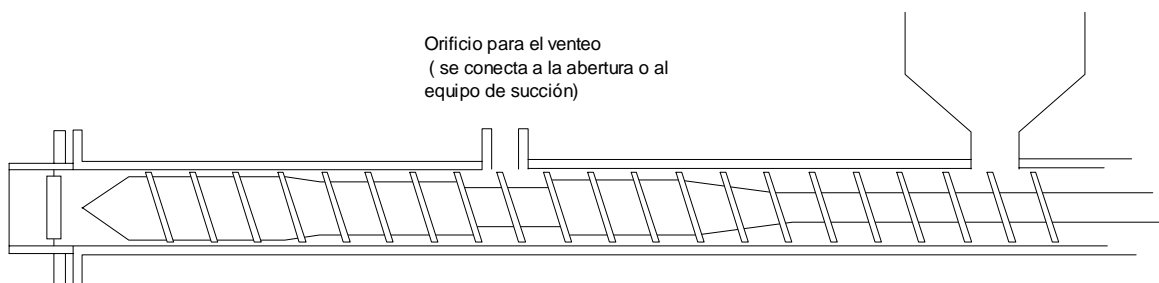
2.1. EXTRUSOR TIPO MONO HUSILLO

El extrusor tipo mono husillo se utiliza ampliamente a todos los plásticos de tipo termoplástico y se puede considerar como la forma básica del extrusor.



Mono- axis extruder
Dibujo conceptual del extrusor de mono axial

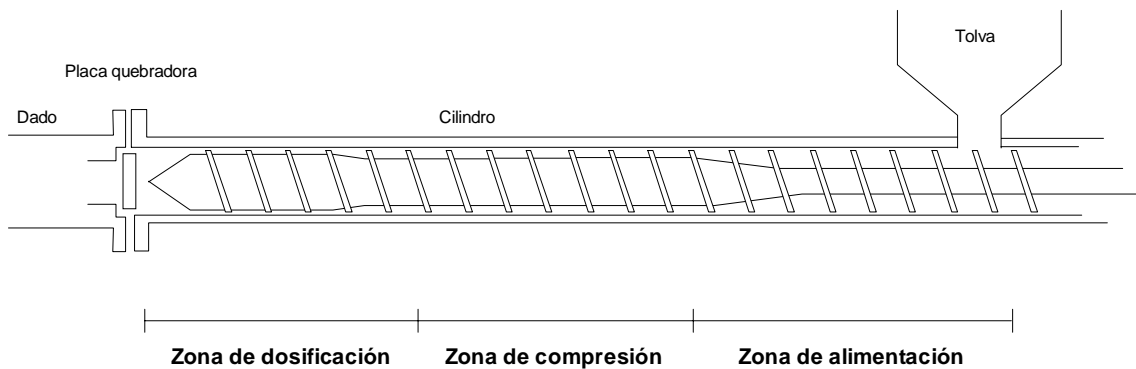
Dentro de este extrusor tipo mono husillo existen el tipo venteo que cuenta con este mecanismo en medio del funcionamiento de extrusión y otro tipo que no cuenta con dicho mecanismo. A veces se denomina como tipo no-venteo para clasificar el equipo que no cuenta con este mecanismo, pero cuando no se precisa en particular, como tipo venteo, se habla del modelo que no cuenta con dicho mecanismo.



Dibujo conceptual de la parte de venteo

2.2. ESTRUCTURA DEL MONO HUSILLO

La denominación de cada parte del mono husillo se muestra en el dibujo. Se puede dividir el husillo desde la salida de la tolva, la zona de alimentación en donde se transporta material, la zona de compresión en donde se comprime y plastifica material, la zona de dosificación en donde se envía material plastificado al dado a una cantidad específica bajo la presión constante. Existe el husillo que cuenta con el mecanismo denominado como la "zona de mezcla" ubicada en la zona de dosificación para facilitar dicho trabajo.



Denominación de cada parte del extrusor tipo mono husillo

2.3. RELACION DE COMPRESION Y LONGITUD EFECTIVA DEL MONO HUSILLO

Como elemento para indicar el funcionamiento o la estructura del extrusor, existen la relación de compresión (C/R) y la longitud efectiva (L/D).

La relación de compresión se refiere a la proporción volumétrica entre el volumen por paso por la ranura de la zona de alimentación y el de la zona de dosificación del husillo.

Aunque la relación de compresión debe variar de acuerdo con el tipo de resina y la forma o el peso visual del material que se va a alimentar, generalmente se establece un valor de 3 ó 4, tomando en cuenta lo mencionado.

Peso específico de la resina en los diferentes estados, al considerarse que el peso de la resina sólida es de 1.0.

Peso específico aparente durante la alimentación a la tolva

En estado de flake :	0.3 aprox.
En estado de pellet cuadrado:	0.45 aprox.
En estado de pellet cilíndrico corto:	0.5 aprox.

Resina fundida

Amorfa:	0.8 aprox.
Cristalina:	0.7 aprox.

La longitud efectiva (L/D) se refiere a la proporción de la longitud total (L) del husillo en donde está cortado el tornillo y el diámetro (D) incluyendo la rosca del tornillo. Pero a veces la longitud (L) se refiere a lo largo desde el centro de la tolva en la zona de alimentación.

Se le denomina como "longitud efectiva" en japonés, pero se utiliza la abreviatura como " L/D " en inglés.

Se había mencionado anteriormente que L/D ha venido incrementándose en forma gradual desde la época en que se utilizaba el equipo para caucho. La razón por la cual se presentó esta transición consiste en que se incrementó el calor necesario para la plastificación, se requirió mayor tiempo para el suministro del mismo y se necesitó incrementar la revolución de acuerdo con la exigencia en el incremento del volumen de extrusión, por lo que se empezó a buscar al husillo no sólo el simple efecto de extrusión, sino que también el funcionamiento adicional de la mezcla.

Bajo dicha circunstancia, actualmente L/D se encuentra en un rango de 20 a 25, pero en el caso del tipo mono husillo se considera el límite de L/D a 30 debido a su estructura mecánica.

2.4. ASPECTOS RELACIONADOS CON EL FUNCIONAMIENTO DE TRANSPORTACION

Básicamente se envía hacia adelante el material en forma de pellet (a veces en polvo) alimentado desde la tolva por medio de la paleta (*flight*) del husillo. Esto tiene mucho que ver con la fricción entre el material a transportar y la pared interior del cilindro o el material y la pared del husillo. Es decir, si el primero es grande y el segundo es pequeño, además de que la diferencia presentada entre ellos es mayor, el efecto de transportación es lo mejor. (Cuando la diferencia es nula, se para la transportación.)

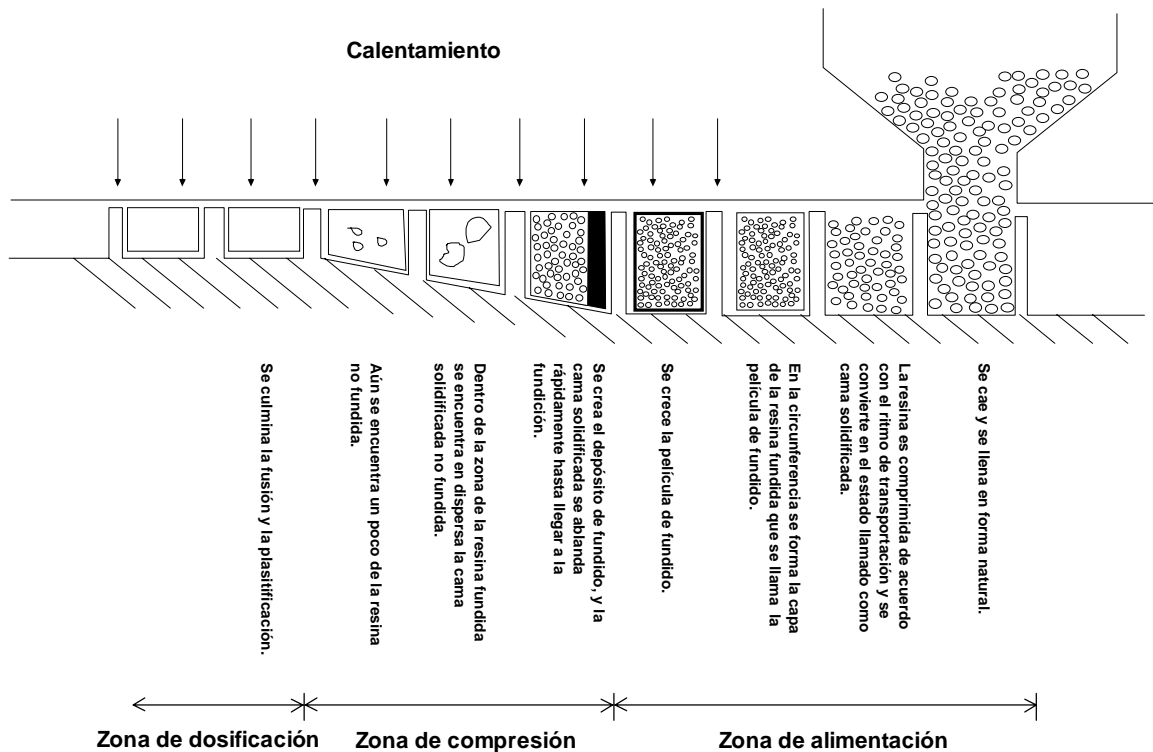
Por lo tanto, la pared interior del cilindro tiene un acabado relativamente burdo, mientras que la pared del husillo tiene un acabado tipo espejo.

Normalmente están colocadas numerosas ranuras delgadas en paralelo al husillo, en la pared interior del cilindro ubicado en la parte inferior de la tolva. Asimismo cuando se inicia la fusión de la resina en la zona de alimentación ubicada en la parte inferior de la tolva, se genera cierta dificultad en la transportación, por lo que generalmente se encuentra colocado el mecanismo de enfriamiento con agua en el cilindro ubicado en la parte inferior de la tolva.

Por otra parte, muchas veces se practica el enfriamiento del husillo desde el interior, es decir se perfora el interior del husillo y se coloca el tubo de agua en el centro del mismo. Esto no es para el incremento de la capacidad de transportación, sino que para contribuir al mejor funcionamiento del mezclado. En los últimos años existe el caso en que se utiliza el tubo de calentamiento, en lugar del tubo de agua.

2.5 MOVIMIENTO DE LA RESINA DENTRO DEL EXTRUSOR TIPO HUSILLO

Dentro del extrusor tipo husillo, la resina alcanza la fusión, se plastifica y se extrae a través del siguiente proceso;



Comportamiento de la resina dentro del extrusor tipo husillo

- (1) La resina alimentada desde la tolva (generalmente en forma de pellet) recibe calor del cilindro al ser transportada en la zona de alimentación y paulatinamente se va ablandando, en particular se inicia la fusión en la superficie.
- (2) La parte fundida se va concentrando poco a poco en la parte exterior de la resina que será transportada dentro de la ranura del husillo, formando la capa denominada como "película de fundido". Posteriormente la parte interna va siendo comprimida para convertirse en el estado conocido como "cama solidificada".
- (3) Alrededor del inicio de la zona de compresión, se agranda la película de fundido en forma acelerada, luego empieza a concentrarse la mayor parte del fundido en la parte delantera de la paleta (*flight*) del husillo que está empujando la resina. Esta masa de la resina fundida se denomina como "depósito de fundido (*melt pool*)".
- (4) Al formarse el depósito de fundido, empieza a destruir aceleradamente la cama solidificada, dispersando y desapareciendo dentro del depósito de fundido y de esta manera va siendo transportado a la zona de dosificación.

2.6. EXTRUSOR TIPO VENDEO (Véase el cuadro de la página 5)

Anteriormente se mencionó que la densidad de la resina alimentada desde la tolva es menor a la resina en sí y la resina fundida. Obviamente la diferencia presentada con el peso real es por causa del aire presente. (Véase el dibujo de la página 4)

La mayoría del aire retorna en el proceso de la transportación y la compresión de la resina, siendo expulsado al exterior desde la tolva, pero no se puede descartar la posibilidad de que el aire sea

integrado a la resina durante el proceso de la formación de la película de fundido y posteriormente sea transportado.

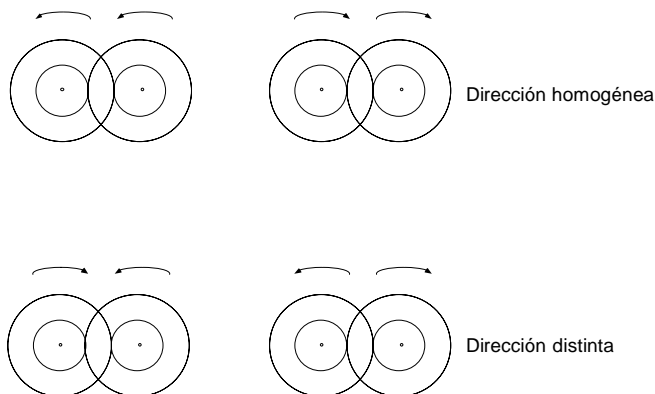
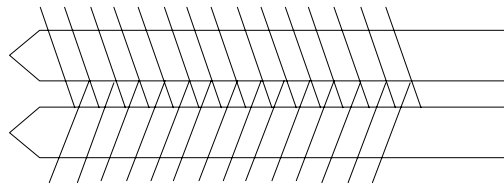
Además hay ocasiones en que se expulsa agua residual que está adentro de la resina alimentada con otros componentes volátiles y esto afecta negativamente a los productos terminados en diferentes formas. Para resolver este problema que es eliminar aire y el componente volátil residual, se desarrolló el mecanismo de venteo.

Es decir, este mecanismo consiste en tener un punto de venteo en donde baja la presión a la resina a través de profundizar la ranura del husillo. Esto se hace en la etapa en que la resina se encuentre en la zona de compresión y que tiene cierto avance de la misma. Se coloca una abertura en el cilindro relativo para expulsar el aire. Es común conectar dicha abertura con equipo de succión como el de vacío, con el fin de incrementar el efecto de expulsión de aire.

En caso del extrusor con el mecanismo de venteo, se requiere del diseño de husillo acorde al estado de la resina y la operación del mismo.

En otras palabras, si la incrustación de resina del husillo antes de la parte de venteo es demasiado grande, se presenta el fenómeno de "*vent up*", en el que se derrama la resina en la perforación de venteo. En cambio cuando dicha incrustación es poca, se presenta el fenómeno llamado "pulsación" (*surging*), en el cual no es constante la cantidad de expulsión.

2.7. EXTRUSOR TIPO MONO HUSILLO



Dibujo conceptual del doble husillo

El extrusor tipo mono husillo es utilizado principalmente para el moldeo de extrusión de PVC rígido.

Clasificando por la dirección giratoria del husillo existen dos tipos; el tipo homogéneo, en el cual dos husillos giran en la misma dirección y el tipo distinto a estos giran en diferente dirección. El tipo de dirección distinta tiene la característica de tener mejor efecto en la mezcla, mientras que el tipo de la dirección homogénea tiene buen funcionamiento de auto-limpieza.

2.8. EXTRUSOR TIPO MULTIHUSILLO

Como extrusor tipo husillo, es muy frecuente el uso del tipo multiaxial que cuenta con más de 3 axiales. Sin embargo, por regla general, se aplica hasta biaxial para el moldeo, ya que en muchas ocasiones el modelo que cuenta con más de 2 axiales se utiliza como el equipo reaccionador móvil que provoca alguna reacción química en el proceso de adición, agitación, mezcla o la transportación de diferentes aditivos o agentes obturadores.

2.9. CALENTAMIENTO Y SU CONTROL

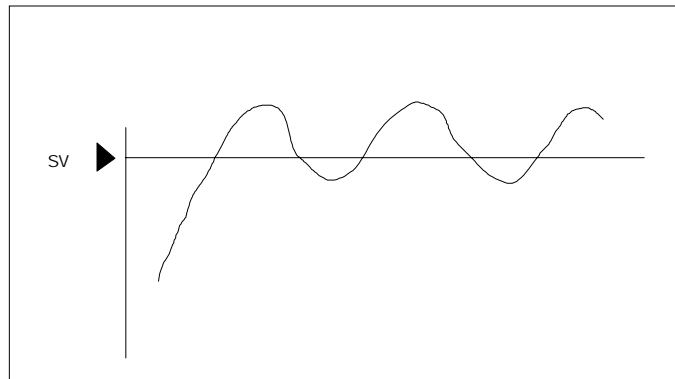
Anteriormente se mencionó que al principio se usaba vapor como energía que se alimentaba desde el exterior para la plastificación y extrusión de caucho, después en el momento de la transición a PVC, se inició el uso parcial del aceite para el calentamiento. Actualmente excluyendo algunos casos, no es exagerado decir que en casi todos los casos se realiza el calentamiento por medio de la energía eléctrica.

La fusión y la plastificación de la resina son fomentadas no sólo por el calentamiento desde el exterior, sino que también el calor generado por la fricción de la resina con el cilindro y los esfuerzos viscosos de corte. El nivel de generación térmica por el factor mecánico antes mencionado varía según el estado operativo del equipo y en caso de moldear la resina, cuyo nivel de generación térmica interior es grande como en el caso de PVC rígido, el ABS requiere a veces del enfriamiento.

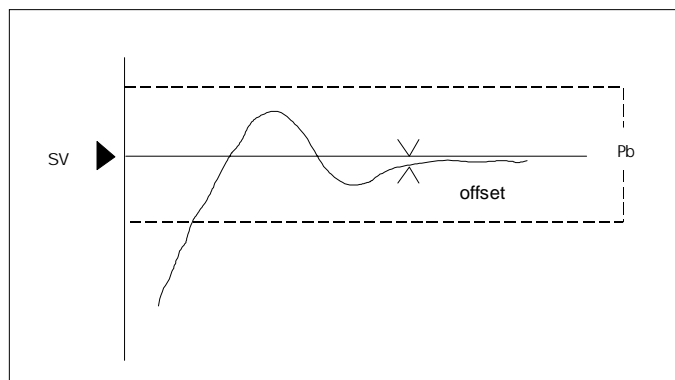
El ventilador para enfriar el cilindro desde el exterior y el mecanismo de enfriamiento interior del husillo son precisamente colocados para este fin.

Anteriormente se utilizaba el control tipo "on" y "off" o el transformador deslizante con el fin de controlar energía eléctrica para el calentamiento exterior, pero en la actualidad se utiliza principalmente el tipo de control conocido como PID.

P es una abreviatura del control proporcional, I es el control integral y D es el control diferencial respectivamente y a continuación se explica la generalidad de este control.



Movimiento "on" y "off"



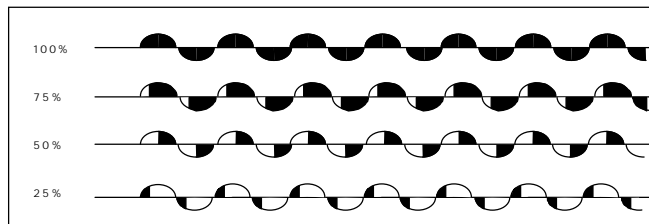
Movimiento proporcional

Suponemos que vamos a controlar la temperatura del cilindro a una temperatura específica (valor establecido es SV). En caso del simple control tipo "on" y "off", el calentador sigue generando calor hasta el valor del límite superior (punto muerto superior), que es un poco más alto que el valor establecido. Al llegar al punto muerto superior, se apaga la conductividad. Posteriormente baja la temperatura y al llegar al valor límite inferior (punto muerto inferior), empieza nuevamente la conductividad, incrementa la temperatura y se repite este proceso. En este caso, a pesar de controlar estrictamente el intervalo del punto muerto superior y el inferior después de llegar al valor establecido, no es posible eliminar la desviación residual (*offset*).

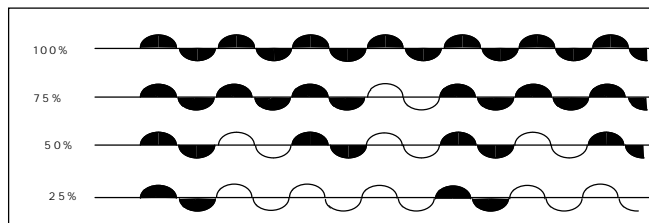
El intento de eliminar dicha desviación residual (*offset*) es el funcionamiento integral (I). Es decir, funciona para eliminar desviación residual (*offset*) de acuerdo con el producto (valor integral) del nivel de desviación de la parte operativa por el tiempo.

En el control I incluye el factor de tiempo, por lo que suele oscilar el resultado de control debido al tiempo perdido existente (lapso desde que se aplica la señal de entrada hasta responder con la señal de salida).

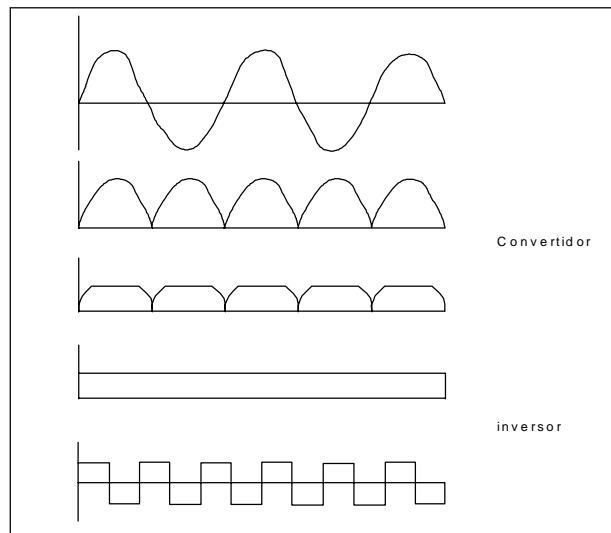
El controlar y estabilizar lo mencionado en la etapa temprana es el funcionamiento diferencial (D). Es decir, el funcionamiento diferencial hace funcionar la parte operativa a la proporción de la velocidad que genera la desviación, evitando así el crecimiento de la desviación.



Control de fase



Control de cero cruzado



Convertidor e inversor

Resumiendo lo anterior, el funcionamiento P se refiere al intento de adecuar el nivel de control al valor establecido, mientras que el funcionamiento I intenta a eliminar la desviación generada durante el funcionamiento P. El funcionamiento D se refiere al movimiento de controlar la oscilación generada durante los funcionamientos P e I.

Relacionando el control proporcional, se ha mencionado el funcionamiento de "on" y "off" en los párrafos anteriores, pero actualmente se puede decir que es nulo el control de este tipo tan sencillo que es "on" y "off". Hoy en día se utiliza frecuentemente el control que consiste en disminuir la corriente a partir del punto muerto inferior, al llegar al punto del objetivo, se elimina la corriente en forma completa, se aumenta la corriente, posteriormente al llegar al punto muerto superior, hace funcionar el enfriamiento. Existe el método en que se aplica el voltaje para disminuir la corriente, pero el método más común es utilizar el dispositivo tiristor para cortar la onda alterna. Hay dos maneras para el corte; una es cortar la onda de corriente en forma proporcionada y otra es eliminar la onda alterna de acuerdo con la corriente a disminuir.

A la primera se le conoce como "control de fase" y a la segunda como "control de cero cruzado". Debido a que en el control de fase se genera ruido, se utiliza principalmente el control de cero cruzado.

2.10. SISTEMA MOTRIZ

El motor del husillo del extrusor tipo husillo es de corriente alterna o directa. Lo importante en este caso es la posibilidad de ajustar la revolución de husillo de acuerdo con la carga o el nivel de extrusión.

Anteriormente se utilizaba frecuentemente la caja de engranes que era un método mecánico, después se evolucionó al motor de corriente directa que permite definir la revolución, dependiendo de la carga y la corriente. Hoy en día el motor inversor es lo más común.

El inversor se refiere a la técnica que consiste en convertir la corriente alterna suministrada en directa, la cual se conoce como el estado pulsátil, posteriormente esto se convierte en la corriente plana (se aplica la técnica de convertidor), se corta a la frecuencia que se desea y nuevamente se desplaza la fase.

Se determina la revolución del motor de corriente directa, de acuerdo con la carga y la corriente. Por lo que tiene la ventaja de no generar sobrecarga, pero requiere del trabajo de mantenimiento en el cepillo. En cambio en caso del motor de corriente alterna no existe este tipo de mantenimiento, pero se presenta el problema de paro o la quemada en caso de sobrecarga, ya que la frecuencia es la que define la revolución. El hecho de controlar la frecuencia, que es la revolución de acuerdo con la carga eliminará este tipo de preocupaciones, permitiendo adecuar la corriente.

En los últimos años se presenta la tendencia de agrandar el motor de inversor y en este momento el motor seguro y ventajoso en comparación con el motor de corriente directa es de hasta 37 Kw.

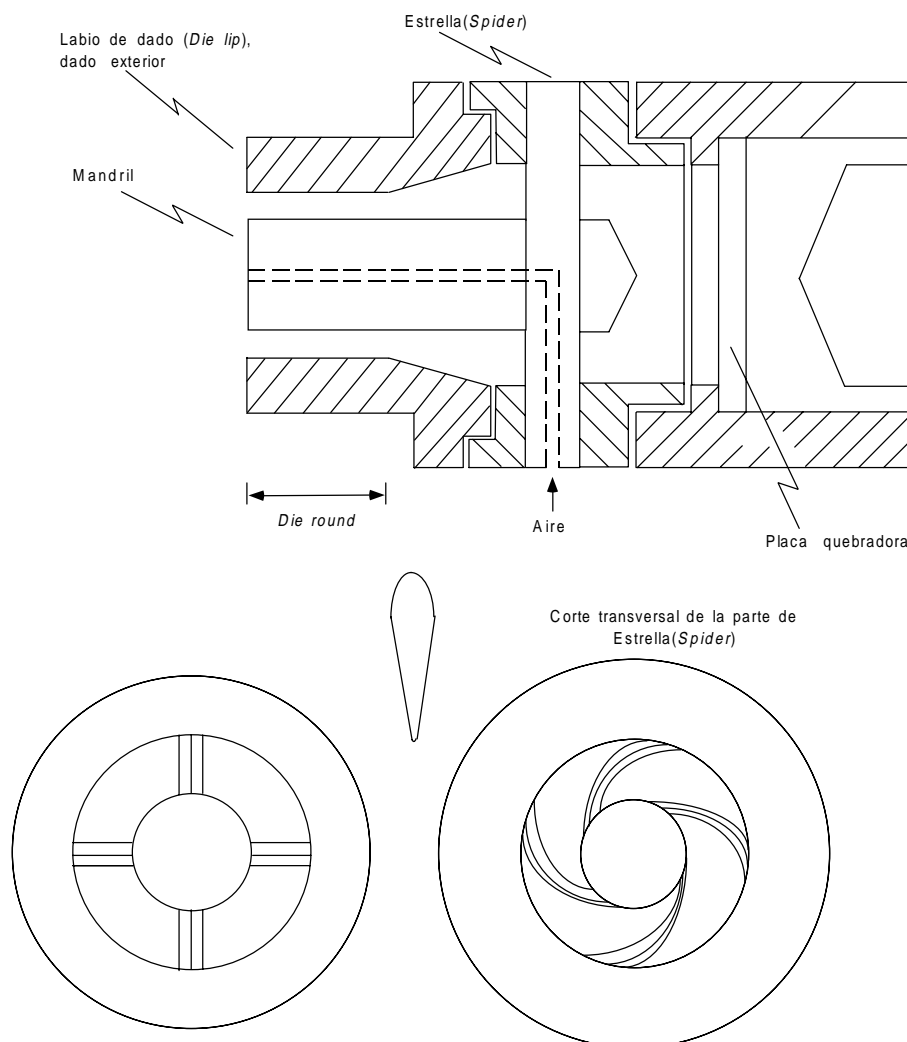
Desviando un poco de tema, en el caso de aplicar al tubo fluorescente, es posible generar la frecuencia alta, por lo que no es necesario utilizar el foco chico además de que se eleva notablemente la eficiencia de radiación.

2.11. BOMBA DE ENGRANES

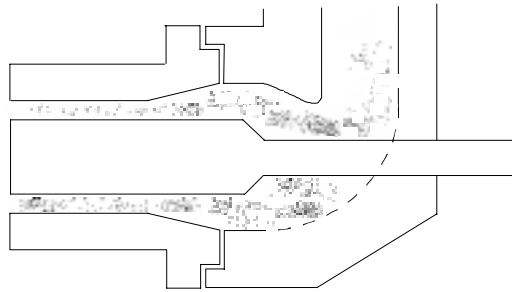
Como una de las desventajas del extrusor tipo mono husillo es inevitable la generación de pulsaciones.

La bomba de engranes es un equipo para enviar flujo a una cantidad específica de acuerdo con el diente de engranaje. Se han venido incrementando los casos en que se coloca la bomba de los engranes entre el dado y el extrusor tipo mono husillo, con el fin de controlar pulsaciones y lograr el moldeo por extrusión en forma más precisa.

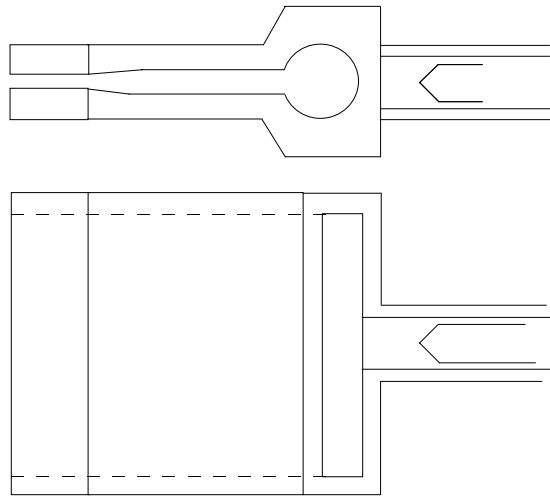
3. DADO PARA EL MOLDEO POR EXTRUSION



Dado tipo Estrella (Spider)



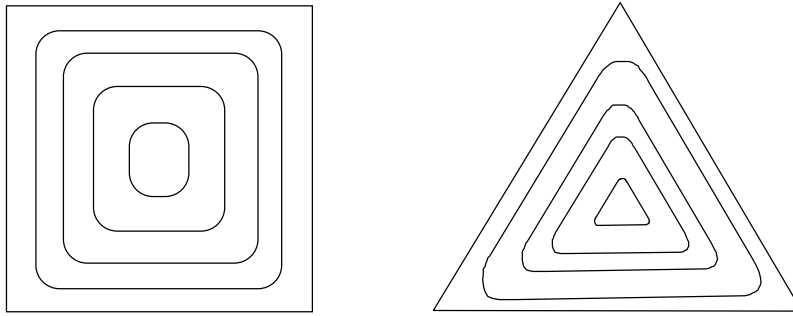
Dado tipo Cruceta



Dado tipo T

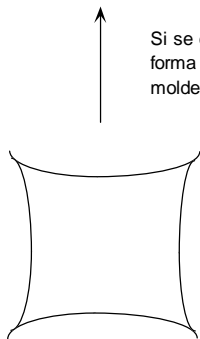
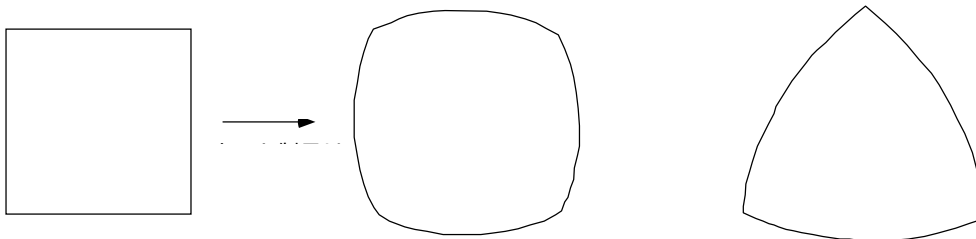
El dado para el moldeo por extrusión se clasifican en el dado básico que es el tipo Estrella (*spider*) que se utiliza para la fabricación del tubo o la manguera, dado tipo *crosshead* (cruceta) y dado tipo T que se utiliza para moldear lámina y película. Sin embargo, para atender las necesidades de fabricar productos de diversas formas y de propiedad, se han venido desarrollando diferentes formas de dado aplicando ideas, las cuales son aplicadas a la práctica.

La parte que define la forma del producto es la forma del labio del dado (*die lip*). Pero por regla general, la temperatura del labio del dado (*die lip*) es menor a la de la resina, por lo que en la realidad existe la resistencia de fricción en el momento en que la resina pasa a *die lip*. Por lo tanto, mientras más cerca esté al centro del flujo de resina, la velocidad de flujo y la densidad de llenado de la resina es mayor, generando la mayor resistencia. En cambio, al acercarse a la parte de derrame, la velocidad es lenta y la densidad de llenado es poca. El dibujo conceptual de la distribución de la velocidad de flujo presenta dicho fenómeno en forma visual. Si se moldea por extrusión la resina desde el labio del dado (*die lip*), cuyo corte transversal es triángulo equilátero o cuadrado, la forma del producto se queda redonda. Es decir, cuando se desea obtener un producto de forma triángulo o cuadrado con línea recta, se requiere moldear con el labio del dado (*die lip*) que tenga concavidad.



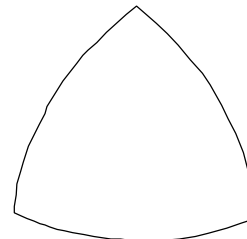
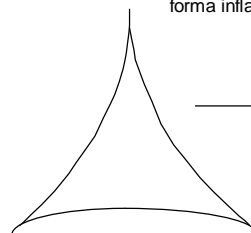
Dibujo conceptual de la distribución de la velocidad de flujo

Al moldear con labio de dado cuadrado, el producto terminado tiene la forma inflada.

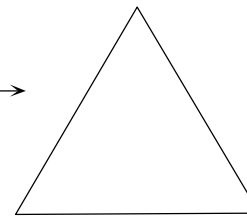


Si se desea obtener el producto de forma de triángulo equilátero, se moldea con labio de dado cóncavo.

Al moldear con labio de dado de triángulo equilátero, el producto terminado tiene la forma inflada.



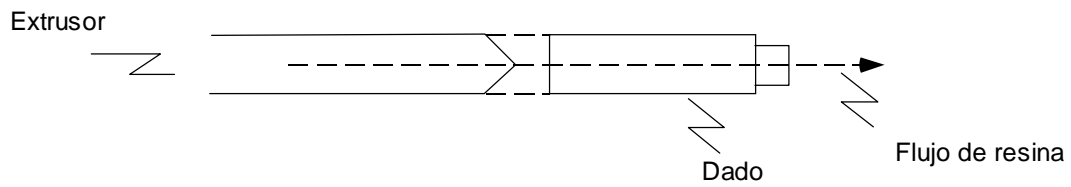
Si se desea obtener el producto cuadrado, el labio de dado tiene que tener una forma cóncava.



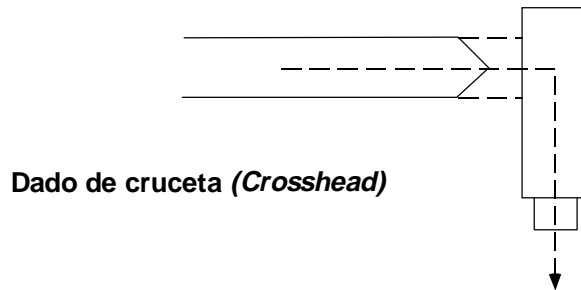
Relación entre la forma del labio del dado y el producto terminado

3.1. UNION DEL DADO Y EL EXTRUSOR

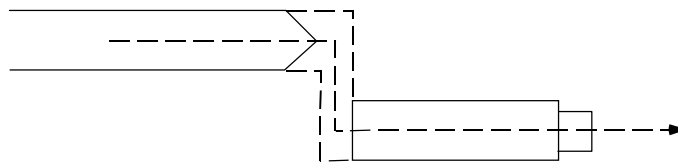
Con respecto a la combinación de la unión del dado con el extrusor, se puede clasificar como se indica en el dibujo; dado de cabezal recto (*straight head die*) que se encuentra colocado con el equipo en forma lineal, dado de cabezal cruzado (*crosshead die*), que cruza con el equipo en forma perpendicular, dado *offset* (*offset die*) que está colocado en la misma dirección de la resina pero deslizado paralelamente al equipo y dado de cabezal ángulado (*angle head die*), el cual se parece a *crosshead die*, pero el ángulo cruzado está más abierto que el perpendicular.



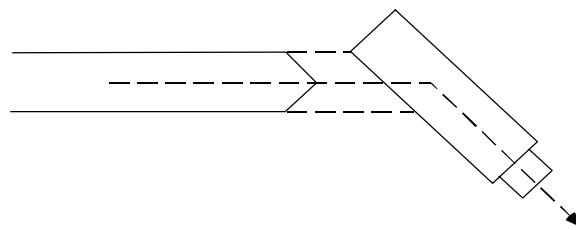
Dado de cabeza recta (*Straight head die*)



Dado de cruceta (*Crosshead*)



Dado *Offset*



Dado de cabezal de ángulo (*angle head die*)

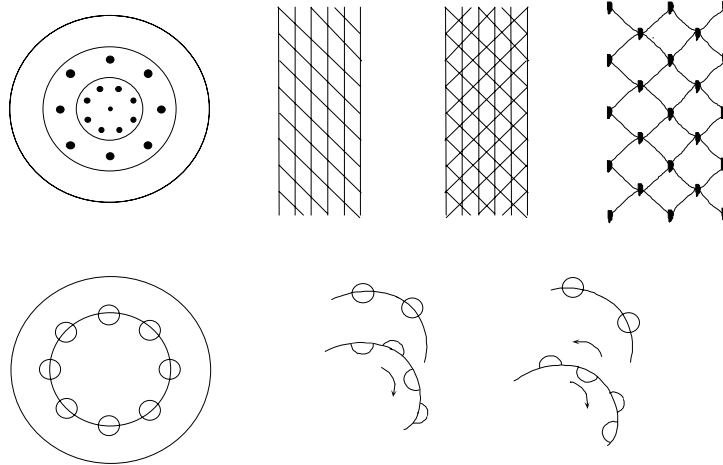
Unión del extrusor y el dado

El dado de cabezal recto se aplica al moldeo de tubos, mangueras y láminas, el dado de cabezal cruzado para la película soplada, película de enfriamiento repentino y mono filamento, el *offset die* para el recubrimiento del cable eléctrico, respectivamente.

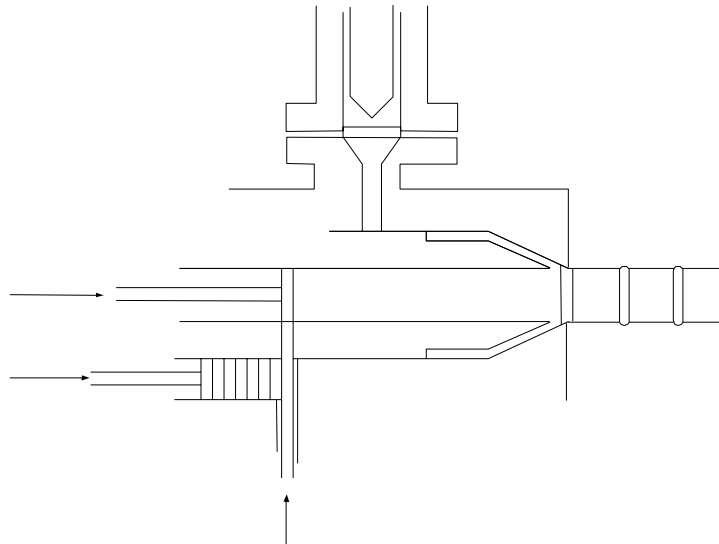
3.2. DADO ESPECIAL

Hace tiempo la definición del moldeo por extrusión era aquel método que consiste en extraer continuamente productos de mismo corte transversal, pero en la actualidad esta definición no siempre es correcta. Si se nombra como "dado especial" al dado que fabrica productos de moldeo por extrusión que no corresponden a dicha definición, existen los siguientes ejemplos de dado:

(a) Dado para extrusión de malla



Dibujo conceptual del dado para extrusión de Malla y el producto terminado



Dibujo conceptual del dado para extrusión de tubo con costilla

Con respecto al moldeo de malla de plástico, se puede clasificar en dos métodos;

Uno consiste en contactar y depositar la resina extraída en forma de filamento alrededor de la salida del dado para formarmalla. El método más representativo es el que están colocados los dados en dos círculos concéntricos y que cada uno puede girar, mover libremente y cuentan con numerosas perforaciones para extraer filamentos. De allí se extraen filamentos, girando y moviendo el dado. En el punto inmediatamente después de extraer filamentos desde el dado, se contacta y deposita mutuamente para obtener mallas.

Otro método es formar la parte de unión de la malla dentro del dado. Para éste existen diferentes maneras de fabricación y el dibujo presentado es uno de los ejemplos. Se extrae resina desde numerosas perforaciones de filamento, cuyo centro se encuentra en la superficie de la unión y se mueve siguiendo a la misma. Se parten filamentos en dos o se queda en uno y es el punto de unión en donde se forma la malla.

(b) Dado de extrusión de tubo con refuerzos (*rib*)

En el dibujo se muestra un ejemplo para poder marcar una unión como de tipo bambú en los producto moldeados por extrusión. Es decir, se inserta intermitentemente una costilla moldeados en forma independiente al producto.

Además de esto existen diferentes métodos como enviar y suspender el suministro de aire comprimido para formar la costilla, insertar el material soplado en lugar del aire comprimido, entre otros.

Con respecto a la costilla que se coloca, no sólo hay de forma perpendicular a la dirección de extrusión, sino que también hay de forma espiral o hélice a dicha dirección.

(c) Otros

En un sentido amplio se incluye a la clasificación del dado especial el método para colocar figuras indefinidas, utilizando diferentes colores del material, fabricación de productos por soplado con costilla interior como el caso de la caja de cartón, figuras para la manguera flexible o la integración del material de refuerzo.

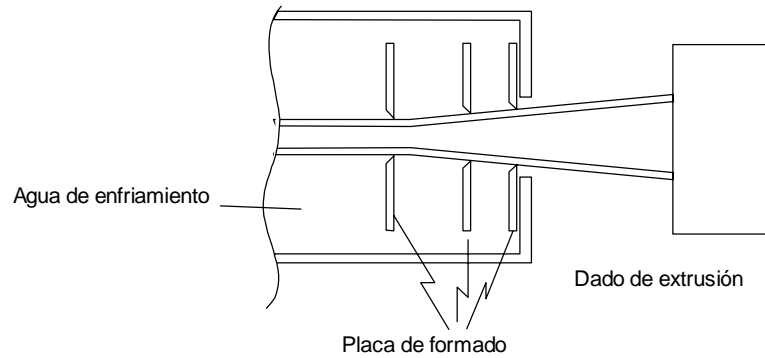
En los últimos años se práctica la extrusión deformada en la tercera dimensión que consiste en alargar o acortar periódicamente y mover una parte específica.

4. DADO FORMADOR Y EQUIPO DE ENFRIAMIENTO

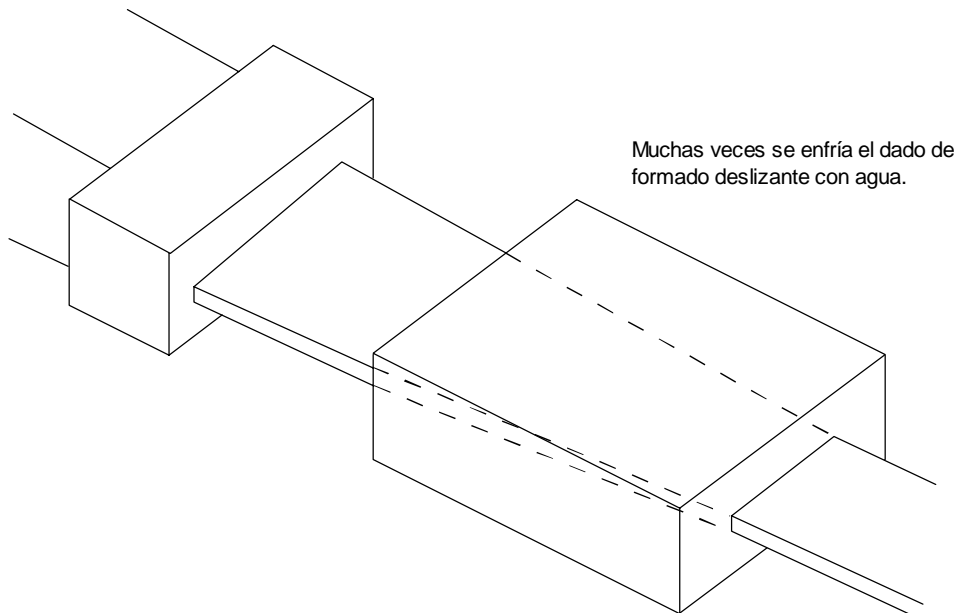
Dentro del moldeo por extrusión hay productos que no tiene relación con el dado formador (*sizer*), pero la mayoría de los productos por extrusión que sabemos son el fruto obtenido del dado formador. Por que éste se refiere a todos aquellos dispositivos utilizados durante el proceso en que se va formando y enfriando la resina que sale del labio del dado.

Asimismo se aplica frecuentemente el enfriamiento con agua para enfriar la resina que sale del labio del dado. Pero hay muchos casos que se aplica el enfriamiento por aire o por ventilador. En los últimos años también se aprovecha un máximo posible el calor de vaporización en vacío (a través de la reducción de la presión).

4.1. DADO FORMADOR TIPO PLACA



Dibujo conceptual de del formador tipo placa



Dibujo conceptual del formador deslizante

Dentro del dado formador el mecanismo más sencillo es el tipo placa (*sizing plate*), el cual se utiliza para tubos y productos sólidos.

Se adecua la lámina de latón, bronce o de acero inoxidable a la forma del producto, se coloca una o varias láminas con orificios de mayor a menor tamaño en un tanque de agua de enfriamiento y se va moldeando, cerrando el orificio.

4.2. DADO FORMADOR DESLIZANTE

Este dado es aplicado frecuentemente a los productos tipo lámina, cuyo espesor es relativamente uniforme. Hay ocasiones en que se utiliza el dado sumergiendo directamente al tanque de agua para enfriamiento y a veces se coloca el orificio para hacer circular el agua para enfriamiento.

Es posible mantener cierta distancia y moldear continuamente debido a la forma del dado, por lo que si no se aplica el enfriamiento rápido para moldear, se puede obtener productos que tienen relativamente poca deformación interior.

4.3. FORMADO CON PRESION DE AIRE

Para moldear productos por soplado como tubo, es necesario moldear con la aplicación de la presión interior en el punto en donde sale del labio del dado. Esto se hace colocando un tapón en la salida del soplado de producto. Dicho tapón debe estar sostenido, con la tensión desde la punta del diámetro interior (mandril) del dado.

4.4. EQUIPO DE ENFRIAMIENTO

Se había mencionado en los párrafos anteriores que se utiliza enfriamiento en caso del dado formador. Se utiliza muchas veces el tanque de agua como el equipo exclusivo para el enfriamiento. Pero el hecho de mover productos sumergidos con la parte superior del tanque abierto no sólo baja el efecto de enfriamiento, sino que genera el enfriamiento disperejo. Por lo tanto, se han desarrollado diferentes métodos para resolver este problema.

Uno de ellos consiste en el método de regadera en que se aplica agua desde la parte superior e inferior, derecha e izquierda. También se practica últimamente el método de cerrar herméticamente el espacio, bajando la presión con el fin de fomentar la vaporización de agua y favorecer el enfriamiento.

Por otra parte, la colocación fija de la regadera podría provocar la aplicación no uniforme de agua, por eso también se practica el método de aplicación de agua desde el interior del anillo, girándolo a la media vuelta y pasar producto dentro de éste.

5. MOLDEO POR EXTRUSION DE TUBO O MANGUERA

El moldeo de tubo y manguera se hace por moldeo por extrusión y el volumen de producción es muy alto, por lo que se encuentra avanzada la automatización de este proceso (Véase el dibujo de la página 2).

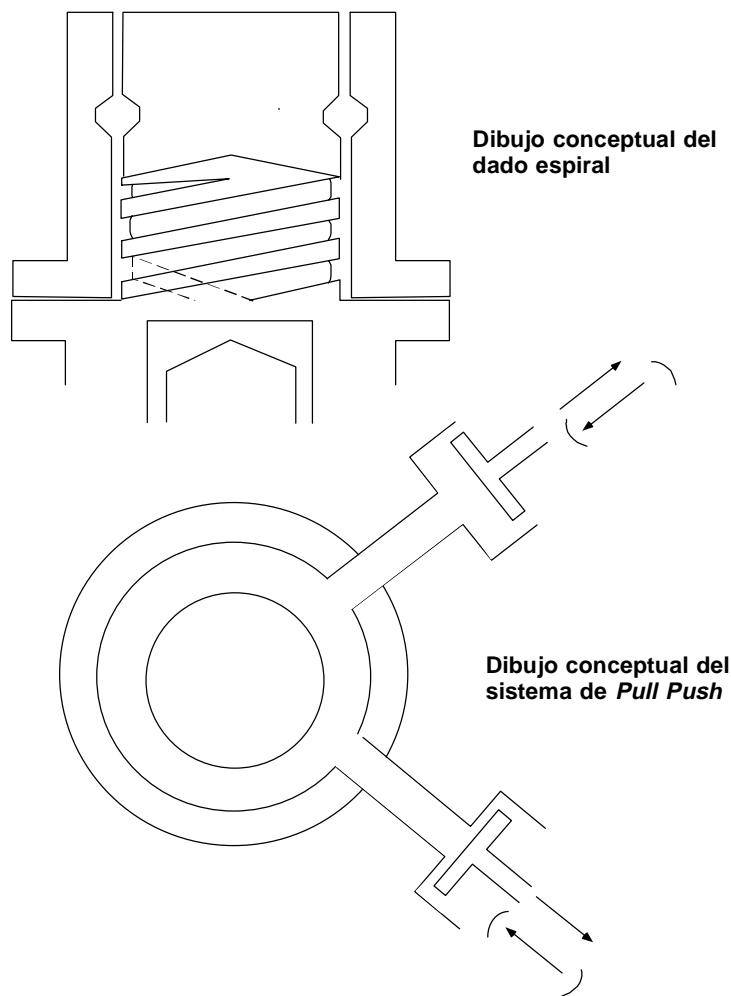
El extrusor que se utiliza en estos productos es el tipo mono husillo y el tipo multihusillo en multiaxial (básicamente doble husillo). El extrusor de doble husillo se emplea por regla general para el moldeo de PVC rígido en polvo.

Generalmente se usa el tipo mono husillo para otras resinas como PE, PVC blando o PVC rígido compuesto en pellet.

5.1. DADO

(Véase los dibujos de las páginas 13, 14, 16)

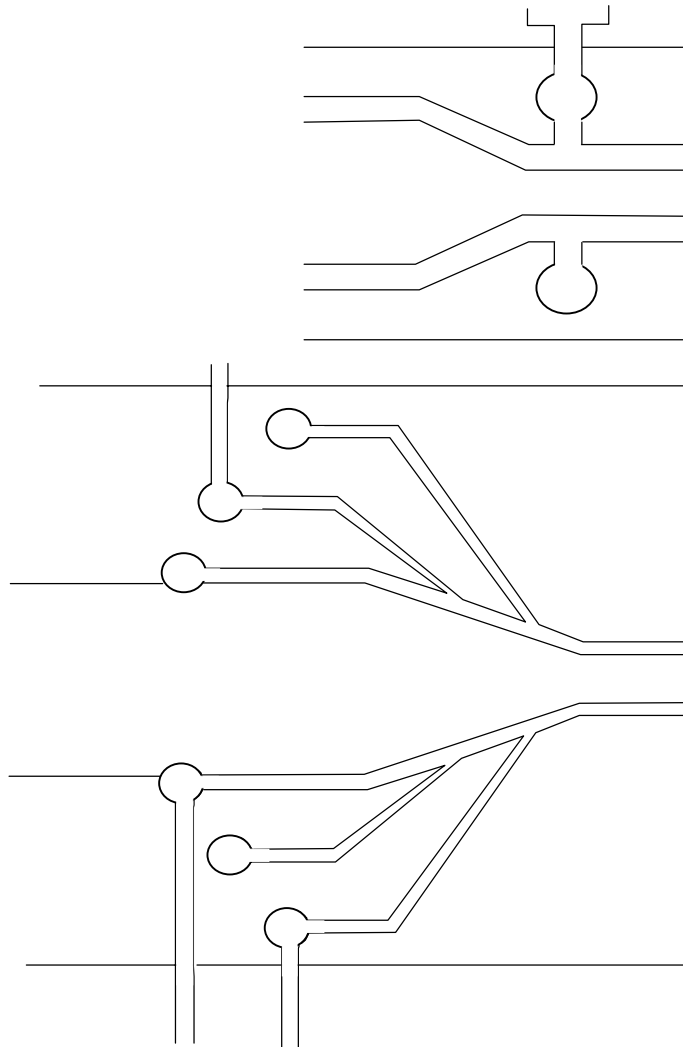
En los párrafos anteriores se presentaron las 4 formas de unión del dado con el extrusor, las cuales son aplicadas según la situación y el producto a fabricar. En caso del tubo o la manguera por soplado, común y sencilla, se emplea frecuentemente el dado de cabezal recto (*straight head die*) donde se colocan el dado y el equipo en forma lineal. Con respecto al dado en sí, existen el tipo *estrella (spider)* y el tipo *cruceta (crosshead)*, pero en caso de aplicar al dado de cabeza recta, es más común el uso del tipo *estrella (spider)*.



Al utilizar el dado tipo *crosshead* se genera el problema notable de soldadura, se emplea el sistema de jalar-empujar. Generalmente se puede aplicar el dado *estrella (spider)* para evitar el problema de línea de unión. Pero en la realidad no se observa el caso de la aplicación del sistema de jalar-empujar en la práctica, además el dado *estrella (spider)* es utilizado para el moldeo por soplo y no es muy común para el moldeo de tubo y manguera.

5.2. DADO PARA TUBO DE MULTICAPAS

Se refiere al dado que se utiliza para moldear tubos de multicapas, cuyo color o material es diferente. Se utiliza el extrusor independiente por color o por material y básicamente éste cuenta con la estructura del dado tipo cruceta.



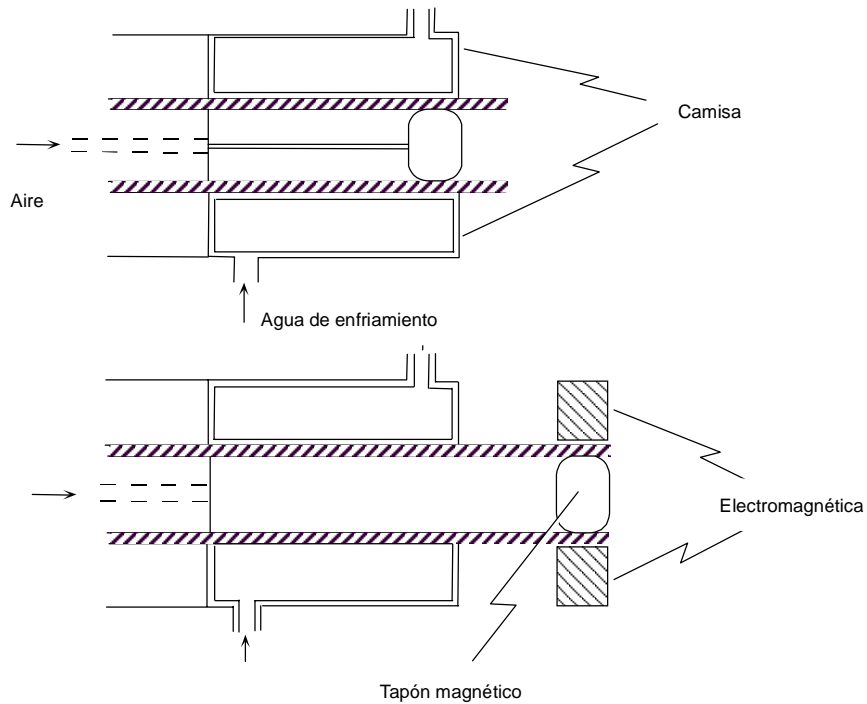
Dibujo conceptual del dado para tubos con multicapas

5.3. SIZING Y ENFRIAMIENTO

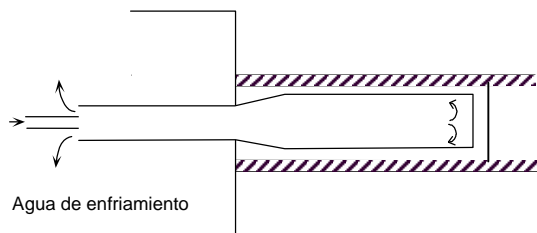
Generalmente se emplea el tipo plato formador debido a que la forma del producto es muy simple. Anteriormente era muy común el tipo inmersión para el enfriamiento, pero en los últimos años se ha venido diversificando el modelo como el tipo regadera fija, tipo regadera giratoria en forma de anillo o el aprovechamiento de calor de vaporización usando presión baja.

5.4. DEFORMADOR CON APLICACION DE LA PRESION

Se compone de una camisa conectada directamente con el dado y que es enfriada con agua y se utiliza un del tapón para cerrar la abertura del tubo.



Dibujo conceptual del formador de



Dibujo conceptual del mandril (sizer) de enfriamiento interior

El tapón está sostenido del dado de tal manera que se tapa la abertura del tubo de con una barra. Se utiliza a veces la piedra magnética para sostener el tapón.

Mientras esté cerrada la abertura, se suministra aire, se aplica la presión interior para el trabajo de extrusión.

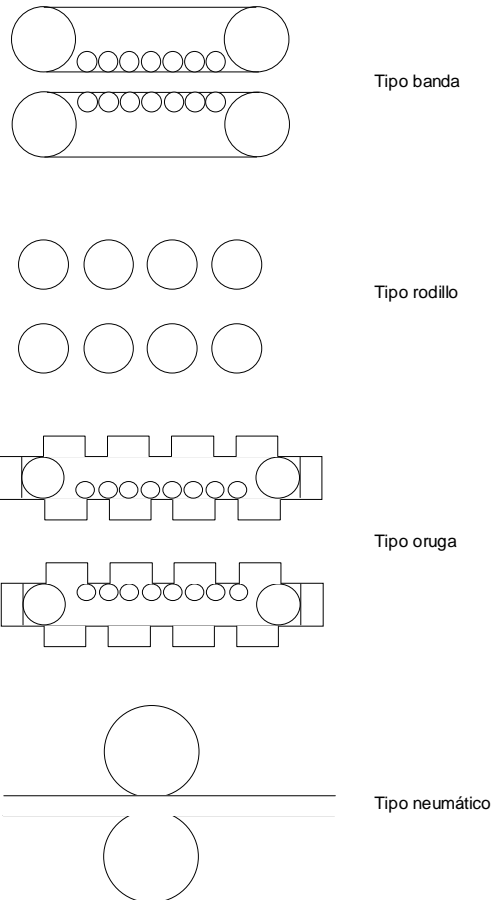
5.5. MANDRIL (SIZER) PARA EL ENFRIAMIENTO INTERIOR

Se refiere a la pieza en que se prolonga el mandril hasta el exterior de labio del dado con el mecanismo de enfriamiento con agua en el interior.

Se puede considerar esta parte como dado formador (*sizer*), ya que se moldea en la parte interior.

Se aplica sólo para aquellos casos que requieren de precisión en el diámetro interior del producto.

5.6. EQUIPO DE TRACCION



Diferentes tipos de tracción

Se requiere de la adecuada tensión y la velocidad sin variaciones de tracción. Por lo tanto, la velocidad de tracción debe ser ajustable. Existen varios tipos del equipo de tracción y a continuación se enumeran los más representativos;

- (a) Tipo banda: Se colocan dos bandas planas en forma paralela. La presión de contacto es principalmente mecánica, pero hay algunos en que se utiliza agua a presión.

- (b) Tipo rodillo: Se aplica la presión adecuada para la tracción básicamente desde la parte superior e inferior. A veces se aplica la presión desde 3 ó 4 direcciones diferentes o bien desde varios puntos hacia la misma dirección.
- (c) Tipo oruga : En caso del tipo banda y el rodillo se aplica la presión al material desde ciertos puntos. En caso del tipo oruga, tiene la característica de poder aplicar la presión en forma lineal hacia la dirección de la tracción.
- (d) Tipo neumático: Se realiza la tracción al material por medio de una llanta con aire. La presión es determinada por la concavidad de la llanta.

5.7. CORTADOR

Generalmente el cortador se encuentra colocado encima del carro que se mueve en coordinación con la velocidad de extrusión del tubo. Al llegar el tubo a la longitud previamente definida, el cortador se mueve de acuerdo con la velocidad de movimiento del punto indicado para culminar el corte.

Dentro del método de corte, existe el método en el que se corta todo el tubo, utilizando la sierra redonda y el método en que se corta sólo el espesor, girando alrededor del tubo.

Es común aplicar el método guillotina para el material relativamente blando.

5.8. ENROLLADO

Se aplica el enrollado a los tubos en general y los de material blando, cuyo grosor no es tan grande.

Existen el tipo vertical y el horizontal en el equipo de enrollado y se utilizan ambos. Hay equipo de enrollado con motor, mientras que el equipo compacto que gira solo por la fuerza de tracción.

Se considera que el diámetro de enrollado estándar es de 25 veces mayor del diámetro exterior del tubo.

5.9. CONTROL AUTOMATICO DEL ESPESOR

Anteriormente se realizaba la medición del espesor del producto después del corte y se hacía el ajuste del espesor de acuerdo con el resultado de la medición cada vez que sea necesario, parando el moldeador en un intervalo.

Sin embargo, el desarrollo del aparato de medición por ultrasonido permitió realizar la medición de espesor en el momento de salir el material desde el tanque de agua de enfriamiento en el tiempo real. Por lo que se puede ajustar el espesor de producto sin parar el moldeador.

Durante la fabricación del dado, previamente se divide el rango del ajustador de temperatura (generalmente se divide en 8) ubicado en la boquilla del dado, para poder ejecutar el ajuste para un intervalo pequeño. Es decir, si el espesor es mayor al deseado, se incrementa la temperatura necesaria que corresponde a esa parte. (si el espesor es pequeño, se disminuye la temperatura.) Entonces la resina fluye de acuerdo con el incremento de la temperatura, se dispersa y se forma más delgada de tal manera que el espesor quede uniforme.

6. MOLDEO POR EXTRUSION PARA LAMINA Y PELICULA PLANA

El criterio para diferenciar entre la lámina, película y la placa no es tan preciso. En el caso de Japón, el Estándar Industrial del Japón (conocido como JIS) clasifica que el material cuyo espesor es más de 3 mm es la placa, de 0.2 a 3 mm es la lámina y menor de 0.2 mm es la película, respectivamente.

Pero en la realidad, consideramos como "placa" un material con mucha rigidez, a pesar de que su espesor es menor a 3 mm. De igual manera si se trata de un material cuyo espesor es menor a 0.2 mm, pero no tiene la suavidad, no lo consideramos como "película".

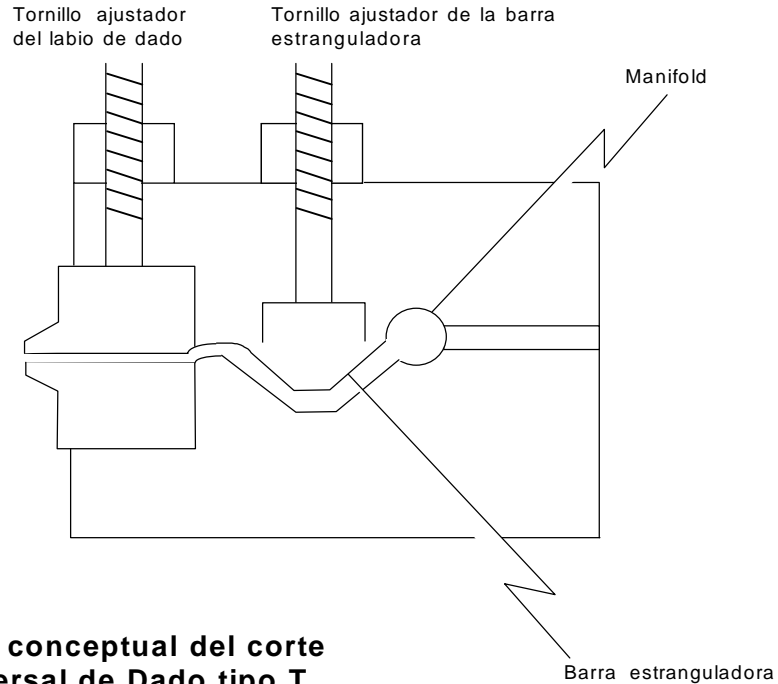
Es decir, no existe una clasificación precisa sobre estos tres materiales, además hay muchos puntos en común para el método de fabricación de los mismos.

6.1. DADO

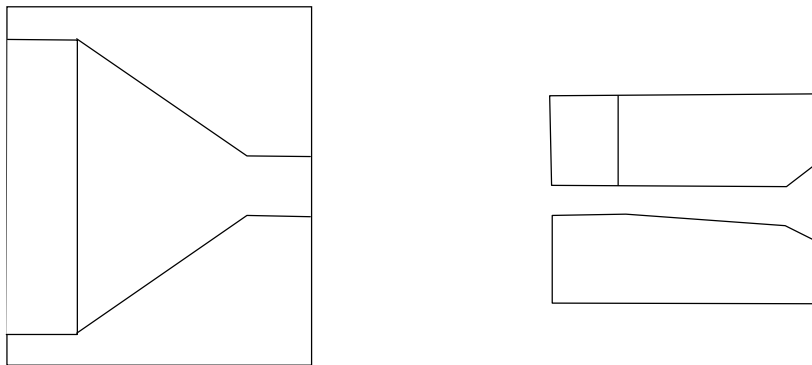
Se puede clasificar en dos métodos : uno consiste en utilizar el dado similar al que se emplea en el moldeo para los tubos o por soplado, el cual se conoce como "dado circular", se moldea en forma cilíndrica, se abre con un corte vertical para aplanar y otro que se usa el dado plano (*flat die*), que moldea en forma plana desde el inicio.

Con respecto al dado circular, ya se había mencionado en el inciso que se trató del tubo y también se mencionará en el de moldeo por soplado, por lo que en este capítulo se hablará principalmente acerca del dado plano (Véase el dibujo de la página 14).

En los párrafos anteriores se mostró el dibujo conceptual del dado T como un ejemplo del dado plano y ahora se presentará el dibujo del corte transversal del mismo.



Dibujo conceptual del corte transversal de Dado tipo T (dato manifold)



Dibujo conceptual del dado de cola de pescado

La resina enviada al dado a través del equipo de extrusión pasa por la vía de flujo de la resina y es depositada al distribuidor (*manifold*). El ancho del distribuidor es diseñado igual que el de labio del dado, con el fin de unificar la presión y la velocidad de flujo que dirige a labio del dado. Sin embargo, en este momento tanto la presión como la velocidad alrededor de la entrada del flujo al distribuidor es grande y es inevitable la tendencia de la reducción de la presión y la velocidad en los puntos extremos. Por lo tanto, como siguiente etapa, se ajusta el flujo, cerrando o abriendo la barra estranguladora, la cual permite realizar el ajuste en un intervalo de unos centímetros. Como se ajusta el flujo en la manera antes mencionada, el ajuste final en labio del dado consiste en simplemente el control de espesor.

El dado de cola de pescado (*fish tail die*) es un dado plano con una estructura relativamente simple.

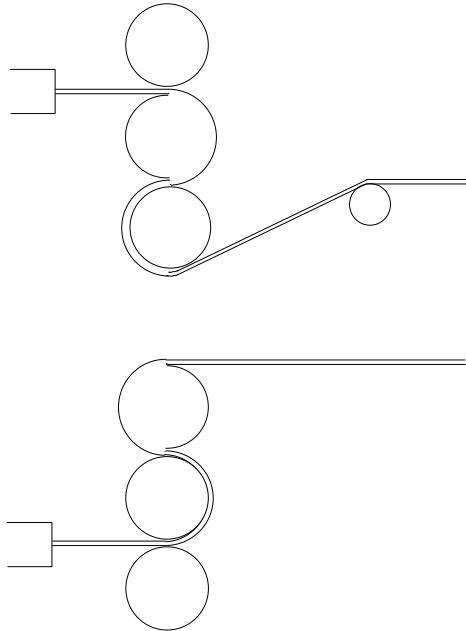
Además de lo mencionado, hay diversos tipos de dado como son ; *coat hanger die*, cuya estructura es entre el dado T y el dado de cola de pescado, el dado tipo husillo, el cual está colocado un husillo en el distribuidor del dado T.

En caso del dado plano el ancho es fijo, por lo que cuando se desea fabricar un producto, cuyo ancho es más pequeño, es necesario moldear, tapando la salida de la resina. A esto se le denomina como “degradación” y al tapar desde el interior de la salida se conoce como “degradación interior”, mientras que al tapar en la salida se conoce como “degradación exterior”.

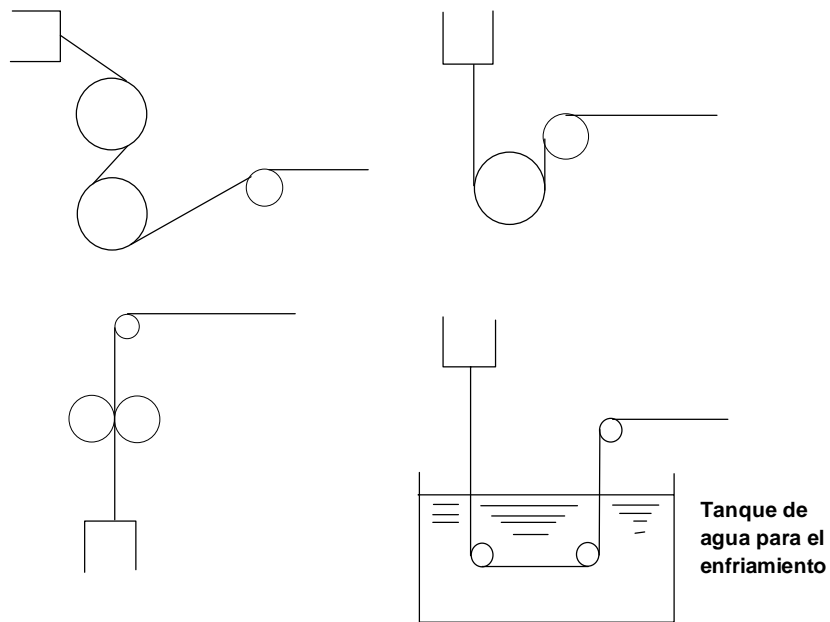
6.2. RODILLO PULIDOR (*PULISHING ROLL*) Y RODILLO DE ENFRIAMIENTO

En el dibujo se presenta la forma básica del rodillo de enfriamiento junto con el rodillo pulidor. La lámina que sale del dado plano es pulida por medio de este rodillo y al mismo tiempo se enfría. Por otra parte, la película moldeada en el dado plano tiene la mejor calidad y la transparencia en comparación con la de la película por inflación , además de que la velocidad del moldeo es mucho más alta. Esto es por dicho sistema de enfriamiento.

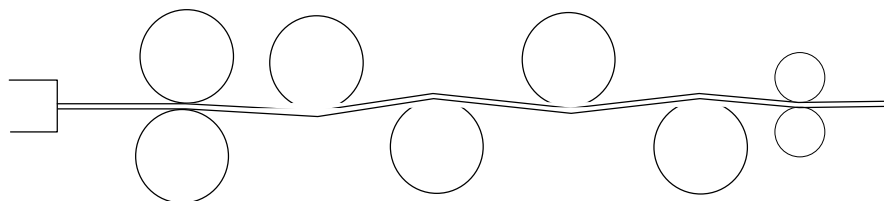
Cuando se enfría una lámina gruesa, se necesita tomar en cuenta la velocidad de enfriamiento, para que quede esfuerzos interiores.



Dibujo conceptual del modelo básico de rodillo pulidor



Película



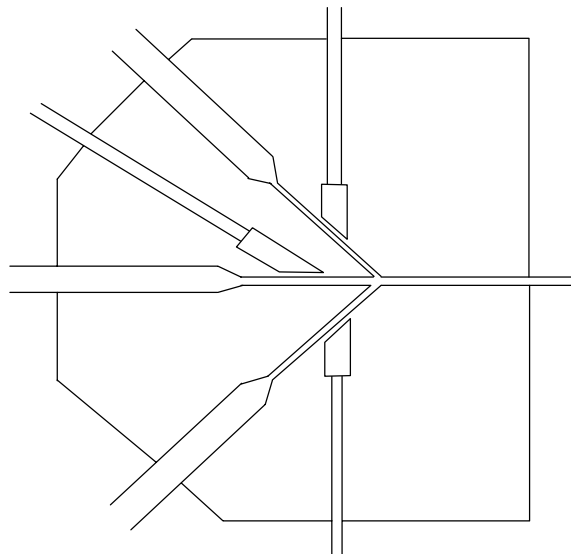
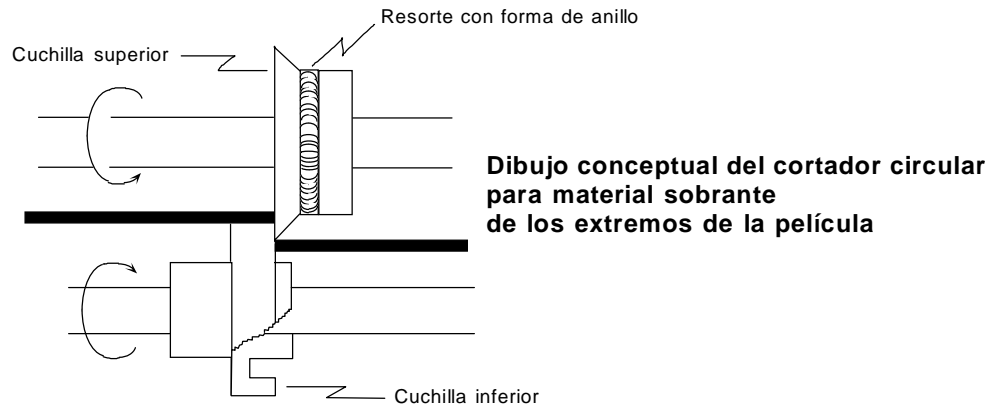
Lámina

Dibujo conceptual del modelo básico del rodillo de enfriamiento

6.3 CORTE DEL MATERIAL SOBRANTE

Los extremos de la lámina o la película que sale del dado plano no son uniformes y generalmente se realiza un corte de 10 a 25 mm. Este trabajo se conoce como “corte del material sobrante”.

Como cortador del material sobrante el más común es el cortador circular presentado en el dibujo.



Dibujos conceptuales del dado plano para moldear lámina de multicapas

Anteriormente el material sobrante cortado fue enrollado y tratado en forma separada, pero actualmente se retorna directamente al equipo de extrusión.

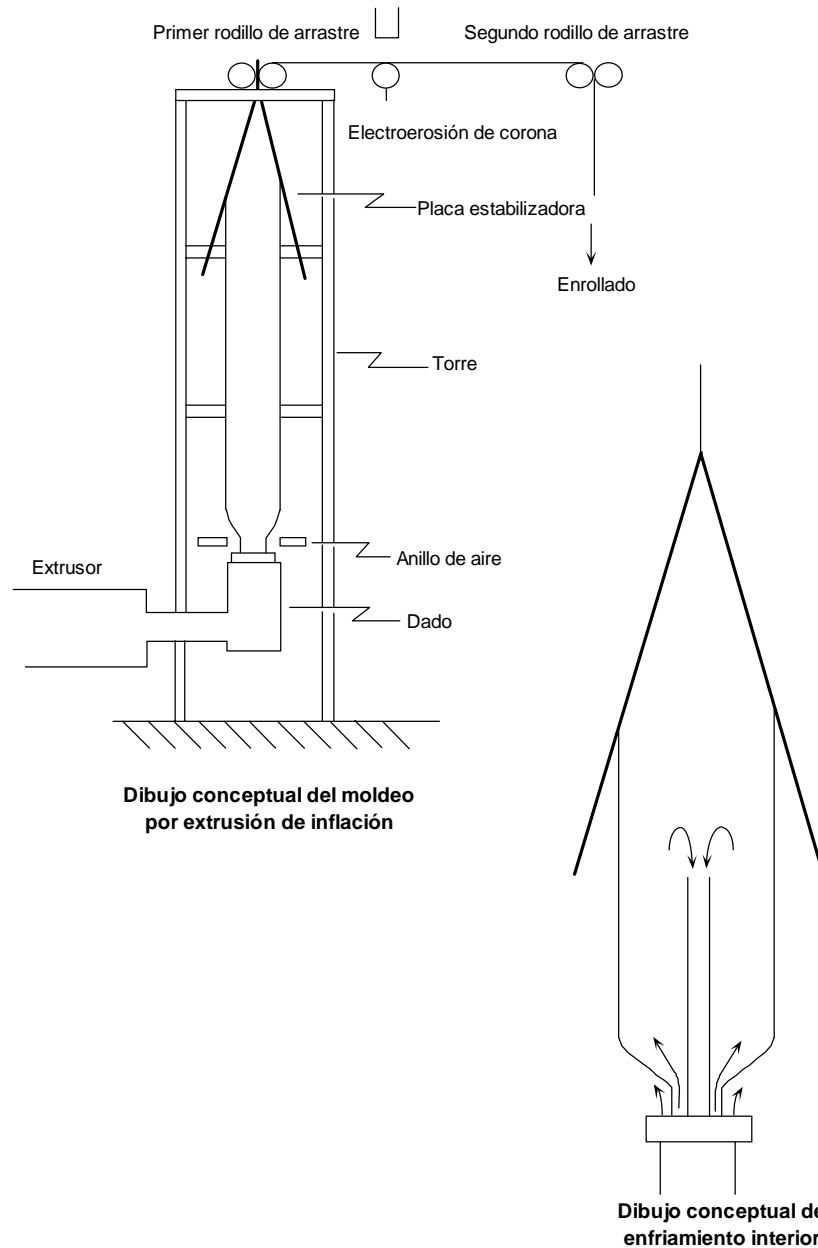
6.4. MOLDEO DE MULTICAPAS

Se están fabricando volúmenes altos de productos tipo película y lámina. En el dibujo se presenta el ejemplo del dado plano para la fabricación de lámina de este carácter.

6.5 OTROS

La tracción se realiza por medio de dos rodillos de hule simétricos y el método de corte común es el de guillotina. Se aplica el método de enrollado para los productos relativamente delgados y blandos.

7. MOLDEO POR EXTRUSION DE PELICULA SOPLADA



Se consume una gran cantidad de la película de extrusión obtenido por el método de soplado en forma del material de empaque como “bolsa”, ya que esta película permite obtener productos cilíndricos. Asimismo este método de moldeo tiene la ventaja de poder atender relativamente fácil al cambio del estándar de producto como son; espesor y diámetro de doblez, además el precio del equipo es más económico que el de moldeador plano para fabricar película. [Se conoce como el método de la película tubular (tubular film) o el de la película por soplado (*blow film*)].

7.1. DADO

Según la dirección del dado para soplar la película, existe el dado hacia la dirección superior, el inferior y el horizontal. La más común es el dado hacia la dirección superior.

El dado con salida hacia la dirección inferior se aplica a la fabricación de película con el enfriamiento rápido, utilizando el tanque de agua.

El dado con salida hacia la dirección horizontal se emplea para la fabricación de la película por soplado.

Dependiendo de la situación en que se presenta, se selecciona el dado tipo *estrella (spider)*, el tipo *cruceta (crosshead)*, o el espiral. Se produce una gran cantidad de productos de multicapas, los cuales son fabricados por medio del dado de mismo nombre.

7.2. CUIDADO A LA DEFORMACION

Generalmente la película soplada es enrollada para obtener la forma de rollo, o bien se enrolla con una placa y se ata en forma doblada.

En este caso si se moldea a través de un moldeador tipo fijo, podría provocar parcialmente la deformación y tiende a inflar en algunas partes del producto enrollado o atado o puede provocar la concavidad en él. Se le llama este fenómeno “tener hueso o músculo” o “*gage band*”. Este no tiene buena presentación, además podría ser causante de defectos en la impresión del producto.

Por lo tanto, se ha venido desarrollado diferentes medidas para resolver esta situación.

La principal causa de la falla denominada como “hueso”, “músculo” o *gage band* es el espesor no uniforme. Si se puede fabricar un producto, cuya tolerancia es cero, no existiría el problema, pero esto será imposible. La falla antes mencionada es provocada debido a que se concentra el punto positivo o el negativo en el mismo lugar. Por lo tanto, el enfoque para resolver la falla está en cómo dispersar la parte deforme a otros puntos.

- (a) Movimiento giratorio del diámetro exterior o interior del dado
- (b) Movimiento giratorio del anillo de aire (para el enfriamiento)
- (c) Movimiento giratorio del rodillo de arrastre o el equipo de enrollado
- (d) Movimiento giratorio de la parte del moldeador incluyendo el dado

Se utiliza ampliamente cualquier de los métodos antes mencionados, excluyendo el inciso (d). El movimiento giratorio no siempre tiene que ser completo, sino también puede ser el movimiento alternativo.

7.3. EQUIPO PARA AJUSTAR AUTOMATICAMENTE EL ESPESOR

Como se logró desarrollar el ajuste automático del espesor en caso de tubo, se encuentra en el proceso de desarrollar el ajuste automático del espesor, en particular los productos de espesor grueso en caso de la película de soplada.

En caso del tubo, se cumplió el objetivo a través del ajuste de la temperatura del calentador divisor integrado en labio del dado. En caso del moldeo por soplado, se hace por medio del anillo de

aire (para el enfriamiento). Es decir, se divide la salida de aire del anillo de enfriamiento en varias secciones y cada una cuenta con la función de ajustar el aire (generalmente la función del cierre).

Por otra parte, se utiliza ultrasonido para la medición de espesor en un punto inmediatamente antes de que la película sea doblada por la placa de guía. Según el resultado obtenido en la medición, si existe el punto positivo en el espesor, se cierra la boquilla del enfriamiento de aire correspondiente a ese punto para disminuir la cantidad de aire. En consecuencia, se eleva la temperatura de ese punto, se expande la resina para hacer más delgada.

7.4. OTROS

A la placa estabilizadora se le llama también la “placa de guía”. Esta tiene la función de doblar gradualmente la película que se viene elevando en forma circular y guiar al rodillo de arrastre. En este caso, si se trata de la resina relativamente dura como son ; PVC rígido, PE de alta densidad o PS y se desea soplar para obtener producto grueso, tiende a generarse arrugas. Asimismo si se desea soplar la resina blanda como PVC blando para obtener producto grueso, también se generan fácilmente arrugas por razones distintas. Por lo tanto, se ha venido desarrollando el material y la estructura de la placa estabilizadora.

Con respecto al rodillo de arrastre, el primer rodillo tiene la función de controlar la velocidad de elevación y evitar la fuga de aire. El segundo rodillo funciona para recibir la película desde el primer rodillo y permite enviar la misma a una tensión adecuada, de tal manera que pueda funcionar correctamente el equipo de enrollado. En caso de ser necesario un tratamiento previo como la electroerosión de corona, se hace entre el primer y el segundo rodillo de arrastre.

8. MOLDEO POR SOPLADO CON BIORIENTACION DE LA PELICULA

Cuando el material plástico es moldeado por soplado biaxial en forma mecánica bajo la temperatura menor al punto de fusión, las moléculas se afilan hacia la dirección del moldeado por soplado, formando un estado denominado como “orientación”.

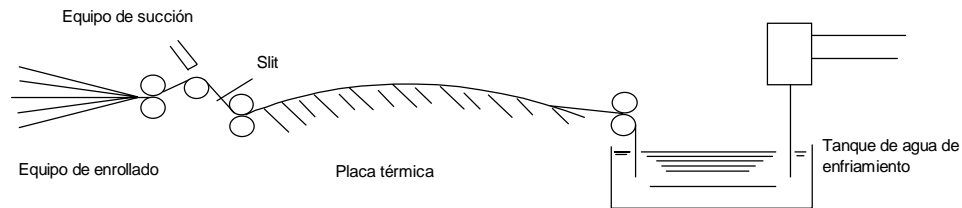
Existen dos métodos para generar el estado de orientación :Método de moldeado por soplado mono axial que consiste en afilar las moléculas hacia una sola dirección y el método de moldeado por soplado biaxial que consiste en afilar las moléculas a las dos direcciones que son horizontal - vertical y perpendicular.

Cuando se presenta el estado de orientación a través del moldeado por soplado, se genera un cambio físico mínimo como el incremento de la transparencia en caso de la resina de tipo amorfo. Pero en caso de la resina tipo cristalio, se presenta un cambio físico notorio, es decir, se eleva drásticamente la resistencia en la dirección de la orientación, al mismo tiempo baja la resistencia en la dirección perpendicular a la de orientación y resulta muy frágil y fácil de agrietar.

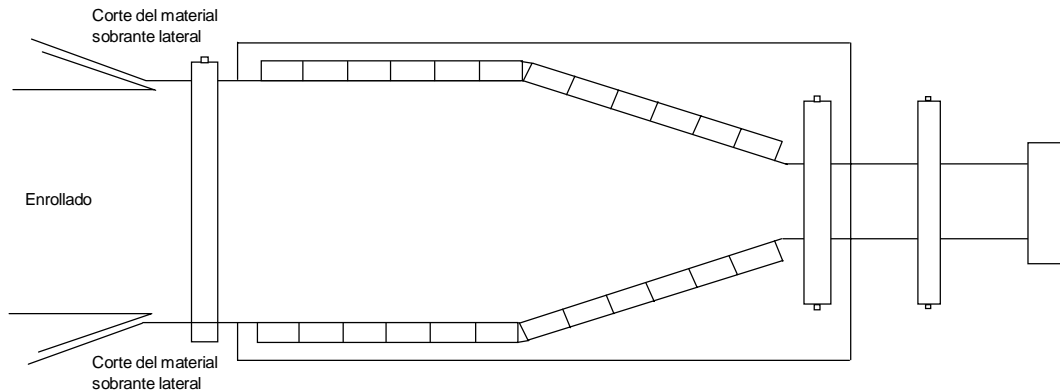
Al laminar la resina clistalina a la dirección perpendicular, se puede obtener una película buena que posee la resistencia equitativa en ambas direcciones. El hecho de moldear por soplado en dos direcciones perpendiculares se conoce como orientación biaxial.

Cuando se aplica calor a los productos con orientación, se genera el movimiento de retorno a la forma original, presentando el fenómeno de contracción. Por lo tanto, si se desea aplicar como película encojible, o bien no se va a utilizar bajo temperatura alta, se emplea la forma original. Para evitar la contracción con temperatura alta, existen métodos como *heat set* que es mantener la temperatura alta durante un lapso de tiempo, aplicando el esfuerzo o el recocido en que se aplica el tratamiento térmico a una temperatura menor a la de deformación térmica.

8.1. ORIENTACION MONO AXIAL



Dibujo conceptual del equipo para fabricar hilo de hendidura (*Slrit yarn*)



Dibujo conceptual del equipo para fabricar película con orientación biaxial

A grandes rasgos, se puede clasificar en la cinta estrech (*stretched tape*) e hilo de hendidura (*split*) [fibra hendidura o hilo *slit*]. Principalmente la materia prima son los poliolefinos. Hay diferentes tipos de la cinta estrech como son; policinta que se utiliza para atar, polilazo que son para atar en forma más estética y la polibanda que es utilizada para embalaje relativamente pesado.

El hilo de hendidura es primero enrollado y posteriormente se teje para ser utilizado como costal.

Como un ejemplo poco común de la cinta estrech tipo mono axial, existe el producto, cuya peculiaridad de ventas consiste en la facilidad de desmenuzarse hacia la dirección horizontal. Esto es el fruto de la aplicación del moldeo por soplado a esta dirección.

8.2. ORIENTACION BIAXIAL

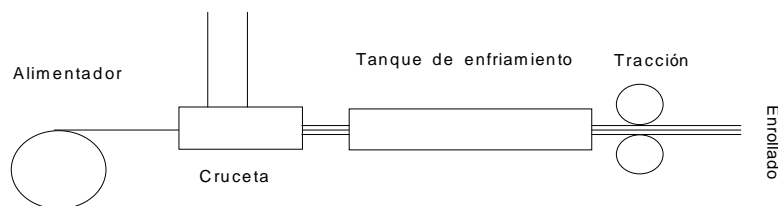
En los párrafos anteriores se había comentado de que al moldear por soplado las resinas cristalinas a dos direcciones; horizontal - vertical y perpendicular, se puede obtener un producto cuya resistencia es muy equitativa. Se emplean diversos materiales como son; resina de

polietilentereftaleto (PET), poliolefina, principalmente la resina de polipropileno, PVC rígido, así como fluoruro de vinilideno.

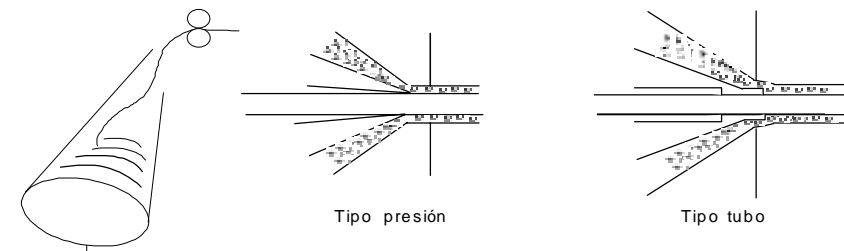
Dentro del método de orientación biaxial, existen la simultánea y la consecutiva que se expande primero a una dirección y posteriormente a la otra dirección, pero no varía la propiedad física del producto terminado en ambos casos. El aumento de orientación es de 2.5 a 4 veces por axial y el estándar es de 3 veces.

En el dibujo se presenta el tipo de orientación con uso de la película plana y que se recoge el material sobrante lateral para moldear. Hay otro tipo de orientación biaxial simultánea que utiliza el dado circular, se forma un tubo por medio del moldeo por soplado, se expande hacia la dirección vertical y se infla aire dentro de las burbujas moldeadas.

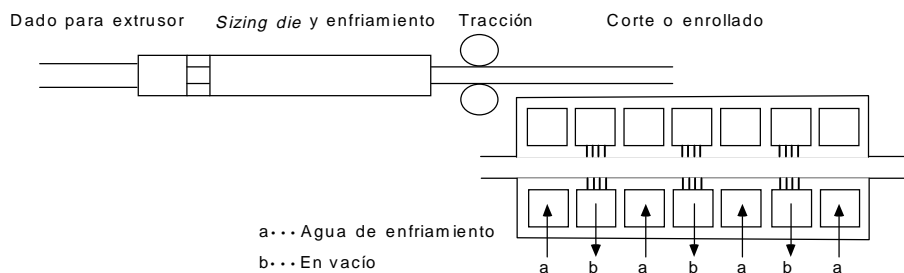
9. RECUBRIMIENTO PARA EL CABLE ELECTRICO



Dibujo conceptual para el recubrimiento de cable eléctrico



Dibujo conceptual de dos tipos de labio de dado



Dibujo conceptual de sizing en vacío

En el dibujo se presenta el concepto para aplicar el recubrimiento a los alambres como cable eléctrico.

Generalmente se utiliza el dado tipo cruceta para aplicar el recubrimiento. Se alimenta el alambre desde el centro del soporte de mandril, se aplica el recubrimiento de la resina alrededor de la salida del dado, se pasa al proceso de enfriamiento, posteriormente se saca y se enrolla el producto terminado.

Existen dos métodos para la alimentación del alambre; cuando la velocidad de alimentación es lenta, se utiliza el tipo giratorio y cuando ésta es rápida, se utiliza el tipo volador.

Con respecto a la estructura del labio del dado, hay el tipo de presión que se presenta en el dibujo y tipo tubo. El tipo presión tiene la mejor adhesividad entre el alambre y el recubrimiento, pero en caso de que el alambre tenga la forma inconstante, puede ocasionar problema en el seguimiento operativo.

Cuando la velocidad del equipo de tracción es lenta debido a que el alambre alambra es grueso, se utiliza el equipo tipo oruga. En cambio, cuando el alambre es delgado y la velocidad de tracción es rápida, generalmente se utiliza el tipo cabrestante (*capstan*), cuyo mecanismo consiste en colocar dos ruedas giratorias para enrollar alambre en cada una y se aprovecha su fricción para sacar el producto terminado.

10. MOLDEO POR EXTRUSIÓN DE PERFIL (PROFILE EXTRUSION)

Cuando el corte transversal del producto moldeado por extrusión es no uniforme como son ; de letra L, T o U, se le denomina como "producto de forma indefinida" o "producto por extrusión de perfil".

En la mayoría de los casos se utiliza PVC, o la resina de policarbonato o polietileno según el caso.

Con respecto al extrusor , muchas veces se emplea el tipo mono husillo y sólo cuando se moldean productos grandes con materia prima en polvo (PVC rígido), se emplea el tipo husillo biaxial.

Como el tipo de dado, existe el dado aerodinámico, el cual se va adecuando a la forma de producto terminada a través del cambio gradual de la forma de vía de resina y el dado tipo placa que crea la forma deseada del producto terminado directamente en la salida del dado.

Desde el punto de vista del moldeo, el primero es lo ideal, pero a veces por la cuestión del volumen, no es posible invertir en el dado, y esto obliga a optar por el segundo tipo.

Hablando del flujo de la resina durante el moldeo por extrusión, tanto la velocidad como la presión del flujo son más altas en la parte central del flujo. En cambio, mientras más cerca que esté al muro exterior, la velocidad y la presión del flujo se bajan.

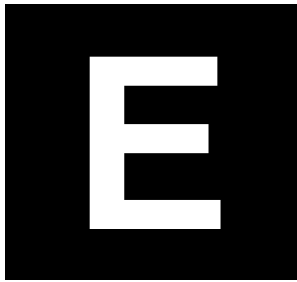
Como consecuencia, se provoca la insuficiencia de llenado en la parte que tiene menor presión y se presenta el rechupe. En cambio se presenta la ampolla en el punto que el flujo tiene la alta presión.

Se diseña la vía de flujo de resina y la forma de salida del dado, tomando en cuenta los puntos antes mencionados, pero en la realidad aún en el diseño realizado por un veterano se requiere de correcciones antes de iniciar la producción definitiva.

Dentro del moldeo por extrusión de formas indefinidas, la parte del formador asume las siguientes funciones sumamente importantes como el dado.

- (a) Formado del lado exterior en el estado sólido o cerrado.
- (b) Todos los formadores en la forma abierta
- (c) Formado del interior de los productos por soplado, etc.

Con respecto a los productos de forma indefinida se ha venido desarrollando rápidamente la forma complicada y la combinación de diferentes materiales, así como el funcionamiento más avanzado. De igual manera se ha aumentado la demanda a estos productos.



MEDICIÓN

E-A NORMAS DE PRODUCTOS (PREGUNTAS Y RESPUESTAS)

[E-A-1-*1-NORMAS DE COLOR DE PRODUCTOS DE INYECCIÓN-EA]

- comentarios
 - tener un estándar para determinar:
 - °tono,brillo e intensidad
 - en las muestras usadas por la industria

Comentario:

No se puede creer que tenga las normas de producto tampoco conocimiento sobre las mismas. Los ejemplos de lo anterior son los siguientes: a) La norma de productos es la muestra física. (La muestra física puede servir como referencia pero no puede ser normas b)La muestra del color esta expuesto en el lugar donde pega el sol. (Si deja de esta forma cambiaría el color después de 3 a 6 meses. Y además no saben de los tres elementos del color: Brillo, Chromer, Hue.

La diferencia del tono Δ se calcula de la siguiente f

$$\Delta = \sqrt{(X1-X2)^2 + (Y1-Y2)^2 + (Z1-Z2)^2}$$

[E-A-1-*2-NORMAS DE PRODUCTOS DE INYECCIÓN-PIS]

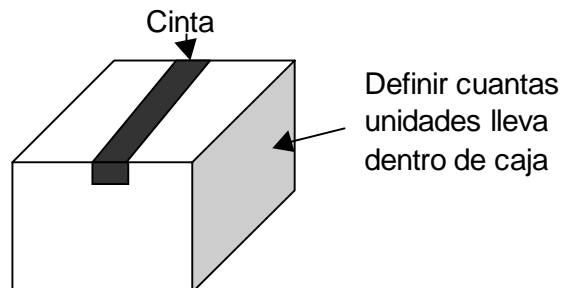
- Empresa no cuenta con formatos para el control de calidad [rebaba, short shot, sink mark, etc], ni departamento de control de calidad, los formatos de rechazo nos los proporciona el cliente, no cuenta con medición y análisis de rechazos (resuelven el problema y no registran ni analizan causas)

[E-A-1-*3-NORMAS DE PRODUCTOS DE INYECCIONES-CIQA]

Estandar de Calidad

1. Nombre
2. Material.....Ej. PP, ABS, etc.
3. Color.....No. de Manzel o muestra de color
4. No. necesario para una unidad
5. Método de utilización.....Ej. ensamble mediante enroscado
6. Molde.....Ej. 2 cavidades, compueerta, eyección
7. Dimensión.....la dimensión más importante
8. Fuerza.....tensil, impacto
 - No. de muestra

9. Apariencia.....Ej. Contaminación
 Clase A : Frontal
 Clase B : Lateral
10. Posibilidad de ensamble
11. Indicación No. Lote [caja y producto]
12. Empaque



13. Inspección
- 1) apariencia de la caja
 - 2) Producto moldeado.....intermedio, último, Ej. AQI, etc.
14. Otros.....Cosas importantes, etc.

Anexaar un dibujo del producto. Carrera del producto

[E-A-1-U-4-NORMAS DE PRODUCTOS DE INYECCIÓN (PC) CACAHUATE-FIN]

Peanut Grande:

Como observación, se recomienda usar tolerancias de especificación que involucren dilatación del producto por efecto de variación de temperatura. Para este caso se encontró en piso una especificación para longitud del producto mencionado con tolerancias de 3.635 - 3.645 in (92.329 - 92.583 mm), de 0.254 mm. Esta tolerancia se puede rebasar con facilidad por variaciones de longitud por efecto de temperatura.

De acuerdo a la Ecuación siguiente:

$$L = \text{Coef. dilat. lineal (Var. Temp. * Longitud)}$$

$$L = 7 * 10^{-5} * 15 * 92.583 = 0.1 \text{ mm}$$

[E-A-1-T-5-NORMAS DE PRODUCTOS DE INYECCIÓN (PP)- TAPON-IG]

Estándar de calidad de producto "GV - 5" (Rayadas y Contaminaciones, etc.)

En el momento de salir el producto del molde se raya con la punta de la entrada (gate) de túnel.

El operador lo considera como defecto.

Debe tener bien clara las normas del producto y hacer saber a los operadores

Comentarios :

- Se realizaron preguntas y respuestas sobre diseño - fabricación de moldes y el estándar
- Ganancia de empresa favorable, compañías eléctricas no son de interés por el bajo nivel de utilidad obtenida
- Principales defectos en piezas declarados por empresa: rebaba, contaminación, piezas incompletas, rechupe y manchas de grasa
- Montoi utiliza para evaluación de piezas de gesta tabla de calidad aql 0.65 (Yoshikawa, factor de medición muy estricto, en Japón aql 1.0)
- Ingeniero de producción toma decisión acerca de vía de utilización de rechazos externos (retrabajo, reciclar, tirar)

**[E-A-1-T-6-NORMAS DE PRODUCTOS DE INYECCIÓN (PP) -
ACTIVADOR BOTE BASURA-FOR]**

- Forma de definición de Normas de Calidad

Producto : Activador [agitador de lavadora]

Material : PP

Homogeneizar normas de medidas para productos inyectados (medición de rebaba aceptable no aclarada)

FORMEC → Negociar con clientes $\pm 3 \sigma$, una vez que se obtengan datos de proceso, calcular el Cp y Cpk, para analizar la capacidad de este

Adjuntar la temperatura en la cual se realizó la Norma de Calidad, ejm:

$l = 12 \text{ in}$

Tolerancia = $\pm 0.015 \text{ in}$

Variación Temperatura = 10° C

Dado que se presenta dilatación en productos, y pueden presentarse dimensiones diferentes a las especificadas en la Norma de Calidad, ejm:

$$\text{Dilatación Lineal [Dl]} = l_0 * C * \Delta T$$

l_0 : Longitud inicial de la pieza a T_0

T_0 Temp. inicial de la pieza

C : Coef. Expansión Térmica

ΔT : Variación en temperatura [T - T_0]

T : Temp. Final

Para el ejemplo anterior:

$$Dl = 12 * 12 * 10^{-5} * 10 = \underline{0.0144 \text{ in}}$$

E-B MEDICIÓN

[E-B--1-MEDICIÓN]**

INDICE

- 1. INTRODUCCION**
- 2. INSPECCION DE LAS DIMENSIONES DE PRODUCTOS MOLDEADOS Y SUS LIMITES**
 - 2.1. LIMITES DE LA MEDICION DE LA PRECISION EN LAS DIMENSIONES**
 - 2.2. CALIBRADOR DE VERNIER Y MICROMETRO**
 - 2.3. MEDICIONES CON MICROMETRO**
 - 2.4. MICROSCOPIO HERRAMIENTA Y APARATOS DE MEDICION TRIDIMENSIONAL**
 - 2.5. PRUEBA DE DEMOSTRACION**
 - 2.6. COMPRESION SOBRE LA PRECISION EN LAS DIMENSIONES**

1. INTRODUCCION

Para los que nos dedicamos al trabajo del moldeo diariamente surgen muchos casos en el que sucede que no es tan exacto lo que se creía saber muy bien o a pesar de que en el piso de producción sea algo evidente, los que están en una posición de control pueden llegar a tener un punto de vista ajeno a la realidad por estar convencidos de otras cosas o que las especificaciones sólo se manejan de una manera imprecisa con expresiones literales por lo que una parte es obligada a resignarse o realizan esfuerzos inútiles. A continuación se mencionarán algunos de ellos.

2. INSPECCION DE LAS DIMENSIONES DE PRODUCTOS MOLDEADOS Y SUS LIMITES

2.1 Límites de la medición de la precisión en las dimensiones

La precisión en las dimensiones que se busca en los productos moldeados ha venido aumentando rápidamente. Sin embargo, los métodos de medición no han mejorado tanto. Es ahí donde al mismo tiempo que se deben conocer los límites de los métodos para la

medición que se emplean generalmente, se debe determinar en forma individual los métodos de evaluación de aquellos productos moldeados que no pueden ser controlados por esos métodos de medición generales y ser prudentes para no provocar problemas innecesarios e improductivos.

Ahora bien, a menos que particularmente se especifiquen, los objetos de medición que se mencionan en este capítulo tienen de más de 10 mm hasta 100 mm.

2.2 Calibrador de Vernier y Micrómetros

Normalmente se emplean el calibrador de Vernier y el micrómetro para medir las dimensiones de los productos moldeados.

Como es sabido, la precisión de medición del calibrador de Vernier es de 100 μm (0.1 mm). Existen los llamados microvernier que constan de un calibre de 10 μm (0.01 mm) pero son de baja confiabilidad (Figuras 2-1, 2-2). De la misma manera, la precisión en la medición de los micrómetros es de 10 μm (0.01 mm) y existe el micromicrón que tiene una graduación de hasta 1 μm (0.001 mm) pero su confiabilidad es igual a la que se mencionaba anteriormente.

No hay tanto problema cuando la precisión de las dimensiones se mide con el calibrador de Vernier, pero cuando se debe emplear el micrómetro, o dicho más concretamente, cuando se empieza a cuestionar dispersiones de un rango menor de 50 μm los métodos de medición empiezan a ser el punto de cuestión.

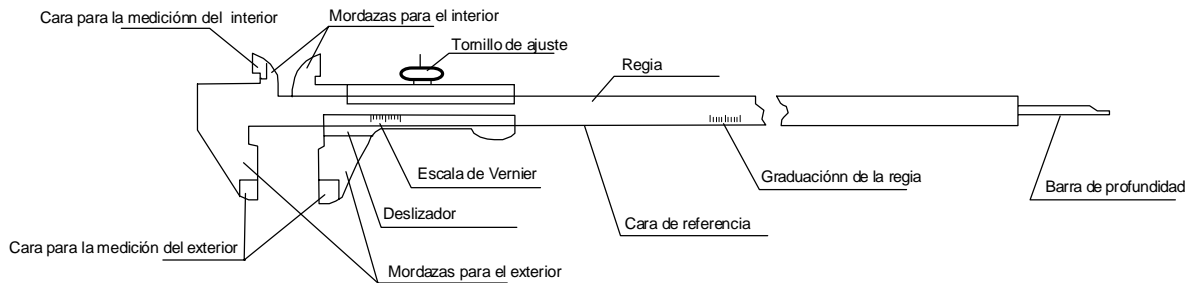
2.3 Mediciones con micrómetro

El micrómetro se elaboró con el objetivo de medir básicamente cuerpos rígidos. Se maneja fijando en un soporte el micrómetro, tomando en una mano la muestra e insertándola en la parte a ser medida del lado en que se mide, con la otra mano se ajusta (aprieta) el trinquete y se lee la graduación cuando éste da una vuelta.

Si el objeto a ser medido es un cuerpo rígido como son los metales, en general este método no causa problemas y su capacidad para reproducirlo es buena.

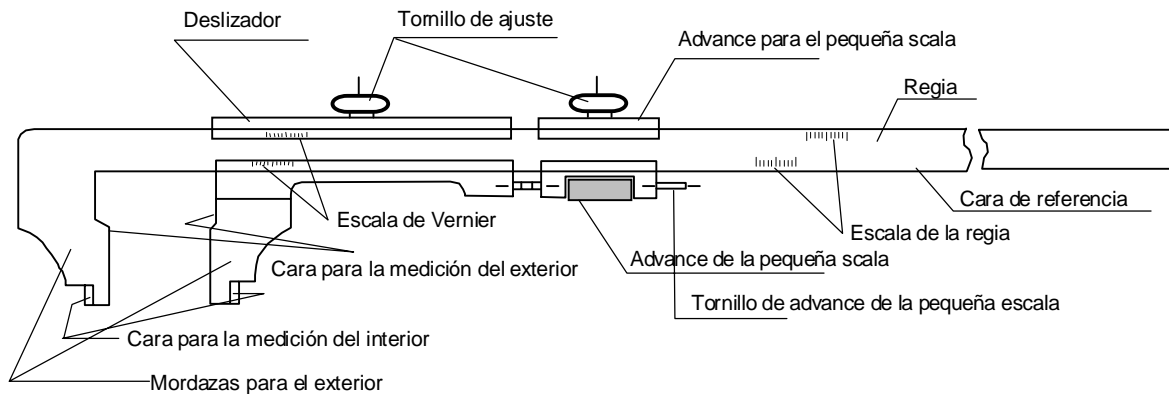
Denominación: los nombres de las partes esenciales del calibrador de Vernier se presentan en las Figuras 1 y 2.

Figura 1 Calibrador de Vernier en forma de M



Observaciones: esta figura es sólo para presentar el nombre de las partes y no indica normas para la forma y/o estructura.

Figura 2 Calibrador de Vernier en forma de CM



Observaciones: esta figura es sólo para presentar el nombre de las partes y no indica normas para la forma y/o estructura.

Figura 2-1 Denominación de cada una de las partes del Calibrador de Vernier

Los nombres de las partes esenciales del micrómetro se presentan en la Figura 1.

Figura 1 Nombre de las partes principales

En caso de tener un contador

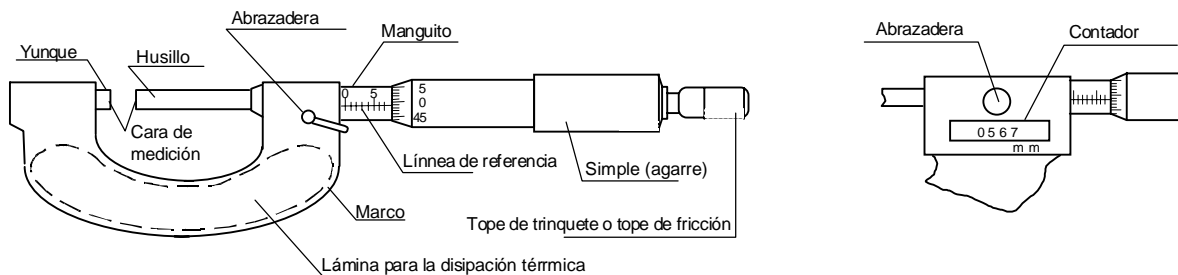


Figura 2-2 Denominación de cada una de las partes del micrómetro

Sin embargo, los productos moldeados de plástico tienen una elasticidad por muy pequeña que ésta sea y generalmente las condiciones de la superficie tampoco son lisas. A pesar de que se ven lisas tienen una moderada ondulación. Además, ya sea por la elasticidad o por la ondulación, dependiendo del material, ya que cada uno de los productos moldeados es diferente. Y más aún, si se observara la superficie de un producto moldeado con un microscopio con un objetivo de más de aumento, se apreciaría la existencia de un sinnúmero de defectos superficiales y lineales que no llegan a ser fisuras en el amplio sentido de la palabra, como son picaduras y hoyos.

Por otro lado, las personas dedicadas al diseño de los productos moldeados, a pesar de ser expertos en diseño de estructuras o diseños en general, en realidad no conocen en forma suficiente las características de los productos de plástico que se mencionaban anteriormente.

Aunado a esto, es normal que el encargado de la inspección en la recepción no sea capaz de ser flexible en la aplicación ya que queda atado a los números señalados en las especificaciones.

Lógicamente, en las dimensiones de los productos moldeados, que son cuerpos flexibles, muchas veces se toma el valor negativo cuando se emplea un método de medición en el cual se aprieta con un trinquete de uso común. Por esta razón, en alguna ocasión se llegó a recomendar el uso del micrómetro de baja presión el cual suprimía la fuerza de apretado del trinquete, pero el valor de la medición era bastante inestable y su popularidad no es buena.

Como se mencionó anteriormente esto se debe a que el material en sí posee elasticidad y no sólo no es igual esta elasticidad sino que las condiciones de la superficie tienen infinidad de variedades.

Se dice que lo que se cree como lo más acertado es memorizar la sensación del tacto de un apretado de simple (agarre) y estimarlo según el valor que marque la escala al momento de un apretado establecido, sin embargo, las diferencias generadas por individuo son lógicamente grandes.

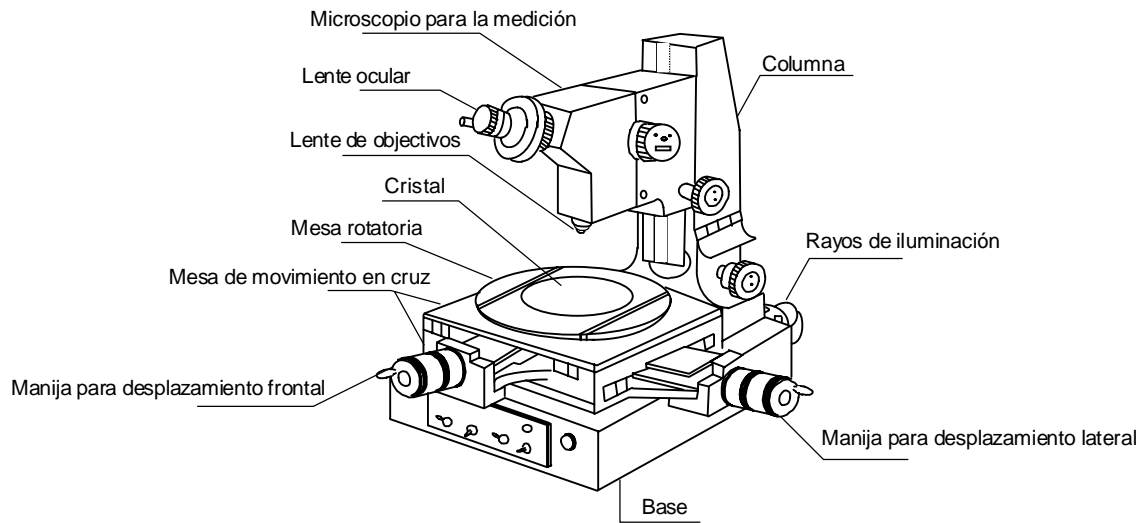
Después de todo, se cree que lo mejor en realidad es establecer las especificaciones de inspección con el valor medido por medio de un método formal de medición agregando las correcciones necesarias a las mismas en de los planos.

2.4 Microscopio herramienta y Aparatos de medición tridimensional

Cuando aumenta la precisión se debe contar ya sea con un microscopio herramienta o con aparatos de medición tridimensional.

Naturalmente, el microscopio herramienta realiza una medición de tipo óptico sin contacto y la aparatos de medición tridimensional son del tipo óptico o de sensor táctil que emplean un patín de contacto (sonda) (Figura 2-3, Figura 2-4).

El tipo óptico tiene iluminación de tipos de ; el atravesativo, la irradiación y la línea de interferencia que se genera fuera de la línea límite de proyección mediante el Srit de la luz que atraviesa.



Obsevaciones: Esta es una figura explicativa, por lo que no indica la estructura o forma del objeto.

Figura 2-3 Microscopio herramienta

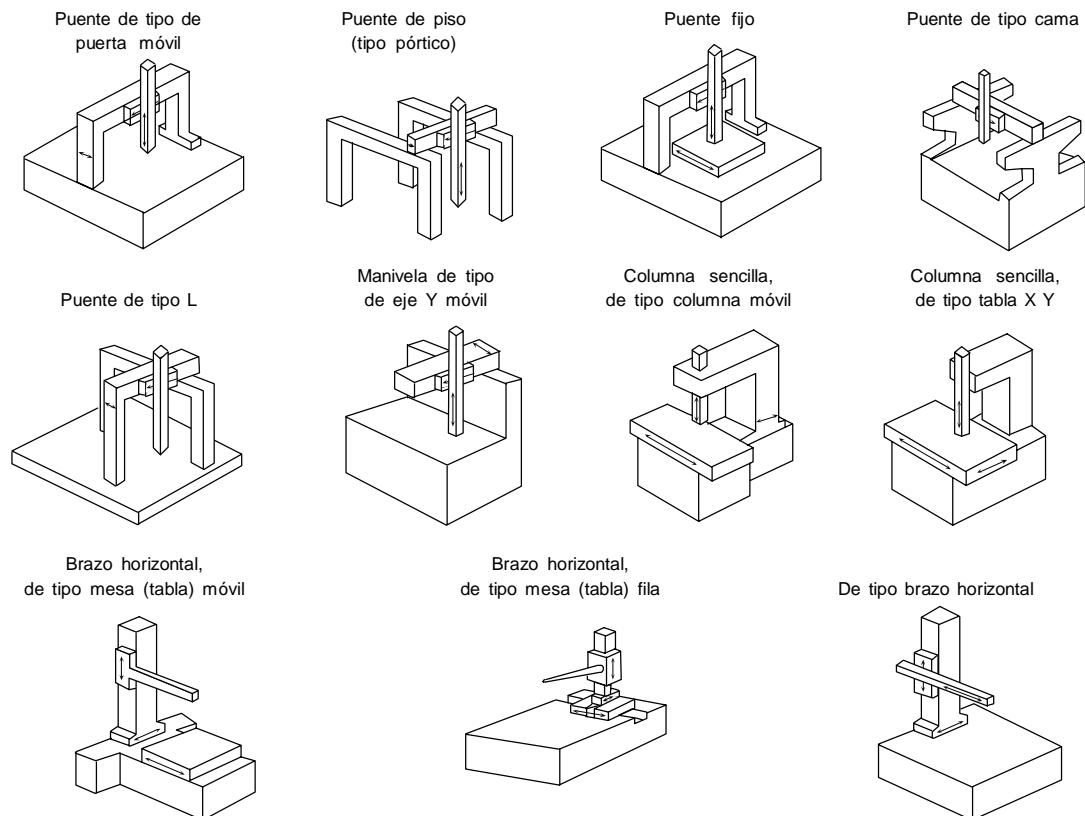


Figura 2-4 Aparatos de medición tridimensional

Los patines de contacto que se emplean en los aparatos de medición tridimensionales se colocan en un extremo del eje móvil que se mueve conforme a los tres ejes X, Y, y Z e indican la posición que entra en contacto con la parte de la muestra a ser medida como señales de coordenadas de X, Y, Z.

El movimiento de los patines de contacto se realiza manual o automáticamente. Asimismo, como señal que emiten los patines de contacto, existen los que expulsan la señal como tal al momento del contacto y los que manejan como señal aquella que se emite cuando se separa después de haber hecho contacto.

Ahora, en cuanto a la precisión de las medidas de los aparatos de medición, generalmente la graduación de la escala es de 1 mm / 10,000, es decir, 0.1 μm . Sin embargo, pensar que todo se puede medir solamente con esta precisión es un gran error. Aun el bloque comparador más general o más fácil de medir, si cada vez que se vuelve a colocar se mide, incluso con un experto (personal calificado) se generará una disparidad de 3 μm máximo. Esto se duplicará aún más si el personal, la máquina y/o el tiempo cambian. Por consiguiente, habrá que resignarse pensando que por mínimo que sea es posible una tolerancia (error) de 5 μm . Esto es igual tanto en el tipo óptico como en el de contacto.

No obstante, cuando es por contacto, la dispersión será lógicamente menor en el tipo automático que en el manual y de igual forma, la dispersión será menor en el método de manejo de señales cuando se separan que cuando entran en contacto. Aún así, se tendrá una dispersión de un poco más de 1 μm .

Hasta aquí sobre el acabado especular de los bloques metálicos.

Si ahora nos enfocamos al caso de la medición de los productos moldeados de plástico, el de contacto no se emplea generalmente por diversas razones como los métodos de fijación de la muestra, los problemas de deformación por elasticidad o por las condiciones de la superficie que no son iguales. De igual manera, en el caso del tipo óptico, si no es en el extremo de un producto en lámina no se podrá emplear el tipo de transmisión de rayos y es normal el empleo del tipo reflejo óptico.

Y en cuanto a lo esencial, la precisión en la medición, o mejor dicho, el límite de dispersión se tendrá que aceptar como mínimo 10 μm . Sin embargo, como problema actual la precisión que se demanda en las dimensiones de los productos moldeados precisos es de un dígito de micrones y se solicitan los números menores. La cuestión es lo que se puede hacer en esos casos, es posible emplear el óptico dentro de un límite de algunos milímetros hasta unos 5 μm y si el rango es más estrecho, se hace posible el aumentar un poco más la precisión.

No obstante, si la precisión en las dimensiones solicitada respecto a los productos moldeados entra dentro de este rango, pensar en un método de evaluación dependiendo de la medición de dimensiones en general paralelamente a uno desde el aspecto funcional y evaluarlos conjuntamente es la forma más realista.

2.5 Prueba de demostración

A continuación se presentan los resultados de la prueba de demostración que el autor realizó en cuanto a la medición de productos moldeados y bloques metálicos. (Referencia : Resinas sintéticas Vol. 29 No. 12 Precisión en la medición de los productos moldeados)

La Tabla 2-1 muestra el descentramiento del valor medido con respecto al valor de la norma.

1. El objeto a ser medido es un cuerpo moldeado en forma de disco de un material de resina poliacetilica (diámetro de 25 mm arprox.)
2. Existen nervaduras en la forma de la radiación y los lugares a ser medidos se pueden comparar fácilmente con los planos pero por precaución se dejó marcado.
3. Los objetos fueron medidos uno por uno por un experto con el microscopio herramienta y ocultando el valor de medición se distribuyó a 9 diferentes lugares y se solicitó su medición.
4. No se señalaron especialmente los aparatos de medición pero todo se realizó empleando el microscopio herramienta o el aparato de medición tridimensional.
5. La Tabla 2-1 presenta la diferencia entre el valor numérico de las respuestas y el valor de las mediciones realizadas por el experto mencionadas en el 3.
6. 8 de los lugares a los que se solicitaron las mediciones fueron departamentos de medición del piso de trabajo y el otro, una institución pública dedicada a las mediciones (*).

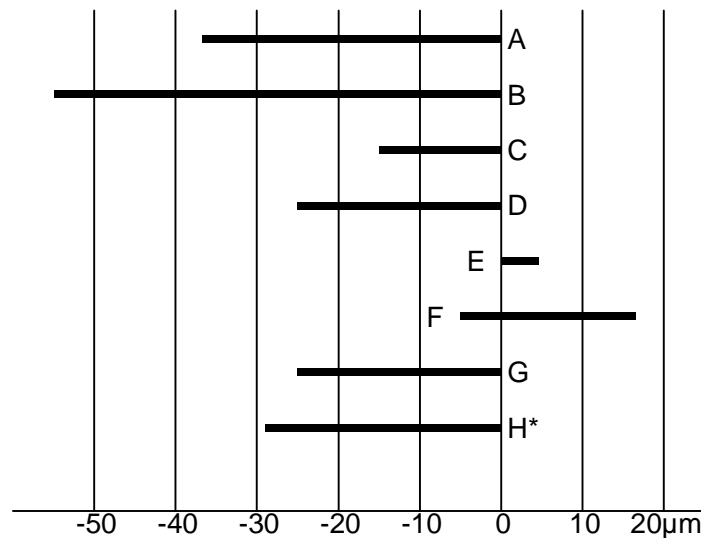


Tabla 2-1 Descentralización del valor medido respecto al valor de la norma

En la Tabla 2-2 (superior) se presenta en forma resumida la diferencia con el valor promedio después de haber repetido 3 veces la medición de una misma muestra.

La Tabla 2-2 (inferior) muestra los resultados de una misma operación realizada por diversas personas (medidores).

En la Tabla 2-3 se presentan los datos de la diferencia entre las máquinas medidoras que posee un taller al emplear una misma muestra. No está por más decir que estas máquinas medidoras son rectificadas por inspecciones periódicas formales y el que se encargó de las mediciones fue un experto de primera clase del mismo taller.

Ya que existen datos que también se llevaron a cabo con el objetivo de mejorar la habilidad para la medición, éstos se presentan a continuación. (Tabla 2-4)

1. El objeto a ser medido fue un bloque metálico elaborado para ser empleado en las mediciones (longitud de medición de 20~30 mm).
2. La persona que realiza las mediciones se dedica cotidianamente al trabajo de medición, por lo que, en términos generales, no es un principiante.
3. El objetivo es disminuir al mínimo la disparidad de los valores medidos por medio del mejoramiento de las técnicas de medición y lograr un estándar para la disparidad.
4. Se fijaron los aparatos de medición.
5. Se llevó a cabo la capacitación por parte del experto entre la segunda y la tercera vez.

Aparato de medición		UIM	Tridimensional	Olympus	Twice	Nikon	
Error repetitivo personal, 3 veces	A	10/2	7/3				Máximo/Mínimo
	B	13/3	8/1	22/12			
	C	24/18			24/8		
	D	19/18					
	E					12/9	
	F						
	G	14/10		19.2			
Error máximo de la persona que mide	A	7	15	11			
	B	6			28		
	C	23					
	D					3	
	E						
	F	7		14			
	G	31					
Error de la persona que mide	A	30/23	30/23				Máximo/Mínimo
	B	13/5	24/16	26/12			
	C	45/21			43/19		

Tabla 2-2 Disparidad en los valores medidos ópticamente (productos moldeados)

	UIM– Tridimensional	UIM–Olympus	Olympus– Tridimensional	UIM- Twice
A	37/7			
B	43/19	24/12	54/28	
C				52/7

**Tabla 2-3 Error entre aparatos de medición
(se incluye la tolerancia en la medición)
(productos moldeados)**

1	0.025	0.020	0.015	0.019	0.036	0.015	0.011
2	0.014	0.026	0.033	0.038	0.018	0.021	0.008
3	0.007	0.005	0.005	0.009	0.013	0.009	0.008
4	0.003	0.006	0.008	0.007	0.006	0.005	0.005
5	Todos Error máximo 0.005 Error mínimo 0.000 Error promedio 0.003						

Tabla 2-4 Disparidad en los valores de medición dependiendo del experto (Bloque metálico-Microscopio herramienta)

* Se llevó a cabo la capacitación por parte del experto entre la segunda y la tercera vez

2.6 Comprensión sobre la precisión en las mediciones

Si se resume la comprensión obtenida a través de las mediciones de bloques metálicos y los productos moldeados con acabados especulares, esto queda de la siguiente manera. Es decir, respecto a la precisión en la medición de los productos moldeados:

1. Un gran número de encargados al control pensaba que la precisión en la medición del microscopio herramienta y/o el aparato de medición tridimensional era de 2~3 μm .
2. Todos los encargados de las mediciones reconocían que no podían evitar la dispersión de poco más de 10 μm . Entre ellos se encontraban algunos que decían que era posible cerca de 20 μm dependiendo del producto.
3. Como resultado de las mediciones (excluyendo los valores anormales)
 - a) Error repetitivo personal 12 μm aprox.
 - b) Dispersión debido a la persona que mide 10~20 μm
 - c) Dispersión debido al aparato de medición 10~20 μm

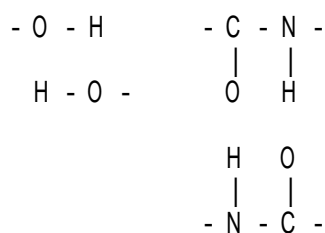
4. Aun empleando el mismo aparato, existe una diferencia de 5~10 μm cuando se mide por transmisión óptica y cuando es por reflejo óptico, pero a veces resulta positivo y otras negativo. Las razones no se conocen bien.
5. El micrómetro de baja presión siempre resulta de 5~10 μm positivo que el microscopio herramienta o el aparato de medición tridimensional.
6. El valor de las mediciones del micrómetro normal empleado por los expertos concuerda relativamente con el valor del microscopio herramienta y el aparato de medición tridimensional.
7. La tolerancia en las medidas del bloque metálico en comparación con los productos moldeados es de un 30% (es decir, de 3~5 μm).

Tipos de combinaciones

Nombre de las combinaciones	Distancia entre moléculas (átomos)	Energía para combinación
Combinación química (combinación primaria)	1 ~ 2 A	50 ~ 200Kcal/mol
Combinación intermolecular (combinación secundaria)	3 ~ 5 A	1 ~ 5Kcal/mol
Combinación de hidrógeno	2 ~ 3 A	5~ 10Kcal/mol

Combinación de fuerzas intermoleculares $\Delta\Delta$ combinación por medio de la fuerza Van der Waals

Combinación de hidrógeno $\Delta XH \Delta Y \rightarrow X \Delta HY$ Un tipo de enlace covalente



X, Y son átomos eléctricamente negativos

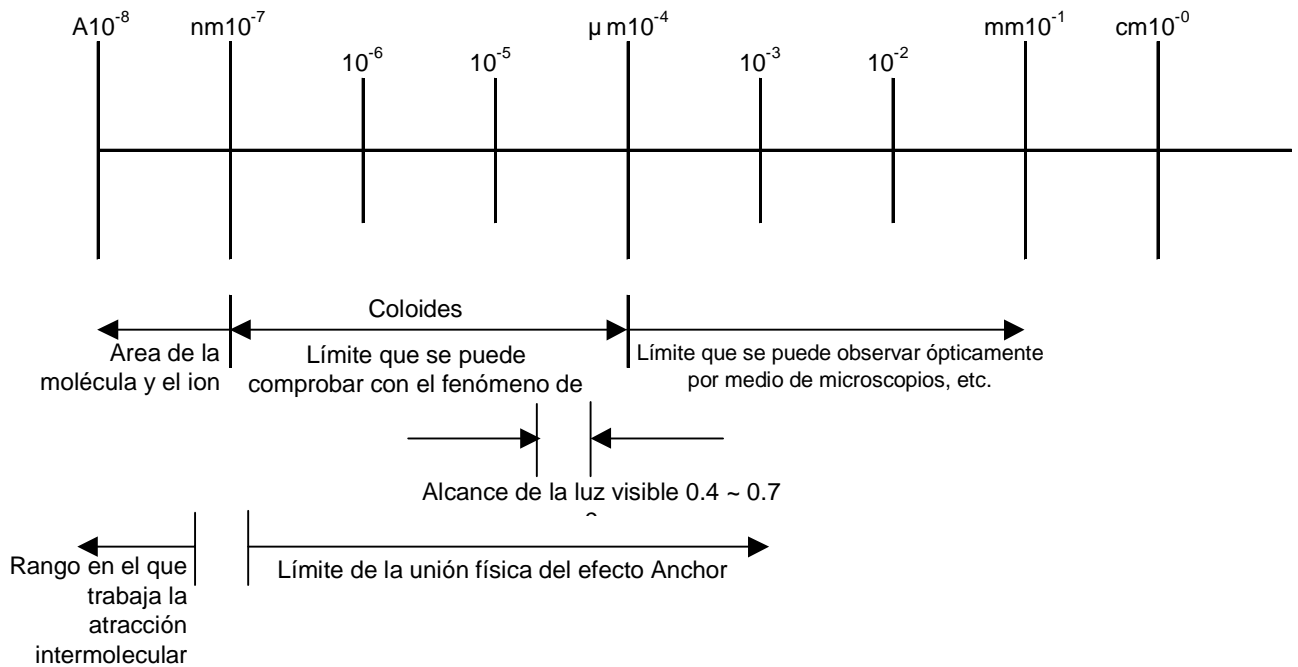
Átomos negativos

O, N, F, S, CL, etc.

$(HF)_n \Delta\Delta 8\text{Kcal/mol}$

3 a 7 Kcal/mol

Concepto sobre el tamaño minúsculo



[E-B-**-2-PRECAUCIONES AL REALIZAR MEDICIONES]

1. INTRODUCCION

Como bien es sabido, la medición en diversos sentidos significa cuantificar medidas de objetos, pero al mismo tiempo se refiere también a determinar el valor numérico específico de medición de algunos objetos en particular. Asimismo, se habla de precisión sobre el valor numérico de la medición, pero esta palabra se debe pensar dividiéndola correctamente en exactitud y precisión. Es decir, la exactitud es una palabra que representa qué tan cerca se encuentra el valor medido del valor verdadero y la precisión se refiere a cuánto no se dispersan los resultados de la medición.

Si esto se explicase de forma sencilla en cuanto a las dimensiones de los productos moldeados, para realizar una medición precisa de un objeto moldeado de 10~100mm, generalmente se emplea el aparato de medición tridimensional. Y en cuanto a los métodos de medición, se cuenta con el método óptico el cual consiste en ajustar la línea del cursor y el que es por medio de una señal eléctrica, que utiliza una máquina por medio de la sonda de toque.

En el caso del primero, a pesar de que se mida un mismo producto en un mismo aparato en un periodo muy corto de tiempo, a menos que se tengan prejuicios sobre los resultados, éstos presentarán una disparidad considerable. En concreto, se deja el valor de medición oculto y el objeto se vuelve a colocar (*reset*) cada vez que se mide. Así, aun los expertos (personal calificado) con poca disparidad presentan una mayor de 20 μm y es

común que las personas normales encargadas de las mediciones presenten una disparidad de unos 50 μm . Sin embargo, si se repiten varias veces las mediciones y se promedia el resultado de éstas, es relativamente el llamado valor verdadero.

En cambio, un medidor que emplea una sonda automática no presenta una disparidad en los resultados de la medición como el anterior. En un aparato de medición tridimensional común ésta será de 5 μm y de aparatos de buena precisión han empezado a aparecer los de poco más de 1 μm . Sin embargo, es común que ese resultado de la medición esté un poco desplazado del valor verdadero.

(Anexo) Si esto se representa en figuras, el primero quedaría como la Figura 1 y el segundo como la Figura 2 del anexo.

Es decir, se puede decir que el primero es exacto pero no preciso y el segundo es preciso pero no exacto.

2. Sobre los aparatos de medición

La palabra “precisión” se debe pensar dividida en exactitud y precisión aunque generalmente es usada incluyendo los dos significados.

Asimismo, la medición generalmente se realiza con fines industriales para considerar si las características de los objetos se encuentran o no dentro de los rangos de tolerancia establecidos.

En caso de seleccionar un aparato de medición con ese fin, la precisión en la medición de los aparatos deberá ser de 1/10 de la tolerancia del producto y esto es conocimiento elemental de las personas encargadas de las mediciones.

La precisión de 1/10 que se hace referencia en esta parte no significa sólo la lectura de la escala sino que debe ser una precisión que tolere a las mediciones repetitivas. Al mismo tiempo, cuando se compare el aparato presentado en la Figura 1 y en la Figura 2, la precisión se podrá aumentar rectificando la diferencia con el valor verdadero. Se puede decir que el aparato presentado en la Figura 2 es excelente, pero al existir diversas complicaciones en la forma de obtener el valor rectificado se realiza el manejo del remplazo del valor en correlación con el funcionamiento.

3. Discrepancia del valor de la medición

Esto es un problema de la precisión en la medición. Cuando el aparato de medición que se emplea no posee precisión, los resultados presentan disparidades y hasta llega a trastornar la exactitud.

Como se mencionó en el punto 2., es razonable que la precisión del aparato de medición sea de los que puedan medir con exactitud 1/10 del valor numérico que se pretende medir. Por consiguiente, si se pretende medir 100 ppm, debe emplearse un aparato capaz de medir con exactitud 10 ppm. Así, este tipo de problemas se resolverá en forma natural.

En ocasiones se habla de una disparidad por la diferencia entre aparatos, pero esto también es un ejemplo de que el valor de medición como objetivo no ha sido medido en forma exacta.

MEDICION DE LAS DIMENSIONES

1. Límites de la medición y de la precisión en las dimensiones
2. Calibrador de Vernier y Micrómetros
3. Mediciones con micrómetro
4. Microscopio herramienta y Aparato de medición tridimensional
5. Prueba de demostración
6. Comprensión sobre la precisión en las mediciones
7. Concepto sobre el tamaño diminuto
8. Anexo (sobre la medición)

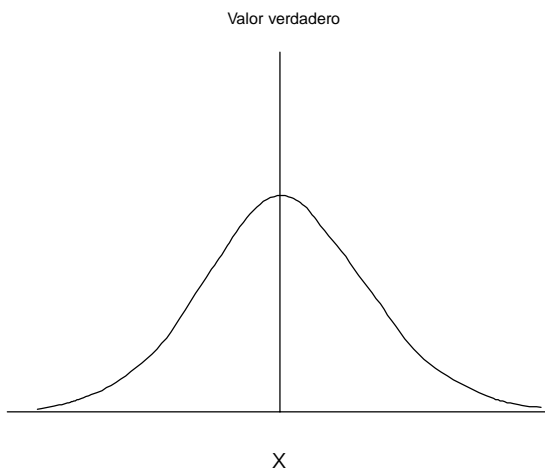


Figura 1: es exacta mas no precisa.

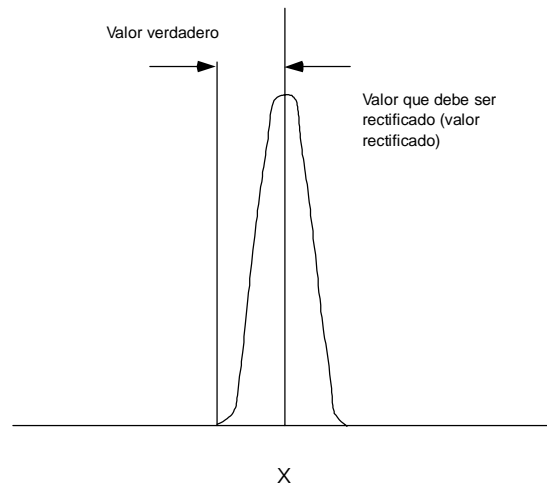


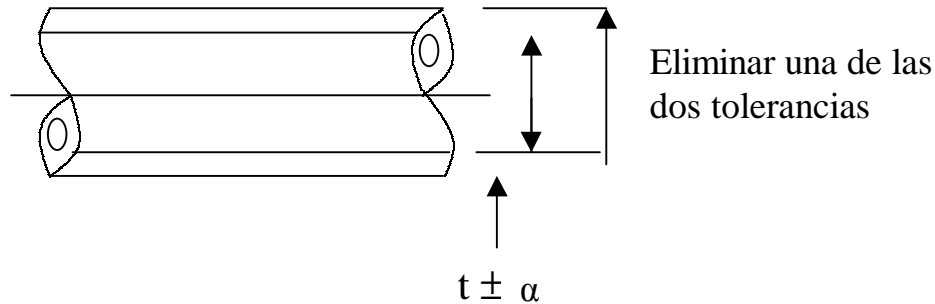
Figura 2: es precisa mas no exacta.

[E-B-1-N-1-DIMENSIONAMIENTO DE TUBO-VM]

Error en dimensionamiento en tubo en normas de calidad:

Esta descrito de la siguiente forma: el diámetro exterior del tubo es $0.482'' \pm 0.01''$, el diámetro interior $0.312'' \pm 0.01''$, el espesor $0.09''$ a $0.095''$. La descripción anterior no permite hacer control. Deben eliminar alguna de las dos tolerancias.

$$d - \alpha \quad D + \beta$$



La causa principal de rechazo es la falta de homogeneización de la materia prima. Se tienen variaciones de espesor por la cantidad de material que se extruye.

1. Tubería de PET, variación del espesor de la pared

- Mezcal de scrap con material virgen sin ninguna relación. Con el formador se evita la ondulación exterior pero no la interior, esta se detecta porque el tubo es transparente y a pesar de este defecto no hay problema.
- En jalador la fuerza es pequeña, esto puede causar defecto en el tubo del diámetro interior
- En la tina de vacío, la bomba esta colocada en la misma estructura. Esto produce vibración la cual pudiera ser la causa del defecto en el tubo, sin embargo no hay problema de calidad por parte del cliente.

[E-B-1-T-1-(DIMENSIONES DE AGITADOR)-FOR]

- Calidad :
 - A). Revisión de método de muestreo
 - B). Actualización y concordancia de hoja de proceso con condiciones actuales de máquina
 - C). Aclarar normas de medidas de artículo (agitador lavadora)

$$\bar{D} = \frac{D_{MAX} + D_{MIN}}{2}$$

[E-B-1-W-1-RIN-EA]**Rueda (Diámetro 280)**

Hay mucha variación ¿Qué deben hacer?

1) Análisis del día 30 de Enero; norma menor de 0.09

$x=0.0747$, $\sigma_{n-1}=0.0108$, $3\sigma_{n-1}=0.0324$

$(0.09-0.0747)/0.0324=0.472$ y de acuerdo con la tabla $0.1814=14.14\%$

por lo tanto el porcentaje de aprobación es: $50\%+14.14\%=64.14\%$ (es muy bajo).

2) Medición de Variación. Unidad 0.001”

Fecha	No.	Max.	Min.	Diferencia	Peso (gr)				
9-Feb	7	61	-6	67	1,140				
	8	58	-12	70	1,139				
	1	63	-14	77	1,137				
	4	69	-4	73	1,139				
	5	56	-18	74	1,139				
Primera Medición				Segunda Medición					
				Max.	Min.	Diferencia	Diferencia 2	Peso	
35830	1	63	-2	65	55	-2	57	8	1,148
	2	92	-3	95	82	-3	85	10	1,148
	3	52	-8	60	60	-1	61	1	1,150
	4	65	-13	78	96	-2	98	20	1,147
	5	85	5	80	60	-9	69	11	1,150
							×?10		
	11	50	-18	68					1,144
	12	51	-22	73					1,144
	13	57	-21	78					1,150
	14	64	-24	88					1,144
	15	53	-24	77	Promedio de Diferencia (Total)=74.8667				1,144

3) Análisis de Medición

- a) La relación entre la diferencia de medición en producto (F), diferencia en producto (X) y la diferencia en medición de equipo (S) se muestra en la siguiente fórmula.

$$F^2 = X^2 + S^2$$

F = Diferencia de medición en producto

X = Diferencia en producto

S = Diferencia en medición de equipo

$$X = 74.8667$$

$$\sigma = 8.8307$$

$$X = 10$$

$$S = 10/1.188 = 5.3191$$

$$X = (8.8307^2 - 5.3192^2)^{1/2} = 7.0490$$

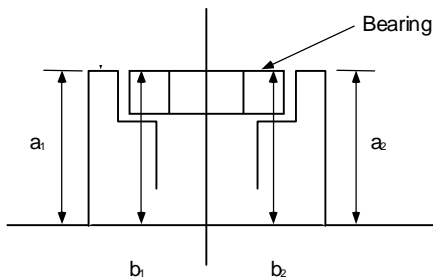
En general la diferencia de S y X debe ser menor a 1/3 parte.
 $5.3191/7.0490 = 0.7546$ es muy grande la diferencia.

Es necesario definir:

- Una sola Persona asignada a este equipo (Equipo para checar Balanceo)
- Que tanto o como se aprietan las tuercas en el equipo

b) La relación entre el peso y la variación (coeficiente de correlación) es 0.0443 el cual significa que no tiene influencia.

Inserto de Bearing



$$a_1 - b_1 = 0.32$$

$$a_2 - b_2 = 0.24 \quad \text{diferencia } 0.08$$

Con esa diferencia arriba mencionada en la punta puede tener una variación de $0.08 \times 290 / 35 = 0.663$ mm. Sin embargo la dirección de variación es constante por lo tanto se puede imaginar que la causa se encuentra en la diferencia del eje central del lado móvil y del lado fijo.

c) Temperatura del Molde.

La temperatura del molde del lado del operador es entre 55 a 60 °C, por otra parte el lado opuesto es entre 45 a 50 °C siendo más alto el lado en que se encuentra el operador. Por lo tanto el ancho de ranura en que se mete la rueda de hule en el lado de operador esta más pequeño. Esto también una de las causas por las que aumenta la variación.

Número de muestras: 2 piezas

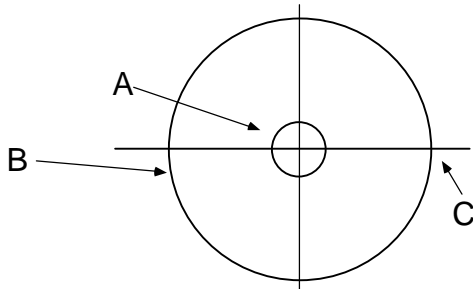
Punto de Medición: Un lado de Spoke

No.	No.7	No.5	Observación
1	27.60	27.65	Lado de operador
2	27.55	27.75	
3	27.70	27.80	
4	28.00	28.30	Lado opuesto
5	27.70	27.80	
6	27.50	27.50	
7	27.55	27.60	Lado de operador

d) Temperatura del Producto.

- A.- Temperatura del Boss central 150 a 160 °C
 B.- Temperatura de la parte curva del lado del operador 55 a 59 °C
 C.- Temperatura de la parte curva del lado opuesto 43 a 53 °C

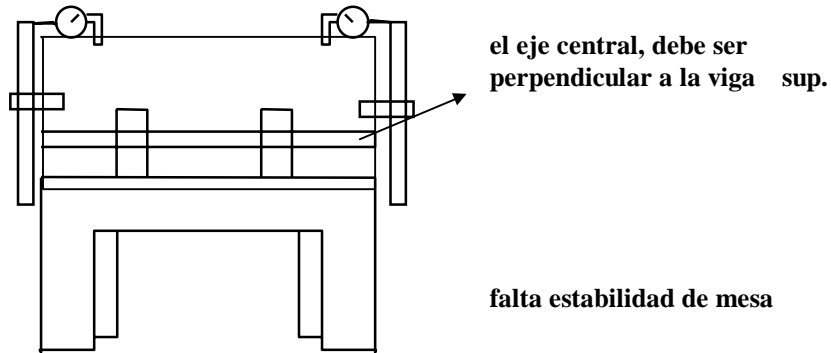
La diferencia de temperaturas arriba mencionadas es muy problemática por lo tanto es necesario modificar el molde para que baje la temperatura de la parte central del molde.



- **Balanceo de máquina**

1).- Checar en donde esta desnivelado del rin y del equipo

°el ensamble de la llanta al rin, se tarda mucho tiempo y el balanceo no queda adecuado (fuera de rango)



[E-B-2-W-1-TEMPLADO (NYLON)-FIN]

- P).- Para el brazo de Nylon 6, el cliente comentó que la cabeza del producto se quiebra fácilmente, por lo tanto se requiere meter las piezas en agua a 60 °C por 2 Hrs. ¿Se puede acortar este tiempo?

R).- Usar agua a 90 °C y meter la pieza durante 1 Hr. (Annealing process). Al momento de que el agua del baño se enturbie, cambiarla de inmediato. Si la pieza no se mete al baño de agua caliente no libera esfuerzos internos y se quiebra con facilidad.



Recomendaciones de mejora para la medición de la alineación de rueda en silla de ruedas

E-C DIMENSIONES

[E-C-1-*1-PORTAESPEJO (PBT)-EA]

- Producto “Porta Luna”

Problemas de Dimensiones

Máquina : 260 Ton.

Material : PBT

Tiempo de Ciclo: 38.4 seg.

Las dimensiones del Boss requeridas son $10 +0 / -0.05$ (9.975 ± 0.025) el cual es de poca tolerancia, por lo tanto es difícil producir productos satisfactorios.

Se hizo la siguiente observación:

- 1) Se miden el producto con dos vernieres con carátula. La precisión del vernier es 0.01, y su diferencia por equipo es ± 0.02 .
- 2) El resultado del estudio realizado el día 19 de Febrero fue: $\bar{x} = 9.954$, $\sigma_{n-1} = 0.0116$, $3\sigma_{n-1} = 0.0348$
 Cálculo de la tasa de aprobados: $(9.954 - 9.95) / 0.0116 = 0.3448$.
 Por la tabla $0.1368 = 13.68\%$
 $((9.954 + 0.0348) - 9.954) / 0.0116 = 3.000$
 Por la tabla $0.4947 = 49.47\%$
 La tasa de aprobación $13.68\% + 49.47\% = 63.15\%$
 La tasa de defectuosos $100 - 63.16 = 36.85\%$

La tasa de defectuosos arriba es bastante alta.

- 3) Cálculo de C_p , C_{pk}

$$C_p = 0.05 / 6 \times 0.0116 = 0.718$$

$$C_{pk} = \left\{ 1 - \frac{\frac{10 + 9.95}{2} - 9.954}{\frac{10 - 9.95}{2}} \right\} \cdot 0.718 = 0.115$$

Para la medición del diámetro de la esfera de este producto es necesario:

1. Utilizar un solo equipo de precisión para hacer las mediciones
2. Checar la temperatura a la cual se tomaron las mediciones en el producto y del medio ambiente también, estos factores pueden afectar la medición.
3. Asignar una sola persona que se dedica a la medición.
4. Definir la temperatura de medición junto con el cliente.

Actualmente utilizan:

2 verniers de precisión de 0.01 y la diferencia entre ellos es de ± 0.02

E-D DISEÑO DE PRODUCTO

[E-D-1-*1-ESPEJOLATERAL-EA]

- Bisagra derecha e izquierda

° Problemas de rompimiento al momento de ensamblar

material : pp/fibra de vidrio (70/30)

1).- La parte inferior de la pieza, hacer un radio mayor; esto para evitar el rompimiento

° precalentar a 70 °c en horno de secado

$$\delta = \frac{Wl^3}{3EI}$$

DONDE:

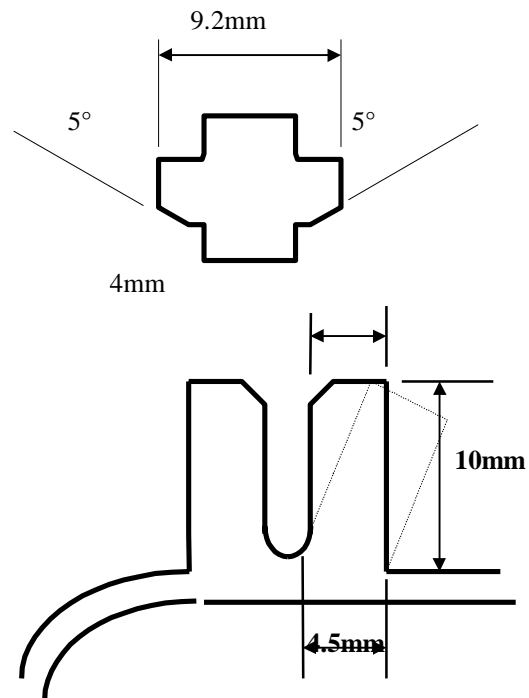
δ = deflexión

W = peso

l = longitud

E = modulo de young

I = momento de inercia

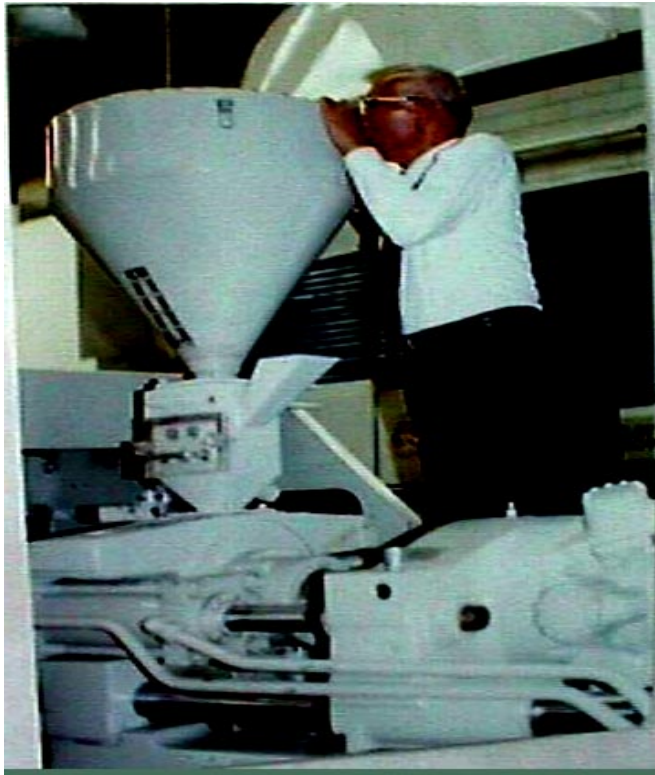




DEFECTOS DE MOLDEO



Contaminación (Contamination)



Revisión de contaminación de materia prima en la tolva



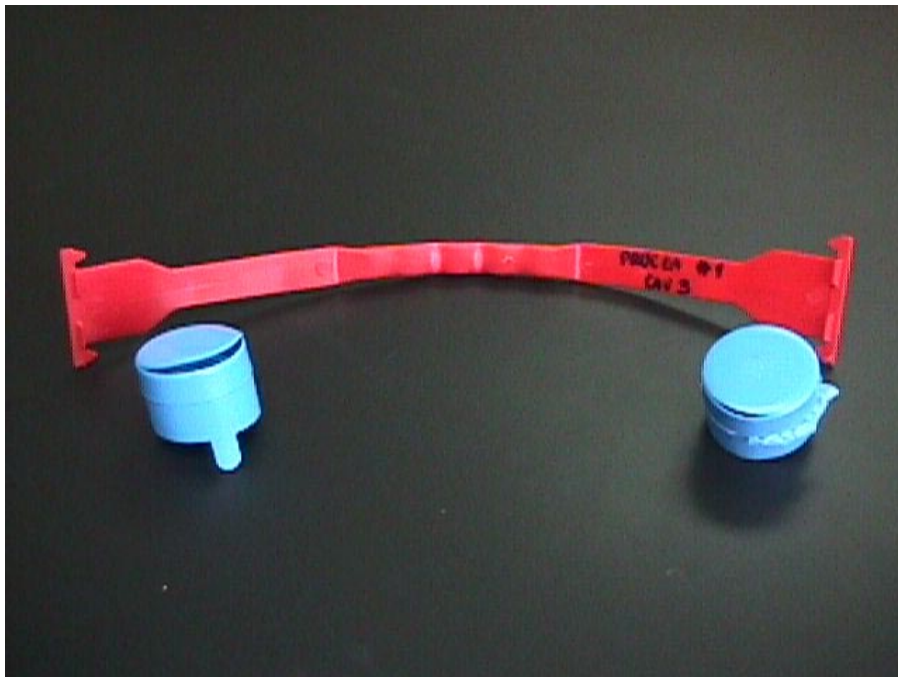
Quemadura (Burning)



Burbujas (Bubble)



Incompletas (Short Shot)



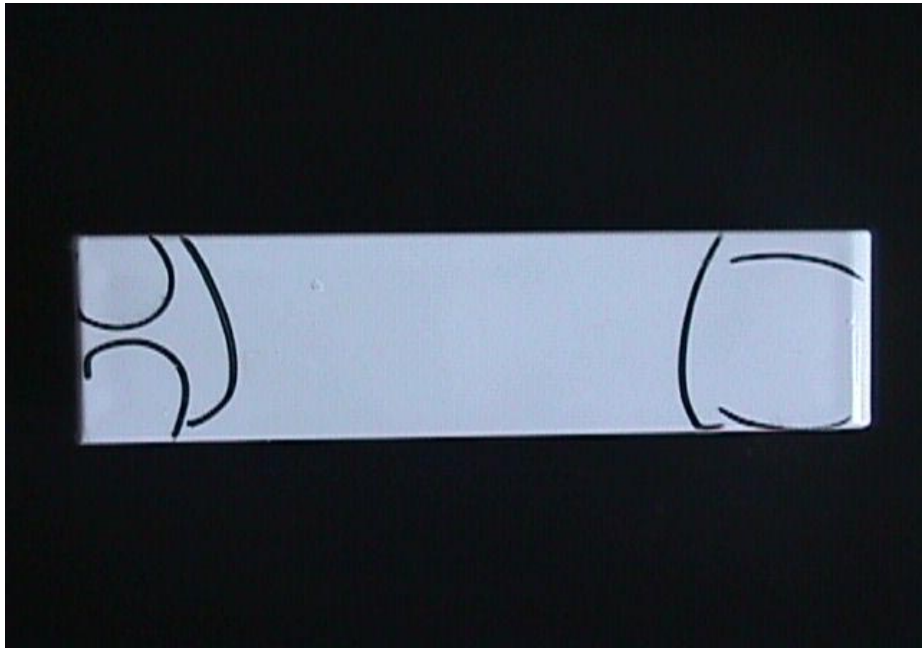
Ruptura (Cracking)



Rebaba (Flash)



Variación de Espesor (Thickness Variation)



Rechupes (Sink Mark)



Pandeado (Warpage)



Enfriamiento exterior de producto para prevenir pandeo

F DEFECTO DE MOLDEO

1 Prefacio

En el presente, el moldeo por inyección se ha convertido en uno de los más importantes métodos de manufactura de productos de plástico. En el moldeo de inyección de Termoplásticos es necesario calentar y plastificar el material termoplástico dentro de un molde usando alta presión y alta velocidad, para enfriarlos y solidificarlos en el molde para darles la forma deseada, y finalmente extraer el producto moldeado. En el moldeo de inyección de plásticos Termofijos, el curado en el calentamiento del molde solo difiere del moldeo de inyección de termoplásticos.

Hay muchas ocasiones cuando productos de moldeo son manufacturados con defectos. Los productos defectuosos de moldeo son obtenidos cuando las propiedades de los materiales de moldeo no son totalmente entendidas, cuando las condiciones de moldeo no son adecuadas, cuando la construcción o manufactura del molde es inferior, cuando el diseño del molde es inferior así como el diseño de los productos a moldear.

Los rechazos no son solamente la pérdida de material de moldeo, tiempo y a expensas de la manufactura de productos, si no que también el plan de producción se vuelve interrumpida porque los rechazos pueden ser considerados solo como pérdida, pero deben ser reducidos y completamente eliminados.

Los defectos son producidos por varias razones, la identificación de las causas es muy importante. Si se interpreta mal, por supuesto, no podrá eliminar el defecto. En puntos siguientes se explicaran las clasificaciones de los defectos, categorías de las causas y los métodos para corregirlos. Existen dos caminos para las correcciones. El primero de ellos son las correcciones urgentes y las otras son las correcciones fundamentales. Por supuesto las correcciones fundamentales son mejores, como sea, hay casos donde las correcciones urgentes deben de ser resueltas por las restricciones de tiempo y las correcciones fundamentales o reparar el molde o las correcciones de los diseños de los productos moldeados se harán después.

No es raro que aun el re-manufacturado del molde es necesario para las correcciones fundamentales. No hay atajos para manufacturar productos sin defectos que no sea por medio de la apropiada selección de materiales para el moldeo, las condiciones apropiadas del molde y los fundamentos en el diseño del molde y sus productos. Ahora han pasado mas de 30 años desde que la actual maquina de moldeo de tornillo en línea fue hecha. Como sea, los métodos de operación o control de las maquinas de inyección han cambiado dramáticamente.

En el presente, controles electrónicos o computarizados han sido utilizados en las maquinas de inyección, y la presión de inyección, velocidad de inyección, presión de residencia, tiempo de residencia, materiales de moldeo pueden ser determinados precisamente y reproduciblemente.

Además, la presión y velocidad de inyección son fácilmente variadas durante el disparo de inyección y la presión de residencia puede ser también variada durante el tiempo de residencia. El proceso de rotación del husillo, también, puede ser alterado durante el

proceso de plastificación.

En este libro, las maquinas de moldeo por inyección con un husillo con válvula de no retorno para termoplásticos y para maquinas con husillo sin válvula de no retorno para plásticos termofijos están consideradas. Además maquinas de moldeo por inyección operada con aceite a presión o hidráulicas están incluidas.

Existen maquinas de moldeo por inyección en las cuales parte de ellas o toda la maquina están operadas por motores eléctricos. Como sea, en la actualidad las maquinas operadas por aceite a presión son las mas utilizadas y con respecto a los defectos generados en maquinas operadas eléctricamente los métodos para su corrección son los mismos o similares para aquellos que se presentan en las maquina con aceite a presión.

Con respecto a los moldes, solo el moldeo en frío esta considerado y no el moldeo en caliente. Además no se hacen descripciones para defectos de productos de moldeo en maquinas especiales como son maquinas de inyección pistón y/o de multicomponentes, para procesos de moldeo especiales

como son moldeo de inyección por compresión e inyección por asistencia de gas.

Como sea, se puede suponer la causa y el método de corrección por las descripciones mencionadas en este libro.

2 Clasificación de productos de moldeo defectuosos.

Existen muchas causas para la producción de productos con defectos. Existe una clasificación que es la siguiente:

- Selección del material a moldear es inadecuada.
- La capacidad de moldeo por inyección de la maquina es sobre estimada.
- Las condiciones de moldeo son inadecuadas.
- El diseño del molde es inadecuado.
- El diseño del producto es inadecuado.
- La habilidad para la inyección es sobre estimadas.

En el presente, el progreso en las técnicas de moldeo por inyección a hecho posible las maquinas de inyección y los moldes, así como la manufactura de piezas que se pensaba que era imposible.

Enseguida se da una clasificación de los defectos por tipos:

A Defectos de superficie

- | | |
|----|----------------------------------|
| A1 | Piezas Incompletas (Short Shot). |
| A2 | Marcas de Rechupe |
| A3 | Quemadura |
| A4 | Rayas Negras* |
| A5 | Neblina |
| A6 | Rayas Plateadas* |
| A7 | Marca de Flujo |
| A8 | Línea de Unión |

- A9 Jetting*
- A10 Material Extraño*
- A11 Brillo Desigual
- A12 Color Desigual
- A13 Punto Sucio**
- A14 Arañazo
- A15 Stickiness
- A16 Ampolla
- A17 Separación del Aditivo
- A18 Carencia de Transparencia
- A19 Superficie Porosa**
- A20 Punto Blanco**
- A21 Línea con Apariencia Inestable**

B Deformaciones y dimensiones inferiores

- B1 Curvación, Dobles y Torcedura
- B2 Carencia de Estabilidad Dimensional

C Crack, crazing and falta de Fuerza.

- C1 Agrietamiento y Fisuras
- C2 Emblanquecimiento
- C3 Crazing*
- C4 Agrietamiento Alrededor de Inserto de Metal
- C5 Carencia de Fuerza
- C6 Laminación*
- C7 Comentarisos Especiales de C1 a C6

D Otros defectos no causados por moldeo o por la máquina de inyección.

- D1 Se queda pegado el producto en el molde.
- D2 El producto se queda fijo en el molde.
- D3 Poros y Burbujas
- D4 Rellenado de Plástico en el Inserto Metálico
- D5 Insero Metálico Mal Posicionado
- D6 Daño en el Inserto de Metal
- D7 Variación del Espesor de Cara de Corte
- D8 La huella del botador se queda Hueca.
- D9 La huella del botador se queda inchada.
- D10 Rebaba
- D11 Comentarisos Especiales de D1 a D10

E Defecto causado por el molde

- E1 Tiempo Excesivo de Enfriamiento*
- E2 Tiempo Excesivo de Curado**
- E3 Sprue se queda en el molde
- E4 Resina Incrustada en el Perno de Botador y Slide
- E5 Comentarisos Especiales de E1 a E4

F Defectos causados por la maquina de moldeo por inyección

F1	Variación en el Volúmen de Alimentación del Material de Moldeo
F2	Plastificación Excesiva del Material de Moldeo
F3	Falta de Plastificación del Material de Moldeo
F4	Tiempo Excesivo para la Plastificación
F5	Variación en el Volúmen de Inyección
F6	Reducción del Volúmen de Inyección
F7	Generación de Ruidos durante la Plastificación
F8	Variación en la Velocidad de Inyección
F9	Tiempo de Inyección Excesivo
F10	Dificultad en Abrir en Molde
F11	Dificultad en Botar
F12	Comentarisos Especiales de F1 a F11

Nota:	*	Defectos que Ocurren solo en Termoplásticos
	**	Defectos que Ocurren solo en Plásticos Termofijos

3 Causas de defectos en productos moldeados.

En este capitulo, la causa de muchos defectos mencionados en él capitulo 2 son explicados. Algunas explicaciones de los caminos para la corrección de defectos son mencionadas por medio de la explicación del defecto, a pesar del hecho de que algunas duplicaciones de material en él capitulo 4 puedan ocurrir.

A Defectos en la Superficie

A1 Piezas Incompletas (Short Shot).

Este es un fenómeno en el cual alguna porción de la pieza moldeada esta faltante o incompleta. Este es uno de los mas frecuentes defectos.

Por supuesto, la causa de este defecto viene del hecho de que el material plastificado no alcanza el final del flow phat.

El primero de ellos es causado por una shortage de L/t del material moldeante. L/t significa la relación entre la longitud del flujo – L y el espesor del producto – t . Como sea, la longitud de la vena debe ser considerada dentro de la longitud de flujo L .

La selección de los materiales con buena fluidez y el aumento de la temperatura del plástico y molde son caminos eficientes para

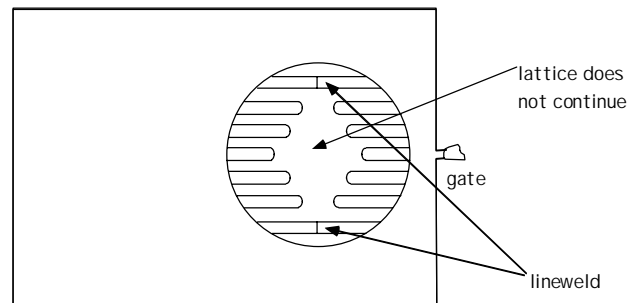


Figure 1 Short shot (1)

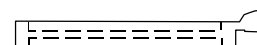
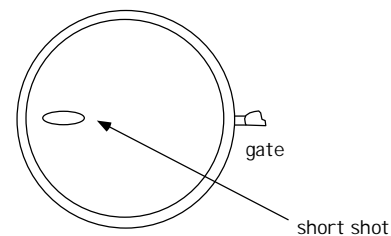


Figure 2 Short shot (2)

corregir este defecto y deben ser hechas como una buena costumbre.

Además para condiciones de moldeo, velocidades altas de inyección y presiones altas de inyección son necesarias. El molde además no debe impedir el flujo en el sprue, vena y especialmente en la entrada. Cuando los short shots ocurren, el molde es la razón más común y ordinaria, defectos de este tipo pueden ser detectados por el hecho de que la superficie del producto no es plano si no ondulada. Con el uso de CAD esto a llegado a ser corregido fácilmente de como era en el pasado.

La segunda razón que ocurre en este caso es donde algunos productos moldeados presentan short shot cuando otros están completos en moldes de múltiples cavidades. Esto es causado por la diferencia de presión en el plástico en las entradas y diferencia en las resistencias antes de las entradas.

En moldes de múltiples cavidades, es fundamental la distancia desde el sprue a las entradas de las cavidades sean iguales. Para corregir esto, las entradas de las cavidades que producen short shot deben ser alargadas. Para correcciones urgentes, pueden ser corregidas cambiando o modificando las condiciones de moldeo. Es decir, en condiciones de inyección por moldeo adoptar velocidades de inyección bajas hasta que el plástico alcance la entrada y entonces incrementar la velocidad de inyección.

La tercera razón para estos defectos es el aire en el molde. Los shorts shots causados por esta razón pueden ser detectados si solo una porción de los productos es faltante y las otras partes están completas. Este defecto también ocurre frecuentemente.

Antes de la inyección existe aire en el molde. Si el aire no escapa del molde, el aire es empujado y comprimido por el flujo de plástico o resina por presión y permanece al fin del proceso.

Como la presión principal del plástico en el molde es aproximadamente 400 Kg/cm² (por supuesto esta difiere de la presión de inyección o presión de residencia) es cero para ser aproximadamente 1/400 del volumen de aire contenido en la cavidad, sprue y venas al final de la inyección. Este volumen permanecerá al final del proceso.

Es necesario, entonces, que el aire escape por la línea de partición, espacio en el botador o los espacios en los insertos del molde. Para hacer esto bajo condiciones de molde, es necesario reducir o disminuir la velocidad de inyección al final del proceso de inyección. Para sacar el aire del molde es efectivo implementar un perno botador, perno ventilador de aire o ventilaciones poco profundas en donde el aire permanece. Si esta parte es la final de la cavidad, implementar pequeñas ranuras que tengan profundidades de 0.02 mm en la orilla de la cavidad. Estas ranuras son de estas dimensiones ya que es el espacio en donde el termoplástico no puede fluir.

Hay casos en donde el perno botador o ventilador no pueden ser implementados, por la apariencia o estructura del producto a moldear. En dado caso el único camino del eliminar o corregir este defecto es evacuando el molde antes de la inyección.

Para hacer estos requerimientos a un molde, una maquina de inyección en la cual la inyección comience después de la evacuación del molde sea completa y aun bomba de vacío.

Un incremento del costo del molde por el incremento del tiempo de ciclo y el incremento del costo del molde no pueden ser evitados entonces este método puede ser adoptado solo en casos especiales.

En el caso de termoplásticos, el short shot ocurre por el uso de temperaturas muy altas del molde.

A2 Marcas de Rechupe

Las marcas de rechupe es uno de los defectos mas frecuentes en el moldeo por inyección.

Cuando una parte gruesa del producto se encuentra lejos de la entrada, este defecto no puede ser evitado.

En el proceso de inyección de plástico la resina solidifica en la cavidad del molde, y los productos moldeados llegan a ser más delgados o más pequeños que el espacio del molde por causa del encogimiento. Cuando el espesor del grosor y la parte delgada son comparados, la reducción de las dimensiones varia. Esta es una de las causas de marcas de rechupe pero esta no es solamente la razón. En casi todos los casos, las marcas de rechupe son formadas por diferentes tiempos de enfriamiento.

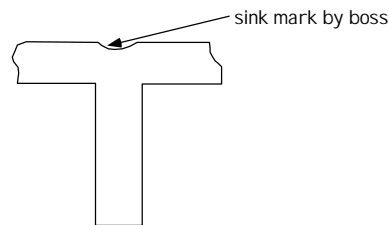


Figure 3 Sink mark

En el proceso de inyección, los plásticos solidifican en la cavidad del molde primeramente en la superficie. Por lo tanto, las partes delgadas solidifican bajo presión inicialmente, y entonces no existe presión en el plástico en el momento de la solidificación de la parte central de la parte gruesa lejana de la parte delgada. Como los plásticos son materiales visco-elásticos y por lo tanto la densidad varia con la presión. Por lo tanto el encogimiento de la parte gruesa del producto se vuelve mayor que el encogimiento de la parte delgada. Esta es la razón principal para la aparición de marcas de rechupes.

Para esto, se puede entender que los termoplásticos cristalinos que tiene mayor encogimiento son propicios a mostrar marcas de rechupes mayores, y los plásticos que tiene características menores de encogimiento como el FRTP muestran marcas de encogimiento raramente. Mas aun se entiende que las marcas de encogimiento se muestran al final del proceso.

Por lo tanto, el camino para reducir este defecto es solidificar el plástico bajo presión. Para mantener esta condición, la presión de residencia debe ser alta al momento de la solidificación. Si la presión de residencia es mantenida alta constantemente, existe la posibilidad de sobreempacar en la parte de la entrada.

Por lo tanto, la presión de residencia debe ser menor al final del tiempo de residencia.

En el moldeo, la entrada debe ser localizada en la parte gruesa del producto y las dimensiones de la entrada deben incrementarse lo suficiente. Además de esto, venas angostas y sprues dañados conducen a los mismos resultados.

Para fabricar o manufacturar productos que no tengan marcas de rechupe, existen caminos especiales de moldeo por inyección, moldeo por inyección expandido y moldeo por inyección comprimido o por compresión.

El moldeo por inyección expandido es un método en donde los pellets cubiertos con un agente espumante son usados como material moldeante, usando una máquina de inyección equipada con una boquilla shut-off o aislante. Por este método los productos moldeados pueden ser obtenidos sin marcas de rechupe; de cualquier manera, la superficie del producto está cubierta por "rayas plateadas", y por lo tanto no pueden ser usados para partes externas sin pintar.

El moldeo por inyección de compresión es un método que combina moldeo por inyección y moldeo por compresión. Para seguir este método, parte o toda la cavidad debe ser movida para comprimir. Para realizar el moldeo, el plástico debe ser inyectado en la cavidad al principio y después de la solidificación de la entrada, el plástico en la cavidad debe ser comprimido por el movimiento de la parte o de toda la cavidad.

Productos que no tienen marcas de rechupe pueden ser manufacturados; de cualquier modo, la construcción del molde es complicada y maquinado de precisión del molde es necesario y el costo de manufactura del molde es alto. Mas aun un mecanismo de compresión y una máquina de inyección especial son necesarios.

A3 Quemaduras.

Este fenómeno es causado principalmente por el aire en el molde, el cual es descrito en la tercera parte de A1. Posiblemente sabrá que la temperatura del aire se incrementa por una compresión adiabática como se observa en un compresor de aire. La temperatura del aire se incrementa en lugares donde ordinariamente se presentarían shorts shots y quemaduras del plástico. La forma de evitar este fenómeno es el mismo al descrito en la tercera parte de A2. Si ocurre al final del proceso, la forma de evitar será reduciendo la velocidad de inyección o permitir que el aire escape del molde por medio de ventilación. Cuando una línea de unión se quema, la velocidad de inyección debe reducirse. Por supuesto no ocurrirán quemaduras cuando se aplique evacuación al molde.

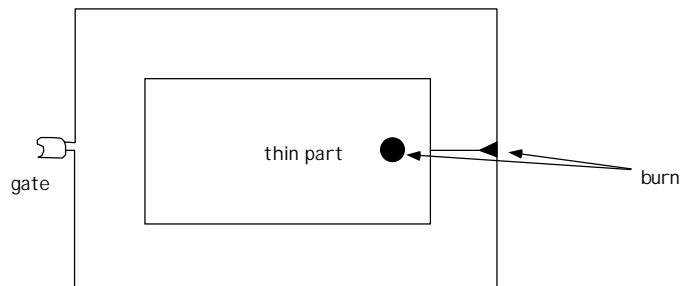


Figure 4 Burn

A4 Rayas Negras.

Este fenómeno en el cual rayas negras se presentan a lo largo de la dirección del flujo de

plástico desde la entrada sobre la superficie del producto moldeado. Esto es causado cuando el plástico que contiene el material degradado y oscuro es inyectado.

Por supuesto, las temperaturas elevadas del plástico causan una descomposición del material, pero además descomposición de aditivos como son retardados de flama pueden ser causantes también.

Existen además casos en los cuales los plásticos tienen degradación por la retardación del plástico porque el daño de las partes de la máquina de inyección como es el cilindro y el tornillo.

A5 Opaco.

Este es un fenómeno en el cual el brillo de la superficie no es suficientemente bueno. Algunas veces esto es causado por la descomposición del material moldeado, sin embargo, en algunos casos esto es causado también por el uso excesivo de agente desmoldante e insuficiente pulido del molde.

A6 Línea de Plata

Este es un fenómeno en el cual corren líneas blancas sobre la superficie del producto moldeado, a lo largo del flujo en la entrada. Este defecto ocurre de la evaporación de material volátil que contiene la mezcla de plástico. La razón de que aparezca como una línea de plata se describe abajo.

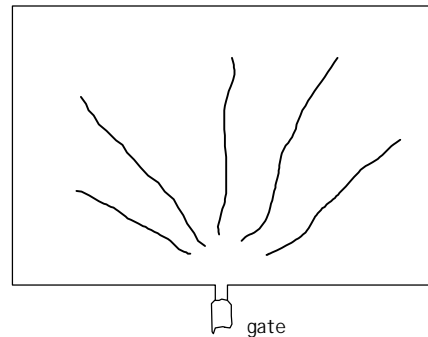


Figure 5 Silver streak

En el calentamiento del cilindro de la máquina de moldeo por inyección, el material volátil en el plástico está disuelto o condensado en forma líquida por presión; y después de que el plástico deja la boquilla de la máquina de moldeo por inyección, este material volátil puede ser gas contenido en forma de pequeñas burbujas y se marcan sobre la superficie del producto moldeado.

Por lo tanto, las líneas de plata ocurren en casos cuando se hace una mezcla de plásticos o cuando ocurre una descomposición de un plástico de las condiciones de moldeo por inyección. Este defecto puede ser evitado cuando se previene este fenómeno. Las líneas de plata que se presentan en algunos plásticos tales como ABS principalmente se deben a las condiciones donde es almacenado o al presecado que se le da.

A7 Marcas de Flujo.

Este fenómeno aparece sobre la superficie del producto moldeado.

Este fenómeno se presenta cuando el material solidifica haciendo contacto intermitente con la superficie fría del molde. Como los plásticos requieren de un flujo laminar es necesario bajar la velocidad de inyección o aumentar la temperatura del plástico y el molde. Sin

embargo, estas condiciones de moldeo alargan el ciclo de moldeo. Por lo tanto, para evitar esto, la reducción de la velocidad de inyección se deberá hacer solamente hasta el punto en que el plástico pase la región donde ocurre la marca de flujo, y la velocidad de inyección se incremente eficientemente.

A8 Línea de Soldadura.

La línea de soldadura es también conocida como marca de soldadura. Este fenómeno aparece cuando el producto moldeado tiene un agujero en su forma, cuando el producto tiene partes delgadas y cuando se usa más de una entrada para la cavidad del molde. Cuando el flujo de los plásticos dentro del molde, la temperatura del plástico durante el flujo puede ser más fría al contacto con el molde frío.

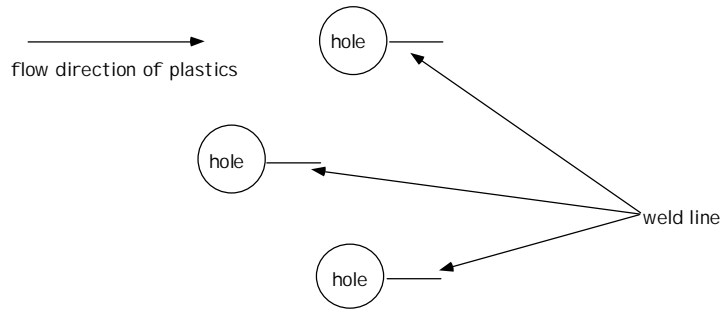


Figure 6 Weld line
(example of appearance of weld line behind holes)

Por lo tanto, la apariencia de una línea de soldadura no puede ser evitada donde dos flujos se unen. Por esta razón esta es la dificultad para remover una línea de soldadura. Sin embargo, este puede ser más delgado. Para hacerlo más delgado, es necesario usar un flujo de material más alto para aumentar la temperatura del plástico en el punto de la línea de soldadura, para evitar un obstáculo del flujo por presión de aire y para usar alta temperatura en el molde.

Hay otras razones para disminuir las líneas de soldadura. Estos son causados por agentes que libera el molde. Cuando también el molde libera muchos agentes, estos se liberan y durante la inyección son impulsados hacia adelante por los plásticos inyectados, y los agentes liberados en el molde son colectados en el pico del flujo de los plásticos. Cuando este fenómeno ocurre, el flujo del plástico se une y la línea de soldadura se forma fuertemente.

A9 Jetting.

Este es un fenómeno en el cual una línea ondeada parte de la entrada sobre la superficie del producto moldeado. Este fenómeno ocurre cuando el plástico solidifica sobre la superficie del molde, manteniendo la forma de una cuerda de la entrada y no funde dentro de los plásticos inyectados después. Este defecto ocurre solamente cuando los plásticos son inyectados en forma de una cuerda. Por lo

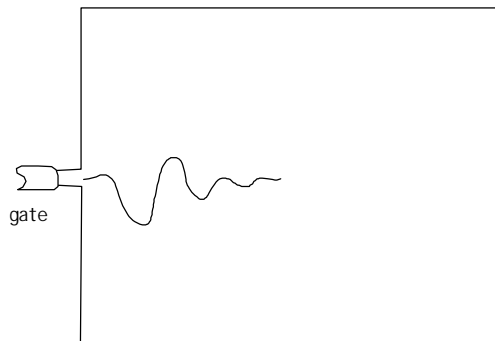


Figure 7 Jetting

tanto en otros casos, estos defectos ocurren en productos moldeados por inyección a través de la entrada. Este defecto no ocurre en el caso de productos moldeados por inyección por otras entradas tales como una entrada directa.

A10 Material Extraño.

Este es un fenómeno en el cual material extraño se incrusta en productos moldeados. Este defecto ocurre cuando no se hace bien el purgado, cuando el material extraño está en el reciclado y también cuando el mal está presente en la máquina de moldeo.

A11 Brillo Desigual.

Este es un fenómeno en el cual el brillo de la superficie del producto moldeado es parcialmente. Este defecto ocurre cuando la temperatura del molde es baja, cuando el pulido del molde no es bueno y cuando el molde libera muchos agentes usados.

A12 Color Desigual.

Este es un fenómeno en el cual el color de la superficie del producto moldeado no es bueno. Este fenómeno ocurre cuando la dispersión del pigmento no es suficiente y cuando se descompone en el cilindro de la máquina de moldeo por inyección, por la estabilidad del pigmento. También, este efecto ocurre en el caso cuando el cambio de color no es suficiente. En el caso donde se usa el secado de color, ocurre la dispersión insuficiente del pigmento y se presenta cuando el mezclado no es suficiente.

Sin embargo, ahí hay un caso en el cual la variabilidad del color no puede ser evitada debido a la naturaleza del pigmento. Esto ocurre cuando se usa el pellet del pigmento tal como pellet de aluminio y el porcentaje de pigmento usado. Por que este pigmento de pellet fluye en paralelo al flujo de plásticos durante la inyección, el color del producto moldeado varía cuando el pellet de pigmento toma al azar un orden en lugares tales como el vecindario de la entrada, en el área cerca de la línea de soldadura y al final del flujo. La variación de color ocurre por esta razón no puede corregirse ajustando las condiciones de operación.

A13 Manchas de Secado.

Este es un fenómeno en el cual una mancha de secado aparece sobre la superficie del producto moldeado. Esta es una inferioridad que aparece solamente en los plásticos termocompuestos, y vienen de plásticos termocompuestos que contienen mezclas y escurren los ingredientes del plástico termocompuestos.

A14 Rayas de Producto.

Este es un fenómeno en el cual aparecen rayas sobre la superficie del producto moldeado. Esto ocurre cuando hay algo en el molde a la dirección de inyección, tal como un error en la fabricación del molde o plato y almacenamiento de aire de acuerdo al mate o textura de la superficie del molde. Sin embargo, esto ocurre también cuando el producto moldeado es botado y los pernos botadores no están bien balanceados.

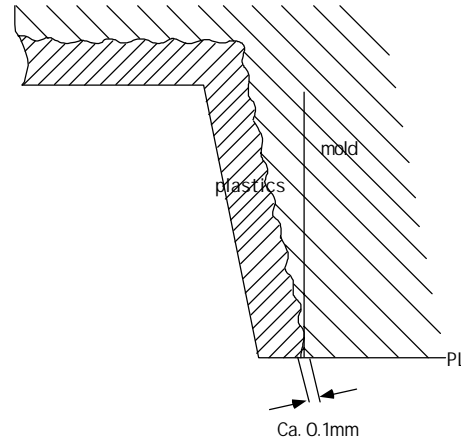


Figure 8 Texture
(Figure shows that texture causes scratch easily)

A15 Pegado de la Pieza.

Este es un fenómeno en el cual el producto moldeado se queda pegado. Sin embargo, esto ocurre raramente. Esto ocurre cuando hay escurrimiento de una sustancia incompatible del material moldeado y también cuando el molde libera mucho agente usado.

A16 Ampollas.

Este es un fenómeno en el cual se presentan ampollas sobre la superficie del producto moldeado. En el caso de los termoplásticos, esto ocurre en plásticos expandidos solamente, y esto es causado por el enfriamiento insuficiente del producto moldeado. En el caso de plásticos termofijos, esto es causado en todos los casos por la humedad generada por la reacción de curado.

A17 Separación del aditivo

Este es un fenómeno en el cual el aditivo se exuda del producto moldeado. Esto ocurre muy rara vez.

A18 Falta de transparencia

Este es un fenómeno en el cual la transparencia esperada no ha podido ser obtenida. Casi siempre esto es causado por el pulido insuficiente de la superficie del molde. Sin embargo, hay plásticos cuya transparencia difiere con la velocidad de enfriamiento del producto moldeado, y hay un caso en el que la descomposición térmica del plástico por muy alta temperatura del mismo causa la reducción de la transparencia también.

A19 Superficie porosa

Este es un fenómeno que ocurre solamente en los plásticos termofijos. Hay dos causas para esta inferioridad. Uno es el principio de un tiro corto, y en este caso, las partes porosas

están presentes en toda la superficie del producto moldeado. El otro es cuando el aire está presente y en algunas porciones, ocurren quemaduras de poros.

A20 Mancha blanca

Este fenómeno ocurre en amino plástico tal como resina de urea en casi todos los casos. El sobrecurado es el origen de la aparición de este defecto.

A21 Línea que tiene apariciones inestables

Este es un fenómeno que ocurre solamente en los plásticos termofijos. La causa de este defecto es la humedad que se desarrolla por la reacción de curado de los plásticos termofijos.

B Deformación y dimensión inferior

B1 Curvado, doblado, torcido

Esta inferioridad es una de las más difíciles de corregir. Esto viene de la diferencia de la contracción del molde en las direcciones de los flujos, o contracciones en la dirección del flujo y perpendicular a él. La diferencia de la contracción del molde ocurre por la diferencia en el espesor del producto moldeado y por la diferencia de la temperatura del molde también.

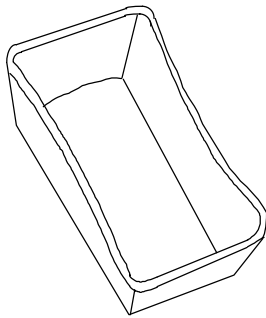


Figure 9 Inside warp of square box

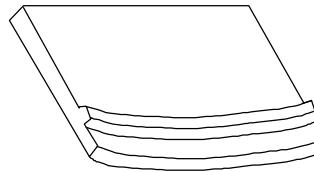


Figure 10 Warp by rib

Por ejemplo, una caja cuadrada moldeada por inyección tiende a ser estrecha en el centro de las paredes laterales, y esto es muy difícil de corregir. Por lo que, este alabeo es a veces corregido por el uso de una plantilla de enfriamiento. También, a veces se intenta llevarla a ser cuadrada. En este intento, las partes centrales de las paredes laterales del molde son pandeadas, y el producto moldeado se aproxima a un cuadrado después del moldeo.

El alabeo que ocurre por la diferencia de espesor puede corregido por el diseño del producto a moldear. Cuando el alabeo ocurre en un producto con costilla, agregar una costilla en el lado contrario que cancele el alabeo es un modo muy efectivo de corregir esa

inferioridad. El curvado y la figura 9 Alabeo interno de la Figura 10 Alabeo por costilla el doblado son corregidos caja cuadrada también, proveyendo la diferencia de temperatura de las mitades del molde.

En un producto largo como una varilla, la regla fundamental es colocar la entrada en un extremo. Más aún, en un producto largo como un tubo es a veces necesario adoptar una entrada tal como la entrada de anillo en la parte más alta de un extremo.

A veces, se da el caso de que el alabeo se ha originado por una fuerza inusual durante la eyección, y en este caso, el alabeo puede ser eliminado por la corrección del molde de tal forma que la fuerza inusual no sea necesaria.

B2 Falta de estabilidad dimensional

Esta categoría de defecto incluye varias inferioridades. Para la falta de estabilidad dimensional causada por el alabeo del molde ver D 7 Variación en espesor, y para molde con inserto de metal ver D 5 Error de posición del inserto de metal.

Uno de los defectos en esta categoría es causado por la variación de lote a lote de los materiales para moldeo y la variación de las condiciones de moldeo. En los casos donde se requieren dimensiones muy estrictas, aún las corrientes de aire que sopla la máquina de moldeo por inyección pueden causar variación en las dimensiones. Más aún, la variación de la temperatura del lugar donde se efectúa el moldeo por inyección causa variación de las dimensiones en los productos moldeados.

Algunos tipos de plásticos como la poliamida 6 y 66 son hidrófilos. Estos plásticos cambian sus dimensiones como resultado de la humedad del aire.

Cuando estos plásticos absorben humedad, las dimensiones se incrementan, y cuando se desabsorbe, las dimensiones decrecen.

Esto es molesto porque el producto moldeado inmediatamente después de ser moldeado está completamente seco, y al estar en espacio abierto, las dimensiones crecen y toma largas horas para alcanzar el equilibrio. Por lo que, a veces el producto moldeado es inmerso en agua caliente; sin embargo, el tiempo de inmersión debe ser determinado después de experimentación.

Los termoplásticos cristalinos tales como el poliacetal varían en sus dimensiones bajo diferentes condiciones de moldeo. Cuando son moldeados en condiciones donde la temperatura del molde es fría, sus dimensiones vienen a ser grandes por la falta de tiempo para cristalizar, y sus dimensiones decrecen después de reposar. Sin embargo, cuando los productos son moldeados bajo condiciones donde la temperatura del molde es suficientemente caliente, las dimensiones se hacen pequeñas, y no ocurren cambios detectables de dimensiones del producto moldeado después de reposar.

Es muy difícil lograr dimensiones exactas con defectos tales como los B1 Curvado, doblado y torcido. Por lo que, la corrección de dimensiones es muy difícil cuando la estabilidad de dimensiones tiene relación con curvado, doblado o torcido.

Hablando en forma general, a diferencia del maquinado de metal, es muy difícil producir productos moldeados que sean cuadrados o redondos, con tolerancias pequeñas de defecto usando el proceso de moldeo por inyección.

C Grieta, cuarteadura y falta de resistencia

C1 Grieta y fisura

Este es un fenómeno en el cual los productos moldeados se agrietan o se fisuran por la eyección del producto moldeado. Este fenómeno puede ocurrir por la descomposición del material de moldeo por condiciones extremas de mal moldeo. Pero las principales razones de este fenómeno son causadas por el amarre o la falta de tracción debido a un error del fabricante del molde o del diseño del producto, por el amarre causado por una eyección oblicua debido a un mecanismo inadecuado de eyección, y por la fuerza excesiva de eyección por la falta en número de pernos de eyección o la escasez de área de los pernos de eyección.

Porque sí, este defecto ocurre fácilmente en plásticos quebradizos tales como poliestireno de propósito general y polimetil metacrilato y no ocurre fácilmente en plásticos dúctiles tales como policarbonato, poliestireno de alto impacto y ABS.

En los casos en que este defecto es causado por amarre o por eyección oblicua, el molde debe ser reparado. También, una grieta que ocurre en la celosía de aparatos domésticos electrónicos puede ser causada por el pulido insuficiente y un mecanismo de eyección insuficiente del molde.

En los casos cuando la grieta no ha ocurrido en los plásticos dúctiles, el defecto C 2 Blanqueado ocurre en los plásticos como poliestireno de alto impacto y ABS.

C2 Emblanqueamiento

Este es un fenómeno en el cual un rastro del perno botador blanquea. En los casos en los cuales los plásticos quebradizos tales como poliestireno de propósito general o polimetil metacrilato son usados, este defecto procede a fracturarse o agrietarse. En el caso cuando se usan plásticos dúctiles como poliestireno de alto impacto y ABS, esto es visto como blanqueado.

Debido a que el origen de este defecto es el mencionado arriba, la forma de corregirlo es igual a lo dicho en C 1 Grieta y fisura.

El blanqueado pequeño puede ser reparado mediante el calentamiento con un soplete de aire caliente; sin embargo, este es un método de reparación temporal, y la reparación fundamental del molde para que pueda fácilmente botar debe llevarse a cabo inevitablemente.

C3 Cuarteadura

Este es un fenómeno que no ocurre inmediatamente después del moldeo, pero ocurre después de un lapso de tiempo del moldeo. La cuarteadura significa fracturas pequeñas, que ocurren después de reposar algunos días, en la superficie del producto moldeado por esfuerzos internos, y los cuales ocurren frecuentemente en el poliestireno de propósito general. Este defecto ocurre cuando la presión de inyección o la presión de sostenimiento, particularmente la presión de sostenimiento, es excesiva. Como las partes cercanas a la entrada son más probable que reciban presión excesiva, reduciendo la presión de sostenimiento al final del llenado es un modo efectivo de eliminar la aparición de este fenómeno.

Los esfuerzos internos pueden ser eliminados por el revenido de los productos moldeados. La temperatura del revenido debería ser algo más baja que la temperatura de deflexión bajo carga para termoplásticos amorfos, y algo más baja que el punto de fusión de cristalización para los termoplásticos cristalinos.

C 4 Grieta alrededor del inserto de metal

En el producto moldeado que contiene insertos de metal en el molde, a menudo ocurre una grieta alrededor del inserto de metal. Este fenómeno ocurre como ocurre el esfuerzo alrededor del inserto de metal porque los plásticos se contraen por la solidificación y la diferencia de temperatura pero el inserto de metal se contrae solamente por la diferencia de la temperatura en el moldeo por inyección.

Especialmente en los casos donde el espesor del plástico alrededor del inserto de metal es pequeño comparado con el del inserto de metal, el agrietamiento a menudo aparece, y la eliminación de éste es difícil. Aún en los casos donde la grieta no ocurre inmediatamente después del moldeo, algunas veces el agrietamiento ocurre después de un lapso de algunos días.

Por lo tanto, frecuentemente es llevado para usar insertos de metal precalentados para reducir la frecuencia de la inferioridad. Hay una manera para usar instalando insertos de aluminio o insertos de bronce también.

También hay una manera para minimizar el rompimiento, reducirlo o evitando las líneas de soldadura para la sección de la posición de la entrada. En casos donde no se puede romper evitando los insertos en el molde, hay una manera para empujar mecánicamente los insertos de metal, usando un tipo especial de inserto y un método de empujado usando insertos de metal soldados por ultrasonido. Además hay un caso donde el inserto es adherido con un adhesivo plástico frágil tal como un termofijo en una operación secundaria.

C5 Falta de Resistencia

Este es un fenómeno en el cuál los productos moldeados pueden ser comparados con su resistencia ordinaria.

Este fenómeno ocurre por varias causas: el primero de estos es en el caso de que ya debilitado el material usado en el molde. Termoplásticos son substancias de pesos moleculares altos y pueden ser tan pequeños con un valor limite, los plásticos pueden ser frágiles o débiles. Hay muchas razones para esto; sin embargo dos de estas son las más importantes. Una de estas es hidrólisis de moléculas. Este fenómeno ocurre solamente en pocos plásticos, es decir, una falta de estabilidad hidrolítica tal como el policarbonato, tereftalato de polietileno y poliarilato. También este plástico necesita de un presecado.

Otro de estos es descomposición térmica de plásticos. Esta descomposición térmica ocurre por condiciones de moldeo, el cuál puede ser mencionado después, sin embargo más importante es el excesivo uso de reciclado.

Porqué los plásticos son calentados en el cilindro de la máquina de inyección, el peso molecular de los plásticos de productos moldeados, sprue y venas pueden ser inevitablemente tan pequeños de los plásticos usados como material de moldeo. Por lo tanto, cuando se usa mucha reciclado también, o cuando los reciclados son repetidos, los productos moldeados son obtenidos son débiles porque el peso molecular es pequeño. Sin embargo la extensión en la disminución del peso molecular varía excesivamente de plástico a plástico.

Algunos plásticos no pueden ser reciclados por la disminución grandemente de peso molecular para una operación de moldeo, pero algunos plásticos apenas cambian sus pesos moleculares en una operación de moldeo. Y también no pueden determinar que porcentaje de reciclado es aceptable generalmente. También los plásticos termofijos no pueden ser reciclados como la estructura molecular varía para operaciones de moldeo excepto cuando se uso un relleno.

La segundo de estas causas puede ser característica del plástico mismo. Esto no es en general, por ejemplo hay poliamida 6 y 66. Este plástico adquiere su resistencia normal por la absorción de humedad de la atmósfera. Por lo tanto los productos moldeados inmediatamente después del moldea o son quebradizos porque hay perfectamente un estado de secado.

Algunos de estos fenómenos son observados en invierno en la costa del pacifico de Japón, porque la humedad de la atmósfera de esta temporada es muy poca.

La tercera de estas causas viene de condiciones de moldeo impropias. Estas pueden ser divididas en razones severas. La primera de estas viene de la disminución de pesos moleculares causada por la descomposición térmica.

Como ya fueron mencionadas, los productos moldeados pueden ser frágiles por la disminución de pesos moleculares. Esto ocurre cuando la disminución de la temperatura del plástico en el cilindro de inyección es también alta, o el tiempo de residencia del plástico en el cilindro de inyección es también largo, por el uso también grande de una máquina de moldeo por inyección comparada con los productos moldeados, o por un tiempo de ciclo muy grande. La segunda de estas viene del factor de unión de plásticos en las líneas de soldadura no es suficiente por el uso tan bajo de la temperatura en el cilindro. Estos

defectos vienen también mucho de los agentes de relajación en moldes, como ya mencionados en A 8 líneas de soldadura.

Una cuarta causa viene del diseño del molde. Esta es causada también por la fuerza de las líneas de soldadura, estas fueron mencionadas en la segunda sección de la tercera causa. Cuando este fenómeno ocurre en termoplásticos con fibra reforzada o polímeros de cristal líquido, este es muy difícil para corregir, y este plano es una causa de la inferioridad no puede ser corregida a excepción cuando es usado un método de moldeo por inyección especial.

C6 Descasacarrillado

Este es un fenómeno en el cuál el producto moldeado es desgajado. Este fenómeno puede ocurrir cuando los plásticos no son miscibles en la inyección, por instancia el polipropileno es inyectado después ABS con suficiente purga.

También este defecto puede ocurrir por instancia cuándo los plásticos, polietileno de alta densidad son inyectados a una temperatura de molde baja.

C7 Comentarissos Especiales de C1 a C6

C1, C2, C3: Cuarteaduras, Fisuras y Emblanquecimiento

Las cuarteaduras (crazing) son un sinnúmero de “grietas capilares “que aparecen en la superficie del producto moldeado, y las fisuras son las grietas más grandes que llegan a separar las partes del producto moldeado. Por esto, es un error pensar que la fisura pequeña es una cuarteadura (crazing). (Obviamente a veces las cuarteaduras pueden desarrollarse hasta convertirse en fisura.)

Por otra parte, el emblanquecimiento a que se hace referencia aquí es el fenómeno que se presenta al doblar el producto moldeado, o en el momento de meter en forma forzada un pin en un orificio, o a veces al forzar la extracción del producto en el momento del desmoldeo, de tal manera que se recibe principalmente un fuerte esfuerzo a la dirección de tensión. Es un fenómeno de dispersión de la luz que antes era absorbida o traspasaba, ocurre por el microcambio estructural debido al esfuerzo generado en el producto moldeado por las razones antes mencionadas.

Estos tres fenómenos pueden presentarse en el momento del trabajo de moldeo o dentro de un tiempo relativamente corto después del moldeo. En otras ocasiones también pueden aparecer en el siguiente proceso o a veces en el mercado, así que hay dos momentos diferentes de la aparición, y hay que diferenciarlos claramente. Es decir, cuando aparecen de la primera forma, la causa puede estar en el mismo molde o en la forma de operación de moldeo como son; problema en Undercut, falta de inclinación en el desmoldeo y/o un botado forzado, incluyendo condiciones inadecuadas de moldeo. En cambio, cuando aparecen de la segunda forma, es necesario revisar bien la situación del problema para tomar las medidas adecuadas.

Dentro de los casos de cuarteaduras los más frecuentes son debido al transcurso del tiempo,

sobre todo cuando el producto está expuesto por mucho tiempo en un ambiente de alta temperatura, rayos ultravioletas y/o la lluvia y vientos, normalmente es fácil de generar cuarteaduras. Este fenómeno se acelera rápido si el producto continuamente está sometido a esfuerzo.

En el caso de la resina que contiene mucho volumen de plastificante como la resina de cloruro de vinilo, pueden ocurrir cuarteaduras debido a la dispersión del plastificante. En esta situación, en muchos casos no llega hasta la ruptura de la cadena molecular, por lo tanto si se mezcla de nuevo agregando el plastificante, se podrá utilizar el material de nuevo. Pero en cuanto a las cuarteaduras que se ven marcadamente en la resina general para el moldeo, sobre todo en la resina de grupo de poliestireno, es mejor considerar que ya las cuarteaduras están llegando hasta el grado de romper toda la cadena molecular, por lo tanto se va a necesitar mucho cuidado al reciclar el material.

Las fisuras, generalmete conducen directamente a la fractura. Y la cara de fisura se considera como la cara de fractura. Hay tres tipos diferentes de los accidentes de fractura ocurridos en el mercado.

El primer tipo está causado por el deterioro de la resina, es decir no se mantienen las propiedades de resistencia que tiene dicha resina.

El segundo tipo es la fractura causada por una fuerza externa e inesperadamente grande.

En el tercer tipo, no se recibió más que la acción de una fuerza externa esperada, y sin embargo ésta rebasó el valor del cálculo de diseño en algún sentido.

En el caso de los accidentes provocados por el deterioro, o sea del primer tipo, como principio el peso molecular se reduce. Es posible confirmar esto a través de la medición del peso molecular por M.I.(Melt Index).

Este tipo de accidente ocurre mucho en la resina del grupo de condensación como la del grupo poliéster, y principalmente debido a la falta de secado en el momento del moldeo.

Otra causa es cuando el material se deja mucho tiempo en la máquina, por alguna razón, con el cilindro a alta temperatura. Otra causa más es cuando se le deja expuesta por mucho tiempo a la lluvia, viento, fuertes rayos ultravioletas.

En el caso de la resina que contiene alto volumen del plastificante, y se deja expuesta a una temperatura relativamente alta, después de un tiempo tiene la propensión a quebrarse.

Lo común en todos estos casos es el estado de la cara de fractura; quiere decir que si están en el estado normal, estas resinas muestran la cara de fractura con estiramiento, pero, en estos casos todos tienen la cara de fractura sin “estiramiento” como ocurre al romperse el vidrio.

En el segundo caso en que la fractura fue causada por una fuerza externa e inesperadamente grande, la ocurrencia de este tipo de accidente es bastante reducida y la cara de fractura es sumamente parecida a la cara de fractura ocurrida por la prueba destructiva. Es decir, en general se puede observar el fenómeno de “estiramiento” en la cara de fractura. Aunque obviamente no se puede observar la reducción del peso molecular.

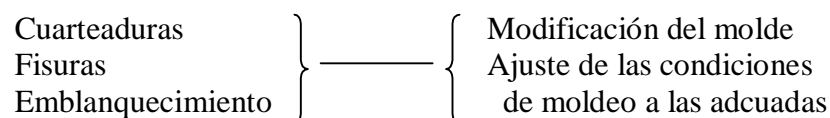
El tercer caso ocurre cuando la fuerza exterior recibida está dentro del rango permitido y esperado, pero se pasa del límite de la destrucción por fatiga, de tal manera que termina

rompiéndose. En este caso, hay siempre el punto de inicio de fractura, y el “defecto” empieza a expandirse gradualmente en forma de concha hasta llegar a fracturarse. La primera causa representativa de este punto de inicio de fractura es algún “daño” generado por alguna razón, y la segunda causa es la concentración de esfuerzos provenientes de la forma del mismo producto, y la tercera es el esfuerzo interno formado y acumulado por las condiciones de moldeo (incluyendo la posición de la entrada de la resina) y/o la presencia de la orientación.

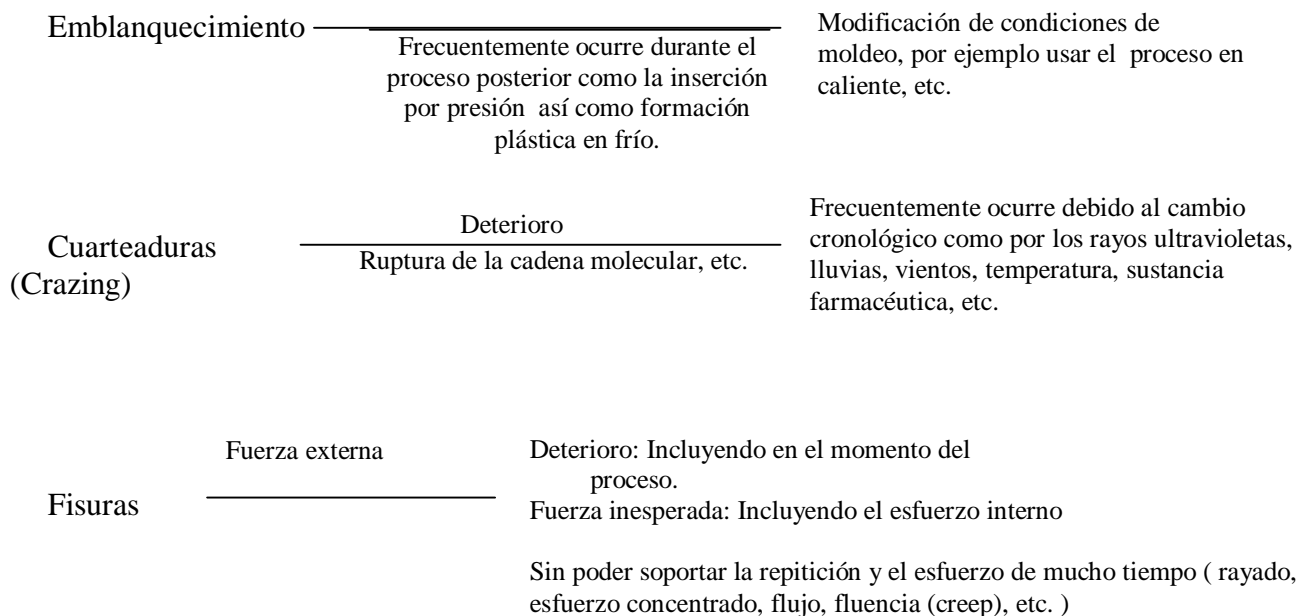
En el caso de emblanquecimiento, se debe principalmente por el esfuerzo interno como se ha mencionado antes. Por lo tanto es factible resolver este problema sólo por aplicar aire caliente o por el tratamiento térmico. Si se deja solo sin hacerle nada, a veces desaparece solo el problema, pero tampoco se puede negar que existe la posibilidad de convertirse en cuarteadura y/o en fisuras.

Sin embargo, no se genera en forma cronológica, por lo tanto es importante hacer la operación de moldeo de tal manera que no suceda el emblanquecimiento.

En el momento del moldeo:



Después del moldeo:



C4. Grieta alrededor del inserto de metal

Causas: Contracción de la resina moldeada » Metal
 Unión de flujo

Contra medidas: Precalentamiento de la pieza metálica de inserción
 Contra medidas de línea de unión de flujo
 Cambio al proceso posterior

C5 Falta de resistencia

1. Deterioro (Reducción del peso molecular)
 - a) Hidrólisis debido a la presencia de humedad. (Resina del grupo de poliéster como policarbonato, polietileno tereftalático, poliarilato)
 - b) Exceso de un uso repetido (Material reciclado)
(Incluyendo el mal control del material reciclado)
 - c) Retención dentro del cilindro (Incluyendo la retención parcial de la resina de fácil degradación)
2. Hay resinas que logran obtener la resistencia nominal a través de la absorción de humedad. (Grupo de nilón)
3. Condiciones de moldeo no adecuadas (Insuficiencia en la plastificación, línea de unión de flujo, exceso del esfuerzo acumulado, etc.)

C6 Descascarillado

Fenómeno: Se descascarilla la superficie del producto como si fuera mica.

Causas: Básicamente debido a la miscibilidad de las resinas.

- Se moldeó sin limpiar bien la resina de mala miscibilidad.
- Se moldeó sin mezclar bien las resinas de mala miscibilidad.
- Se moldeó en un estado de plastificación insuficiente como la baja temperatura del cilindro.

D Otros defectos no causados en el moldeo y/o máquinas de moldeo por inyección

D1 Se queda pegado el producto en el molde.

Este es un fenómeno por el cuál los productos moldeados son amarrados al molde. Por lo tanto esto pasa en materiales termoplásticos. Para evitarse esto el molde debe limpiarse y los productos moldeados deben solucionarse completamente. El plato cromado del molde, también es eficiente.

D2 El producto se queda fijo en el molde.

Este fenómeno de se parecerse D 1 Adhesión al molde de productos moldeados, sin embargo, en este caso no es atadura, pero solamente el producto moldeado es fuertemente agarrado en el molde porque el molde encoge.

Por lo tanto la razón de esto viene de l agarre del producto moldeado al molde por una fuerza grande de eyección, por el amarre o la forma del producto.

En casos donde este fenómeno viene de condiciones de moldeo, tales como presión de inyección excesiva, estas pueden ser corregidas por una inyección más baja y una presión de sostenimiento.

Sin embargo, estas razones prevalecen y vienen de la estructura de productos moldeados. Tales productos como pared delgada en tazas y bocinas de rejillas, aplicaciones domésticas y otros ejemplos. En este caso, los agentes relajadores en el molde son usados, sin embargo, incremento de tiro, encerado del molde, incremento de los pernos botadores y modificación del sistema de eyección puede ser considerado. Algunos tipos de eyección son de aire comprimido en casos de tazas con pared delgada. Hay otras razones por la cuál ocurre en la máquina de moldeo por inyección. Por el amarre de productos moldeados pueden ser estas algunas razones, ver F 10 Dificultad al operar un molde y F 12 Dificultad en eyección.

D3 Poros y Burbujas

Hay dos tipos de inferioridades que pueden ser llamadas por este término.

Uno de estos ocurre en el centro de la parte gruesa de un producto moldeado y este viene del encogimiento de plásticos en el molde. Otro de estos es una pequeña burbuja que aparece en la parte entera del producto moldeado.

El vacío o la burbuja aparecen en la parte gruesa de productos moldeados y es causada por el encogimiento en el molde y esto necesariamente ocurre en el moldeo por inyección. Esto ya se había mencionado en A 2 marcas de flujo esto no puede debilitarse evitando que las partes gruesas existan después de una parte delgada. El vacío es un fenómeno en el cuál la debilidad es generada dentro de una pared gruesa en el lugar de la superficie. Porque esto, algunas veces esto es llamado debilidad interna. En el moldeo por inyección, los plásticos solidifican del exterior de un producto moldeado y después de esto la presión de

sostenimiento no trabaja, ocurre encogimiento, y el encogimiento proviene de lo mencionado arriba en marcas de flujo.

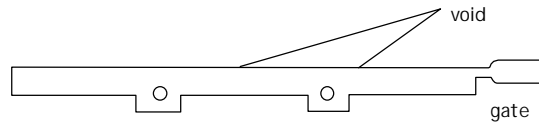


Figure 11 Void

Sin embargo, cuando las partes son gruesas solidifican de la superficie exterior descarapelandose por una fuerte debilidad que no puede ser generada y el vacío es generado a pesar de las marcas de flujo. Por lo tanto el aire es sometido en vacío inmediatamente después de estar

Esta burbuja de aire es inadecuada. Por que el vacío solo aparece en el centro de la parte gruesa del producto. Esto no llega a ser un defecto en productos opacos excepto cuando él vacío se hace visible a través de una operación secundaria o dificulta el proceso secundario y elimina la entrada directa.

Con otros como estos, pequeñas burbujas aparecen en todas las partes del producto moldeado, esta descomposición viene en los mismos plásticos o aditivos tal como en agentes antiestáticos o insuficiente presecado.

D4 Rellenado de Plástico en el Inserto Metálico

Este fenómeno ocurre desde el diámetro inferior o métodos de posesión inferior en insertos de metal. Ocasionalmente estos defectos se reducen por la baja presión de inyección mas no es recomendable que ocurran mareas de flujo.

D5 Inserto Metálico Mal Posicionado

La causa de este fenómeno se divide en tres partes.

La primera son las tolerancias de error de posición. La desviación de posición en los insertos de metal es inevitablemente más grande que la desviación de dimensiones en el producto moldeado por inyección de acuerdo con la tolerancia de error en las dimensiones de los insertos de metal, el espacio entre él orificio del inserto de metal y el perno de sujeción, y la tolerancia de desviación el molde de la máquina, cualquier proceso directo de sujeción en insertos de metal por el perno de sujeción o removiendo el perno sujetador del corazón es adaptado. Por esta razón se dificulta la corrección por condiciones de moldeo.

La segunda es solo una pequeña proyección del inserto de metal, en donde por inyección los plásticos se contraen pero el inserto de metal no hace cambio y se puede evitar en caso que penetre el inserto de metal en uso. Por lo tanto, se dice que el nivel plano de los plásticos y inserto de metal es imposible en este caso.

Cuando la depresión del inserto de metal esta en la superficie del producto moldeado es

permitido, el inserto recibe parte en el molde tiene que ser proyectada de la superficie del molde usando el inserto de metal.

La tercera causa es en el caso del plato con el inserto de metal. Nivel en el inserto de metal del plato tiene que ser localizado en el centro de la pared gruesa del producto moldeado, de vez en cuando el inserto de metal del plato se inclina al proyectar por presión de la inyección. Esta inferioridad ocurre cuando el perno de sujeción del inserto de metal del plato en productos moldeados ambos lados en la mitad del molde es careciente o insuficiente.

D6 Daños del Inserto de Metálico

En casi todos los casos, este fenómeno viene del inserto de metal inferior o descuidado en el diseño del molde. También este defecto proviene del descuido en el molde. De cualquier manera, cuando el inserto de metal esta dañado, el molde, también, es dañado seguido o frecuentemente y por lo tanto se debe tener suficiente cuidado.

Entre los insertos de metal inferiores, agujeros demasiado gruesos y pequeños de diámetros son los mas prevalentes y cualquiera de los dos pueden dañar el molde. En el diseño del molde, el origen descansa principalmente del inserto de metal y el diseño de la parte sujetadora del inserto. Como una regal, el inserto de metal es sostenido en el lado móvil, existe el riesgo que caiga en el proceso de cerrado del molde.

D7 Variación del Espesor de la Cara de Corte

Este es un fenómeno en el cual el grosor del producto moldeado se vuelve inexacto a pesar que las dimensiones del molde están correctas por solo una porción de las dimensiones que se vuelva inexacta causada por rechupes, ver A2.

La causa de la variación de grosores ocurre frecuentemente por alabeo y discrepancia del molde. Esto ocurre en casos donde el grosor del molde es insuficiente o la fuerza del molde es insuficiente.

Por la inadecuada fuerza para sostener el corazón, fuerzas de sostenimiento del molde muy pequeñas usadas por la máquina de inyección, demasiada presión de inyección es impuesta después del completado del llenado o demasiada presión de sostenimiento es usada.

En el caso donde el grosor de los lados de las paredes difiere, la próxima causa puede ser considerada, esto ocurre cuando el método de sujeción del lado del corazón es inferior, cuando el centro del molde no coincide, cuando los pernos guías del molde están mal, y cuando existe no coincidencia de las mitades del molde.

D8 La huella del botador se queda hueca.

Este fenómeno es el cual donde la superficie del producto es parcialmente deprimido por el perno botador, es natural que la depresión ocurra cuando el perno botador demasiado largo o grande. Esto ocurre además por el alabeo causado por el inadecuado fuerza del molde

mencionado en D7.

También ocurren depresiones por otras razones, una de estas es una expulsión temprana. Cuando el producto moldeado está balanceado y es botado, es deprimido por la fuerza del perno botador.

La segunda razón, es cuando el producto moldeado es botado por el perno botador cuando el área es demasiado pequeña. Esto es causada cuando la fuerza ejercida por el perno botador, en este caso la depresión se puede corregir por el alargamiento en el área que corresponda al perno botador e incrementando el número de pernos botadores.

D9 La huella del botador se queda inchada.

Este fenómeno en el cual la superficie del producto moldeado es parcialmente proyectada en el lugar del perno botador.

La causa común de esos defectos son los pernos botadores demasiado cortos en casi todos los casos, esta puede ocurrir cuando el mecanismo botador es dañado.

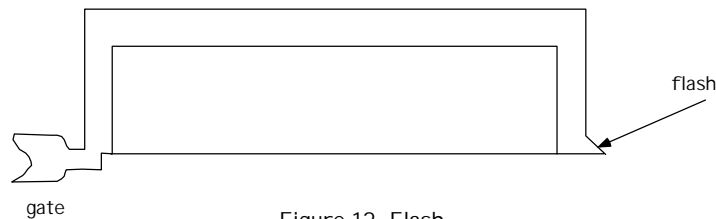


Figure 12 Flash

D10 Rebaba

Este fenómeno en el cual la membrana excesiva unida al producto moldeado y una inferioridad ocurrida con más frecuencia.

El molde por inyección en plásticos termoestables es muy difícil de prevenir, completamente el flash, pero en el moldeo por inyección en productos termoplásticos no puede ser permitido. Si el flash es formado en la inyección de productos de termoplásticos, el molde debe ser corregido tan pronto como sea posible, ya que el flash deprime el molde, y más flash es entonces generado.

Existen muchas razones por las cuales el flash ocurre. La primera de ellas proviene de la no-coincidencia del molde.

La segunda de ellas proviene del alabeo del molde. Cuando la fuerza del molde que sostiene el lado del corazón no es suficiente, el molde se alabea, y el flash ocurre. Porque hay demasiados casos donde el flash ocurre por esta razón, cuidado se debe de tomar para asegurar la fuerza del molde en su diseño.

La tercera razón es la inadecuada fuerza de cierre del molde comparada con las dimensiones del producto moldeado. Cuando se usa una menor fuerza de cierre o cuando la fuerza máxima de cierre de la máquina de inyección es menor que la presión interna en el

molde, el flash ocurre.

Por ejemplo, cuando el cambio de la posición de inyección a la de sostenimiento es muy tardada, o cuando la presión máxima se sostiene más tiempo del considerado en el diseño del molde, entonces ocurre la rebaba. Por consiguiente, en estos casos, la rebaba se puede corregir bajando la presión de inyección y de sostenimiento, o haciendo más rápido el cambio de la posición de inyección a la de sostenimiento. Sin embargo, cuando la fuerza de cierre del molde es pequeña, el espesor de los productos moldeados se hace más grueso por la deformación del molde. Este método de corrección puede ser aplicable a esta segunda razón de presencia de rebaba, debida a la deformación del molde.

D11 Comentarissos Especiales de D1 a D10

D1. Se queda pegado el producto en el molde.

Fenómeno:	El producto se queda pegado en el molde.
Causas:	Este fenómeno que se presenta con las resinas termofijas, y se preseta mucho cuando el endurecimiento es insuficiente. También se presenta cuando hay insuficiencia en el botado de la pieza.
Contramedidas:	Ajustar las condiciones de moldeo (temperatura, tiempo). Aplicar cromado duro en la superficie del molde. Cuidar bien el mantenimiento del molde como es el pulimiento.

D2. El producto se queda fijo en el molde

Fenómeno:	El producto se queda bien pegado como si estuviera abrazando al molde. En muchos casos en el lado del núcleo y a veces en el lado de la cavidad.
Razones:	Núcleo: Fuerza de botado < Fuerza para abrazar al úcleo Cavidad: Tensión del núcleo < Fuerza para abrazar a la cavidad
Causas:	Excesiva presión del moldeo: Rellenado excesivo, Deformación parcial en el interior del molde. Mal a sincronización del botado: Generalmente exceso de enfriamiento.
Contramedidas:	Ajustar las condiciones de moldeo: incluyendo ajustes de la inclinación del desmolde, pulido del molde y el botador, etc.

D3. Poros y Burbujas

Fenómeno:	<p>Ambos son los huecos formados en el interior de producto, pero hay las siguientes diferencias;</p> <p>Poros: Se presentan en la parte central del producto , en otras palabras, en el lugar donde se solidificó hasta al final.</p> <p>Burbujas: Se presentan cerca de la superficie del producto.</p>
Causas:	<p>Poros: Es resultado de la reducción del volumen del producto al solidificarse por el enfriamiento, por lo tanto si no se presenta como poros, se presenta como rechupe en la superficie.</p> <p>Burbujas: La sustancia volátil contenida en el material de moldeo y/o el aire que se viene mezclado con el pelet, al calentar por el proceso de moldeo y/o al bajar la presión, se convierten en burbujas.</p>
Contra medidas:	<p>Poros:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si el producto no es transparente, no hay daño prácticamente. • Hace uniforme el espesor. • Poner parcialmente el núcleo de empuje. • Aplicar un método para tener menor deformación. <p>Burbujas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hacer bien el presecado. • Utilizar el husillo que puede reducir la introducción del aire. • Hacer venteo.

D4. Rellenado de Plástico en el Inserto MetálicoD5. Inserto Metálico mal PosicionadoD6. Daño del Inserto Metálico

Principios para el moldeo con insertos

1. Precisión de las piezas (Principalmente las dimensiones)
2. Idear para mantener la pieza en el lugar debido.
Ahora ya se utiliza en forma práctica el moldeo sellado de Circuito Integral con las resinas termofijas.
3. Fundamentos de las condiciones de moldeo.
Viscosidad del flujo de resina ↓
Presión del moldeo ↓
Velocidad de inyección ↓

D7. Variación del Espesor de la Cara de Corte

D8. La huella del botador se queda hueca.

D9. La huella del botador se queda inchada.

Principios del moldeo

- Evitar el uso de la máquina excesivamente grande o pequeña con relación al tamaño del molde.
- La fuerza de cierre del molde debe coincidir con ;
área proyectada del molde X la Presión de inyección.
- Cuidar siempre el mecanismo de la unión del molde;
el desgaste del perno de guía, guide bush, el uso de guía de inclinación según la necesidad.
- Dar siempre el mantenimiento al molde y cumplir con las condiciones de moldeo adecuadas.

D10. Rebaba

Ahora ya es posible el moldeo con inserto sin rebaba con la resina termofija lo cual antes se consideraba imposible.

En el caso de la resina termofija cristalina, teóricamente no puede penetrar en un espacio menor a 0.1mm de ancho, y en el caso de la resina termofija amorfa menor a 0.2mm de ancho. Si se presenta rebaba utilizando estas resinas, la causa de esto no se encuentra más que en el mal estado de mantenimiento del molde.

E Inferioridades causadas por el molde

E1 Tiempo Excesivo de Enfriamiento

Este fenómeno ocurre solamente en los termoplásticos y proviene en la mayoría de los casos de un sistema de enfriamiento insuficiente de los moldes. Es especialmente muy difícil enfriar un corazón alargado y delgado ya que el plástico tiende a pegarse en el corazón durante el moldeo. Un corazón largo y delgado es muy difícil de enfriar; sin embargo, habrá que considerar que es extremadamente necesario tener un enfriamiento eficiente para acortar el ciclo de moldeo.

E2 Tiempo Excesivo de Cuardo

Este fenómeno ocurre solamente en los plásticos termofijos y proviene, en la mayoría de los casos, de una temperatura del molde muy baja.

E3 Sprue se Queda en el Molde

Este fenómeno ocurre cuando el pulido en el bebedero es insuficiente y cuando no concuerdan el radio de la boquilla R en el molde y el de la boquilla R de la máquina de inyección; o el radio R del molde es más pequeño que el de la boquilla R de la máquina de inyección. Para facilitar el retiro del bebedero, se proporciona un cerrojo al bebedero cuando sea posible. También existe el caso de una no-coincidencia del radio R, en donde el plástico solidificado permanece en ese lugar por lo que el bebedero no puede ser retirado. También hay el caso en que el bebedero no puede ser retirado ya que se ocasionaría un daño en la boquilla del molde.

E4 Resina Incrustada en el Perno de Botador y Slide

Este es un fenómeno en que el corazón lateral no se mueve al abrirse el molde, o los pernos botadores no se mueven cuando se requiere que empujen al producto moldeado.

Este fenómeno ocurre cuando el plástico fluye dentro de los claros de los pernos botadores o del corazón y se solidifica. Esto es causado por usar un plástico que fluye demasiado fácil, y por el uso de presiones de inyección y sostenimiento muy altas.

Existe otra razón que ocurre debido a la máquina de moldeo. Para el amarre debido a este caso vea F 12 Dificultades en la eyección.

E5 Comentarios Especiales de E1 a E4

E1 Tiempo Excesivo de Enfriamiento

Causa: Básicamente el enfriamiento insuficiente del molde

Ideas: a) Revisar si no hay desbalance en el espesor incluyendo la parte de Sprue Lock.
b) Cómo enfriar la parte difícil de enfriar.

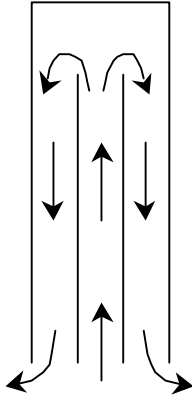
Ejemplo:

- Núcleo delgado y largo
- Esquina del núcleo para el producto de la forma de caja.

Contra medidas:

- Enfriar con un tubo de enfriamiento de sistema de flujo rápido y fuerte.
- Utilizar el material de molde que tenga buena conductividad

- térmica y mayor capacidad térmica.
- Aprovechar el tubo de calentamiento, etc.



Tubo de calentamiento

E2 Tiempo Excesivo de Curado

Fenómeno típico de la resina termofija

Generalmente la causa está en la baja temperatura del molde.

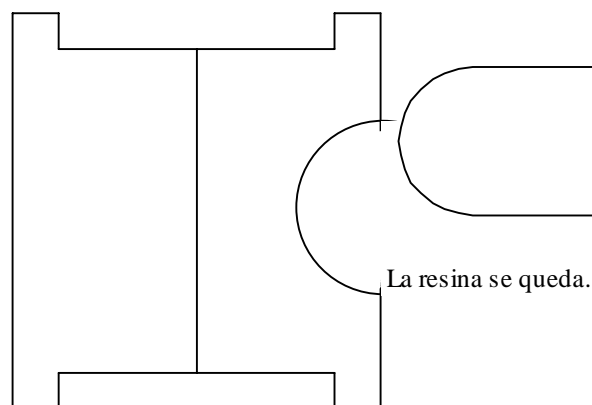
En el caso de la resina termofija, diferente a la resina termoplástica, se necesita cierto tiempo para el curado.

Según la situación es necesario consultar con el fabricante del material.

E3 Sprue se queda en el Molde

Cuando el radio de la boquilla del molde y el radio de la boquilla de la máquina;

- no coinciden.
- están desplazados.



E4 Resina Incrustada en el Perno de Botador y slide

Básicamente en la parte móvil hay un espacio que le permite a la resina penetrar.

Como punto secundario, la presión de moldeo es demasiado alta.

F Inferioridad causada por la máquina de moldeo por inyección

F1 Variación en el Volumen de Alimentación del Material de Moldeo

Este es un fenómeno en que varía la rotación del tornillo de la máquina de inyección. Esto es causado principalmente por material de moldeo inadecuado, aunque algunas veces también es causado por condiciones inadecuadas del moldeo por inyección. El material inadecuado se presenta principalmente cuando hay demasiado reciclado triturado, especialmente cuando contiene mucho polvo; también los materiales de moldeo resbalosos causan este fenómeno.

Algunas veces, causan este fenómeno la parte inferior de la tolva demasiado caliente, la temperatura del cilindro demasiado baja, la velocidad de rotación del tornillo demasiado rápida, o una presión de retroceso demasiado baja.

F2 Plastificación Excesiva del Material de Moldeo

Este fenómeno ocurre cuando la temperatura del plástico es demasiado alta o cuando el tornillo está dañado.

F3 Falta de Plastificación del Material de Moldeo

Este fenómeno ocurre cuando la temperatura del plástico es muy baja, cuando la presión de retroceso es demasiado baja, cuando la velocidad de rotación del tornillo es muy alta o cuando la capacidad de plastificación de la máquina de inyección es insuficiente.

F4 Tiempo Excesivo para la Plastificación

Este fenómeno se presenta cuando las propiedades de flujo del material son insuficientes; sin embargo, esto ocurre también cuando la velocidad de rotación del tornillo es demasiado baja o cuando es insuficiente la potencia mecánica para hacer girar el tornillo.

F5 Variación en el Volumen de Inyección

Este fenómeno se presenta cuando el material es inyectado en un estado de plastificación incompleta, es decir, plastificación insuficiente.

F6 Reducción del Volumen de Inyección

Este fenómeno se presenta cuando la cantidad de plástico determinada por el disparo no es

inyectada.

Esto pasa cuando el plástico se regresa en el tornillo debido a una temperatura demasiado alta del plástico o por daño en la válvula de anti-retorno.

Debido a que la válvula de anti-retorno se rompe fácilmente si el tornillo se mueve hacia adelante durante el proceso de enfriamiento, es necesario revisar esta válvula.

F7 Generación de Ruidos durante la Plastificación

Este fenómeno ocurre por la rotación del tornillo en la máquina de moldeo por inyección. Por consiguiente, debido a que la razón para este ruido es principalmente la fricción en la zona de compresión, antes que por una rotación inapropiada del tornillo, la plastificación debe desarrollarse bajo condiciones más moderadas.

F8 Variación en la Velocidad de Inyección

Este es un fenómeno en que el movimiento hacia el frente por el tornillo no se realiza suavemente. Esto pasa cuando la temperatura del plástico en el cilindro es demasiado alta y no uniforme, o demasiado baja.

F9 Tiempo de Inyección Excesivo

Este fenómeno ocurre cuando la fluidez del plástico en el cilindro es insuficiente.

Por consiguiente, esto se puede corregir normalmente elevando la temperatura del plástico, de la presión de inyección, de la velocidad de inyección o de la temperatura del molde.

También, este fenómeno ocurre cuando el ajuste del contacto de la boquilla no es bueno, y cuando la boquilla del molde está dañada.

F10 Dificultad en Abrir el Molde

Este fenómeno significa una inferioridad distinta de la descrita en D 1 Adhesión del producto moldeado en el molde, D 2 Amarre del producto moldeado en el molde y E 4 Amarre del perno botador o del corazón lateral.

Hay principalmente dos clases de sistemas de cierre, el sistema de cierre hidráulico y el sistema de cierre de palancas acodadas. En el sistema de palancas acodadas, la fuerza de apertura del molde en el momento de apertura del mismo y la fuerza de cierre son casi iguales. Sin embargo, la fuerza de apertura del molde del sistema hidráulico es solo de 1/8 de la fuerza de cierre del molde en este mecanismo. Por consiguiente, se puede dar el caso en el que el molde se podría abrir en una máquina de moldeo por inyección equipada con el sistema de cierre de palancas, pero que no se podría abrir en una máquina equipada con el sistema de cierre hidráulico.

F11 Dificultad en Botar

Este fenómeno significa una inferioridad distinta a la descrita en D 1 Adhesión del producto moldeado en el molde, D 2 Amarre del producto moldeado en el molde y E 4 Amarre de pernos botadores y corazón lateral.

Existen dos clases principales de sistemas de cierre, el sistema hidráulico y el de palancas acodadas, como ya se mencionó. El sistema de cierre de palancas tiene una mayor fuerza de cierre del molde como ya se mencionó en F 10 Dificultad en la apertura del molde; pero esto no es en todo el rango de apertura del disparo sino sólo al inicio, y se vuelve especialmente débil hacia la mitad del disparo. Así que, cuando la eyección se realiza en la mitad del disparo, pueden ocurrir dificultades en la eyección debido a la falta de fuerza de apertura del molde.

Por consiguiente, actualmente es común equipar a la máquina de moldeo por inyección con un mecanismo de eyección que use un botador de presión de aceite o un botador de aceite hidráulico.

F12 Comentarios Especiales de F1 a F11

F1 Variación en el Volúmen de Alimentación del Material de Moldeo

F2 Plastificación Excesiva del Material de Moldeo

F3 Falta de Plastificación del Material de Moldeo

F4 Tiempo Excesivo para la Plastificación

F5 Variación en el Volúmen de Inyección

F6 Reducción del Volúmen de Inyección

F7 Generación de Ruidos durante la Plastificación

F8 Variación en la Velocidad de Inyección

F9 Tiempo de Inyección Excesivo

Variación del Moldeo por Inyección

Variación en el tamaño de pelet. Exceso. Estado de Frake.

Falta/exceso de plastificación

Back Flow

Falta de mantenimiento como el daño del husillo

Condiciones de moldeo inadecuadas

F1 ~ 9. Variación en el Moldeo por Inyección

En el moldeo por inyección, el problema más importante en el que tenemos que poner mayor atención es sobre la variación en el volumen de inyección así como la variación en producto proveniente de la primera variación.

En el caso de la máquina de tipo husillo en línea, la resina que fue plastificada por el husillo se queda acumulada por un tiempo en la parte delantera del husillo, y luego esta resina será inyectada al interior del molde por el husillo que ahora trabaja como pistón. En el proceso

de esta plastificación, a medida que se avance en él, el husillo regresa hacia atrás. El hecho de que el husillo regresa hacia atrás quiere decir que el largo de husillo que contribuye a la plastificación sea cada vez más corto. Además algo más importante es que la función del husillo antes y después de regresar hacia atrás no es la misma.

Por otra parte, al observar bien la máquina en el momento de inyección, se da cuenta de que al término de la plastificación la posición en que se para el husillo no cambia, pero que la posición del husillo en el momento del término de la inyección cambia en cada inyección. Esto, aparentemente nos indica que el volumen de cada inyección varía. Sin embargo, al pensar bien nos damos cuenta de que más que la variación del volumen de inyección, lo correcto es que hay una variación en el volumen de la acumulación de la resina fundida.

Es decir que si se cambia la posición del husillo durante el proceso de plastificación, esto indica que no se está consiguiendo una plastificación uniforme.

Además, dentro de los posibles factores que hacen variar el volumen y el estado de la plastificación hay el factor de la alimentación. Por supuesto la variación de la forma y del tamaño del pelet que se suministra pueden ser causas, y también puede ser si el pelet es más grande para el espacio de alimentación que hay dentro del husillo. Y la alimentación del material en forma de Frake también es una de las principales causas de variación.

El siguiente factor es el estado de calentamiento. La plastificación se hace de acuerdo con el tiempo de moldeo, por lo tanto el calentamiento del cilindro a veces se excede y en otras ocasiones falta. Si se excede el calentamiento, esto puede ser causa del flujo reverso a través de la válvula de retención (check valve). En cambio, si falta calentamiento, puede provocar la insuficiencia en la plastificación y en la mezcla.

F10. Dificultad en Abrir el Molde

A veces ocurre esto, cuando la presión de moldeo es del sistema de presión directa y demasiado alta.

F11. Dificultad en Botar

A veces ocurre esto cuando el mecanismo de apertura del molde está conectado directamente con el mecanismo de botado.

Actualmente como principio son mecanismos independientes.

Anexo 1: Defectos en la Superficie y Métodos para Corregirlos

F-*-*-1

Defectos de Moldeo	Materiales	Métodos de Corrección			Diseño de Molde	Diseño de Producto
		Máquina de Moldeo y Condiciones de Moldeo	Presión de Sostenimiento	Enfriamiento (Molde)		
	Medición de Plastificación y Llenado			Máquina de Moldeo		
Menos espesor del requerido	Cambiar a un material de mayor fluidez.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aumentar la temperatura de resina. 2. Aumentar la presión de inyección. 3. Aumentar la velocidad de inyección. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hacer más lento el paso de inyección al de sostenimiento con presión. 2. Aumentar la presión de sostenimiento. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Corregir la válvula de retención. 2. Corregir la deformación de boquilla. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cambiar la posición de boquilla. 2. Hacer más corta la boquilla. Hacer más grande la boquilla. 3. Hacer más corta la vena. 4. Hacer más gruesa la vena. 5. Hacer más grande Cold Slug Well (Pozo frío). 	Hacer que no falte L / t.
Cuando algunas de múltiples cavidades son incompletas.		Bajar la velocidad de inyección hasta llegar a la entrada y aumentar dicha velocidad después de pasar esa posición.				<ol style="list-style-type: none"> 1. Igualar el largo de la vena. 2. Hacer más grande la entrada de la cavidad que tiene problema de incompleto.
A pesar de que el producto en su totalidad esté casi completo, hay sólo una parte incompleta. (En muchos de estos casos, el aire en el interior del molde puede ser su causa.)	Utilizar un material que no se degrade tan fácilmente	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bajar la temperatura de resina. 2. Bajar la velocidad después de la inyección. 				<ol style="list-style-type: none"> 1. Cambiar el lugar de entrada. 2. Poner venteo.

Incompleto

Defectos de Moldeo	Métodos de Corrección					Diseño de Molde	Diseño de Producto
	Materiales	Máquina de Moldeo y Condiciones de Moldeo	Presión de Sostentamiento	Enfriamiento (Molde)	Máquina de Moldeo		
Rechupe Cuando tenga rechupe en la parte gruesa del producto moldeado.	Cambiar a un material de menor contracción por el moldeo.	<p>Medición de Plastificación y Llenado</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bajar la temperatura de resina. 2. Subir la presión de inyección. 3. Bajar la velocidad de inyección de la parte en donde aparece el rechupe. 	<p>Presión de Sostentamiento</p> <p>Aumentar la presión de sostenimiento después de formar la capa.</p>	<p>Enfriamiento (Molde)</p> <p>Bajar la temperatura de molde.</p>	<p>Máquina de Moldeo</p> <p>Corregir la deformación de la boquilla.</p>	<p>Diseño de Molde</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hacer más grande la entrada. 2. Hacer más corta la entrada. 3. Cambiar el lugar de entrada. 4. Hacer más gruesa la vena. 5. Reducir la resistencia de flujo. 6. Corregir la deformación de boquilla. 	<p>Diseño de Producto</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hacer más delgado Rib, y/o Boss. 2. Dar radio en la base de Rib y/o Boss. 3. Reducir el espesor del producto. 4. Para 3 aumentar el espesor del molde 5. Ocultar el rechupe con Texturing o dibujos.
Quemado Cuando aparecen rechupes en forma ondulada en la parte uniforme de grosor del producto.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cambiar a un material de mayor estabilidad de calor. 2. No usar el material reciclado. 	<p>Medición de Plastificación y Llenado</p> <p>Aumentar el volumen de colchón.</p>			<p>Máquina de Moldeo</p> <p>Corregir la válvula de retención.</p>		
		<p>Medición de Plastificación y Llenado</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bajar la temperatura de resina. 2. Bajar la velocidad de inyección en momento final. 3. Bajar la presión de inyección. 				<p>Diseño de Molde</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hacer más grande la entrada. 2. Hacer más corta la entrada. 3. Colocar venteco. 	

Defectos de Moldeo	Métodos de Corrección						Diseño de Molde	Diseño de Producto
	Materiales	Máquina de Moldeo y Condiciones de Moldeo		Enfriamiento (Molde)	Máquina de Moldeo	Diseño de Molde		
		Medición de Plastificación y Llenado	Presión de Sostenimiento					
Línea negra	<ol style="list-style-type: none"> Cambiar a un material de mayor estabilidad de calor. Cambiar a un material de mayor lubricabilidad. No usar el material reciclado. 	<ol style="list-style-type: none"> Reducir el tiempo de retención en el husillo. Bajar la temperatura de resina. 			<ol style="list-style-type: none"> Cambiar a una máquina inyectora más pequeña. Reparar la parte dañada de la máquina inyectora. 	<ol style="list-style-type: none"> Hacer más grande la entrada. Hacer más corta la entrada. 		
Haze (Nebulosidad)	<p>Cambiar a un material de mayor estabilidad para calor.</p>	<ol style="list-style-type: none"> Reducir el tiempo de retención en el husillo. Bajar la temperatura de resina. 		Aumentar la temperatura del molde.		Mejorar el pulido.		
Línea de plata	<ol style="list-style-type: none"> Secar bien el material. Cambiar a un material de mayor estabilidad para calor. 	<ol style="list-style-type: none"> Secar la humedad del tolva. Reducir el tiempo de retención en el husillo. Bajar la temperatura de resina. 						
Marca de flujo	<p>Cambiar a un material de mayor fluidez.</p>	<ol style="list-style-type: none"> Aumentar la temperatura de resina. Bajar la velocidad de inyección de la parte en que se presenta la marca de flujo. 		Aumentar la temperatura de molde.		<ol style="list-style-type: none"> Cambiar el lugar de boquilla. Hacer más grande Cold Slug Well (pozo frío). 		

Defectos de Moldeo	Métodos de Corrección					Diseño de Molde	Diseño de Producto
	Materiales	Máquina de Plastificación y Llenado	Presión de Sostentamiento	Enfriamiento (Molde)	Máquina de Moldeo		
Línea de soldadura	Cambiar a un material de mayor fluidez.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aumentar la temperatura de resina. 2. Aumentar la velocidad de inyección de la parte donde aparece la línea de soldadura. 3. Aumentar la presión de inyección. 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Aumentar la temperatura del molde. 2. Suspender el uso de desmoldante. 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Hacer más grande la entrada. 2. Hacer más corta la entrada. 3. Cambiar el lugar de entrada. 4. Hacer más grande Cold Slug Well (pozo frío). 5. Corregir el diseño de entrada. 6. Colocar venteo. 7. Colocar Tab en la punta del lugar donde aparece la línea de soldadura. 	
Jetting	Cambiar a un material de mayor fluidez.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aumentar la temperatura de resina. 2. Bajar la temperatura de inyección. 		Aumentar la temperatura de molde.		<ol style="list-style-type: none"> 1. Cambiar el lugar de entrada. 2. Usar TabGate. 3. Colocar un perno cerca de la entrada. 4. Hacer más grande Cold Slug Well (pozo frío). 5. Corregir la deformación de boquilla. 	

Defectos de Moldeo	Métodos de Corrección						Diseño de Molde	Diseño de Producto
	Materiales	Máquina de Plástificación y Llenado	Presión de Sostenimiento	Enfriamiento (Molde)	Máquina de Moldeo			
Cuerpo extraño	Cambiar a un material libre de contaminación.	Hacer bien la purga.			Corregir la parte dañada de la máquina inyectora.	Hacer bien la limpieza del molde.		
Brillo no uniforme	Cambiar a un material que no sale el brillo no uniforme por enfriamiento	Adecuar la temperatura de la resina.		Aumentar la temperatura del molde.	Suspender el uso de desmoldante.	Mejorar el pulido del molde.		
Color no uniforme	Cambiar a un material que sale difícilmente la variación en color.	1. Aumentar la temperatura de la resina. 2. Hacer bien la purga.		Aumentar la temperatura del molde.	Suspender el uso de desmoldante.	1. Cambiar el lugar de entrada. 2. Corregir el diseño de entrada.		
Rayadura		Bajar la presión de inyección.	Bajar la presión de sostenimiento.		Evitar rayadura al sacar producto del molde.	1. Aumentar la conicidad de desmoldeo. 2. Corregir la rebaba del molde. 3. Corregir la forma de botar.	Aumentar la conicidad de desmoldeo.	

Defectos de Moldeo	Métodos de Corrección						Diseño de Molde	Diseño de Producto
	Materiales	Máquina de Plastificación y Llenado	Presión de Sostentamiento	Enfriamiento (Molde)	Máquina de Moldeo			
Viscosidad	Cambiar a un material que no tenga mala combinación de aditivos.				Reducir el volumen de uso de desmoldante.			
Ampolla				1. Aumentar el tiempo de enfriamiento. 2. Bajar la temperatura del molde.		Aumentar la capacidad de enfriamiento del molde.		
Separación de aditivos	Cambiar a un material que tenga dificultad de separarse.	Aumentar la temperatura de resina.		Aumentar la temperatura del molde.				
Falta de transparencia	Cuidar con el material que varia su grado de transparencia según velocidad de enfriamiento	1. Adecuar la temperatura de resina. 2. Aumentar la velocidad de inyección.		Adecuar la temperatura del molde.		1. Mejorar el pulido del molde. 2. Galvanizar el molde.		

Anexo 2. Deformación, Defecto en Dimensiones y Formas de Corrección

Defectos por Moldeo	Formas de Correcciones				Diseño de Producto
	Material de Moldeo	Máquina y Condiciones de Moldeo	Diseño de Molde	Diseño de Producto	
Alabeo, Pandeo, Torcido 1. Cambiar a un material de mayor fluidez. 2. Cambiar a un material que tenga menor contracción a lo largo de la dirección de flujo.	1. Aumentar la temperatura de resina. 2. Bajar la presión de inyección. 3. Adecuar la temperatura del molde (subir, bajar, dar diferencia de temperatura) 4. Aumentar el tiempo de enfriamiento. 5. Bajar gradualmente la presión de sostenimiento. 6. Enfriar los dispositivos.	1. Cambiar el lugar de entrada. 2. Adecuar el mecanismo de enfriamiento del molde. 3. Adecuar la forma de botar. 4. Mejorar el pulido del molde.	Hacer un diseño de producto que evita alabeo, pandeo y/o torcido. (por ejemplo, usar Rib.)		
Falta de estabilidad en dimensiones 1. Cambiar a un material de menor fluidez. 2. Cambiar a un material que no varía en dimensiones por temperatura. 3. Cambiar a un material de menor coeficiente de expansión lineal.	1. Aumentar la presión de inyección. 2. Aumentar la presión de sostenimiento. 3. Aumentar el tiempo de enfriamiento. 4. Adecuar la temperatura del molde. (subir o bajar) 5. Subir la fuerza de cierre del molde. 6. Enfriar los dispositivos.	1. Corregir el diseño de entrada. 2. Corregir el lugar de entrada. 3. Aumentar la rigidez del molde.			

Anexo 3. Defectos de ruptura y formas de corrección

Defectos por Moldeo	Formas de Correcciones			
	Material de Moldeo	Máquina y Condiciones de Moldeo	Diseño de Molde	Diseño de Producto
Ruptura, fisura	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cambiar a un material de mayor peso molecular. 2. Cambiar a un material de mayor resistencia. 3. Reducir el volumen del material reciclado o no usar nado del mismo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bajar la presión de inyección. 2. Bajar la velocidad de inyección casi al final de inyección. 3. Bajar la presión de sostenimiento. 4. Bajar la velocidad de botado. 5. Aumentar el tiempo de enfriamiento. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Corregir el diseño de entrada. 2. Cambiar el lugar de entrada. 3. Hacer más grande la conicidad de desmoldeo. 4. Eliminar el corte inferior del molde. 5. Aumentar la superficie de botar. 6. Aumentar los pernos de botar. 	Hacer más grande la conicidad de desmoldeo.
Enblanquecimiento		<ol style="list-style-type: none"> 1. Bajar la presión de inyección. 2. Bajar la velocidad de inyección casi al final de inyección. 3. Bajar la presión de sostenimiento. 4. Bajar la velocidad de botado. 5. Aumentar el tiempo de enfriamiento. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Corregir el diseño de entrada. 2. Cambiar el lugar de entrada. 3. Hacer más grande la conicidad de desmoldeo. 4. Eliminar el corte inferior del molde. 5. Aumentar la superficie de botado. 6. Aumentar los pernos de botado. 	Hacer más grande la conicidad de desmoldeo.
Crazing	Cambiar a un material de mayor peso molecular.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bajar la velocidad de inyección casi al final de inyección. 2. Bajar la presión de sostenimiento al final. 3. Aumentar la temperatura del molde. 4. Hacer annealing (templado). 		

Formas de Correcciones					
Defectos por	Moldeo	Máquina y Condiciones de Moldeo	Diseño de Molde	Diseño de Producto	
	Moldeo				
	Ruptura en la zona alrededor del inserto metálico	<p>Materia de Moldeo</p> <p>Aparte de las indicaciones dadas para ruptura y fisura, hay las siguientes formas de corrección.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cambiar a un material de mayor peso molecular. 2. Reducir o eliminar el uso de material reciclado. 3. Secar bien el material previamente. 4. Si el material se hace frágil al secarse, se le da la humedad posterior al moldeo. 	<p>Máquina y Condiciones de Moldeo</p> <p>Precalear el inserto metálico.</p>	<p>Diseño de Molde</p> <p>Hacer de tal manera que no aparezca la línea de soldadura en la zona cercana y frágil del inserto metálico.</p>	<p>Diseño de Producto</p> <p>Toma más distancia del margen del inserto metálico.</p>
	Falta de resistencia	<ol style="list-style-type: none"> 1. Subir la temperatura de resina. 2. Subir la velocidad de inyección. 3. Subir la temperatura de molde. 4. Reducir el tiempo de retención en el husillo. 5. No usar el desmoldante. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cambiar el lugar de entrada. 2. Corregir el diseño de entrada. 3. Colocar venteo. 4. Colocar Tab en la punta de área soldada. 	<p>Colocar Rib de refuerzo.</p>	
	Descascarado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hacer bien la purga. 2. Subir la temperatura de resina. 3. Subir la temperatura del molde. 			

Anexo 4. Otros Defectos de Moldeo y formas de corrección

Defectos por Moldeo	Formas de Correcciones			
	Material de Moldeo	Máquina y Condiciones de Moldeo	Diseño de Molde	Diseño de Producto
Queda pegado el producto en el molde.	Cambiar a un material de menor fluidez.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bajar la presión de inyección. 2. Hacer más rápido el cambio de la inyección al sostenimiento con presión. 3. Bajar la presión de sostenimiento. 4. Bajar la temperatura de resina. 5. Usar el desmoldante. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Eliminar Corte inferior del molde. 2. Mejorar el pulido del molde. 3. Aumentar la superficie de botar. 4. Aumentar los pernos de botar. 5. Cambiar el sistema de botar. 	Aumentar la conicidad de desmoldeo.

<p>Burbujas, poros</p>	<p>1. Burbujas y poros presentados en la parte central del lugar grueso: 1.1. Cambiar a un material de menor fluidez.</p> <p>2. Pequeñas burbujas presentadas en toda la superficie: 2.1. Cambiar a un material y/o aditivos de mejor estabilidad de calor. 2.2. Secar bien el material.</p>	<p>1. Subir la presión de inyección. 2. Subir la velocidad de inyección. 3. Hacer más lento el cambio de la inyección al sostenimiento con presión. 4. Subir la presión de sostenimiento. 5. Subir la temperatura de molde. 6. Corregir la deformación de boquilla.</p> <p>1. Subir la presión de retroceso de husillo. 2. Bajar la temperatura de resina. 3. Mejorar el enfriamiento de la parte interior de la tolva. 4.Reducir el tiempo de retención en el husillo.</p>	<p>1. Hacer más grande el diámetro del Sprue y de la vena. 2. Cambiar el lugar de entrada. 3. Hacer más grande la entrada.</p>	<p>Reducir el espesor de la parte gruesa.</p>
-------------------------------	---	---	--	---

Formas de Correcciones					
Defectos por Moldeo	Material de Moldeo	Máquina y Condiciones de Moldeo	Diseño de Molde	Diseño de Producto	
Entra la resina en el inserto metálico.	Cambiar a un material de menor fluidez.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bajar la presión de inyección. 2. Bajar la velocidad de inyección. 3. Subir la temperatura de resina. 	Corregir la forma de sostener el inserto metálico.	Corregir la dimensión del inserto metálico.	
Mala posición del inserto metálico	Cambiar a un material de mayor fluidez.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bajar la presión de inyección. 2. Bajar la velocidad de inyección. 3. Subir la temperatura de resina. 	Corregir la forma de sostener el inserto metálico.	Corregir la dimensión del inserto metálico. Las dimensiones son demasiado estrictas.	
Daño en inserto metálico	Cambiar a un material de buena fluidez.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bajar la presión de inyección. 2. Bajar la velocidad de inyección. 3. Bajar la temperatura de resina. 	Corregir la forma de sostener el inserto metálico.	Corregir la dimensión del inserto metálico.	
Variación en el espesor de la corte	Cambiar a un material de buena fluidez.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bajar la presión de inyección. 2. Bajar la velocidad de inyección. 3. Subir la presión de sostenimiento. 4. Bajar la temperatura de resina. 5. Subir la fuerza de cierre de molde. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hacer más grande la rigidez del metal. 2. Sacar correctamente el centro del molde. 3. Corregir las partes que se desgastan como perno de guía. 		
Queda marcada en forma cóncava la huella del perno botador	Cambiar a un material de buena fluidez.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aumentar el tiempo de enfriamiento. 2. Bajar la presión de inyección. 3. Bajar la velocidad de inyección. 4. Bajar la presión de sostenimiento. 			
Queda marcada en forma convexa la huella del perno botador		Bajar la presión de inyección.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hacer más largo el perno botador. 2. Corregir el mecanismo de botado. 		

Formas de Correcciones			
Defectos por Moldeo	Material de Moldeo	Máquina y Condiciones de Moldeo	Diseño de Molde
Rebabas	Cambiar a un material de menor fluidez.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bajar la presión de inyección. 2. Bajar la velocidad de inyección durante la inyección. 3. Hacer más lento el cambio de la inyección al sostenimiento con presión. 4. Aumentar la fuerza de cierre de molde. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hacer más grande la rigidez del metal. 2. Mejorar la unión de las dos partes del molde.
			Diseño de Producto

Anexo 5. Típicos Defectos de Moldeo por Inyección y Formas de Corrección

Defectos por Moldeo	Formas de Correcciones			
	Materia de Moldeo	Máquina y Condiciones de Moldeo	Diseño de Molde	Diseño de Producto
Variación en suministro del material	<ol style="list-style-type: none"> 1. Eliminar el material en polvo dentro del material reciclado. 2. Cambiar a un material de mayor lubricabilidad. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Subir la presión de retroceso del husillo. 2. Bajar las revoluciones del husillo. 3. Bajar la temperatura de la parte de alimentación de husillo. 4. Subir la temperatura de resina. 		
Exceso de plastificación del material de molde	Cambiar a un material de mejor fluidez.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bajar la temperatura de resina. 2. Reparar la parte dañada del husillo. 		
Falta de plastificación del material de molde		<ol style="list-style-type: none"> 1. Subir las revoluciones del husillo. 2. Subir la presión de retroceso del husillo. 3. Subir la temperatura de resina. 		
Se tarda mucho para plastificación.	Cambiar a un material de mejor fluidez.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Subir las revoluciones del husillo. 2. Mejorar la forma de husillo. 3. Aumentar la capacidad del motor de husillo. 		
Variación en volumen de inyección	Cambiar a un material de menor fluidez.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bajar la temperatura de resina. 2. Corregir la válvula de retención. 		
Reducción del volumen de inyección	Cambiar a un material de menor fluidez.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Adecuar la temperatura de resina (subir / bajar). 2. Reparar la válvula de retención. 		

Formas de Correcciones					
Defectos por	Moldeo	Materia de Moldeo	Máquina y Condiciones de Moldeo	Diseño de Molde	Diseño de Producto
Ruidos generados durante la plastificación	1. Cambiar a un material de mayor fluidez. 2. Cambiar a un material de mejor lubrificabilidad.		1. Bajar la presión de retroceso de husillo. 2. Bajar las revoluciones de husillo.		
Variación en velocidad de inyección			1. Bajar la temperatura de resina. 2. Subir la velocidad de inyección. 3. Corregir el desgaste del husillo.		
Tiempo tardado de inyección	Cambiar a un material de mayor fluidez.		1. Adecuar la temperatura de resina (subir / bajar). 2. Subir la presión de inyección. 3. Subir la velocidad de inyección. 4. Subir la temperatura de molde. 5. Reparar el desgaste del husillo.		
Tiempo tardado de enfriamiento			1. Bajar la temperatura de resina. 2. Bajar la temperatura de molde.	Aumentar la capacidad del sistema de enfriamiento de molde.	Reducir el espesor.
Queda pegado Sprue en molde.	Cambiar a un material de mayor temperatura.		1. Aumentar el tiempo de enfriamiento. 2. Subir la temperatura de molde.	1. Hacer más grande el diámetro de la punta de Sprue que el de la boquilla de la máquina inyectora. 2. Mejorar el pulido de Sprue. 3. Reparar el radio de boquilla. 4. Colocar el perno Z para quitar Sprue.	
Queda inmóvil el perno botador y/o Slide.	Cambiar a un material de menor fluidez.		1. Bajar la presión de inyección. 2. Bajar la velocidad de inyección. 3. Bajar la presión de sostenimiento.		

Formas de Correcciones				
Defectos por Moldeo	Material de Moldeo	Máquina y Condiciones de Moldeo	Diseño de Molde	Diseño de Producto
Dificultad en abrir el molde	Además de que el producto moldeado queda pegado en molde, existen siguientes otras causas.	1. Aumentar la fuerza de abrir molde de la máquina inyectora. (Es más frecuente, cuando se trata del sistema de cierre con presión directa.)		
Dificultad en botar	Además de que el producto moldeado queda pegado en molde, pueden existir siguientes otras causas.	Aumentar la fuerza de botar de la máquina inyectora. (Es más frecuente cuando no se usa el mecanismo hidráulico de botar con el cierre de tipo Toggle.)		

F-A LÍNEAS DE PLATA “SILVER STREAKS”

[F-A-1-T-1-SILVER STREAK-CUBIERTA-(PP)-PRA]

Defecto del producto “cover of washing machine” (silver streak, variación en color) , material: PP, color: crema. Secar material a 80 °C 2-4 horas, verificar mezclado de resina- pigmento. Analizar empleo de masterbatch

[F-A-1-U-2-DISCO (PP)-IPA]

Problema : Defecto silver-streak

Solución : Es un problema de humedad del material, secar a una temperatura de 110 - 120 ° C durante 2 - 3 horas, verificar en la operación esta temperatura, ya que existen variedades de PC y algunos se aglomeran a temperaturas altas

Controlar la temperatura del molde entre un rango de 70 - 80 ° C, regular esta con la suspensión-entrada del flujo de agua de enfriamiento, puesto que no se dispone de un termostato

F-B MARCAS DE FLUJO (FLOW MARKS)

[F-B-1-W-1-RIN8-EA]

- problemas de secado de material (nylon)

°actualmente la tolva de secado esta a 70°C y el filtro de extracción esta muy sucio

° el nylon debe dejarse secar por 3 hrs. Y con una temperatura de 90 - 100°C.

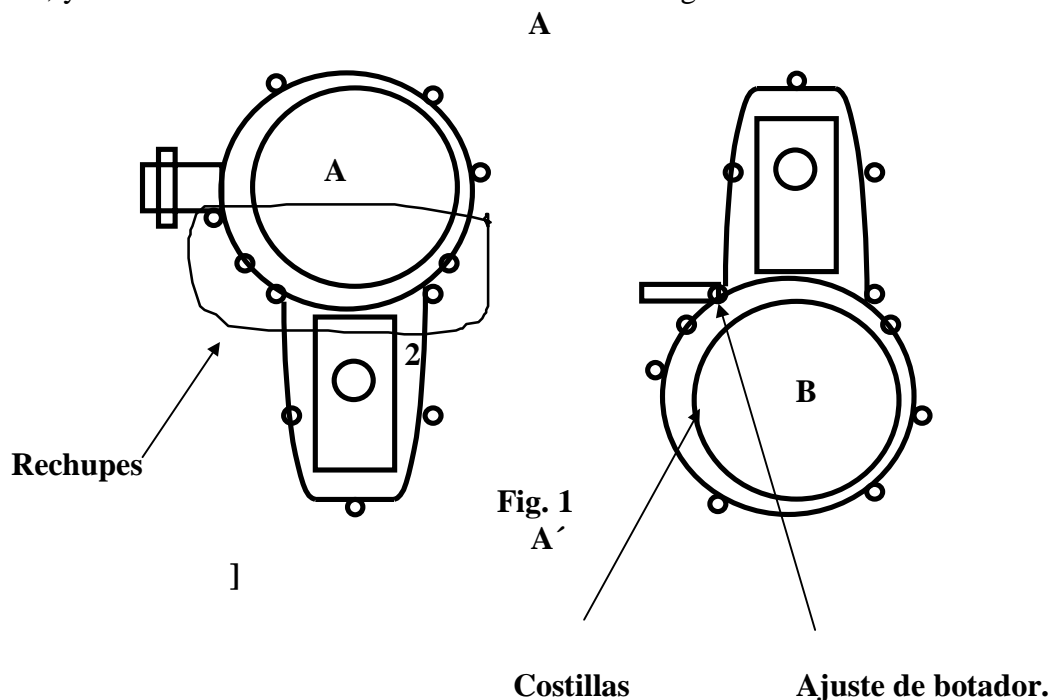
Y es mejor que la velocidad de inyección sea lenta. El material ABS tiene facilidad de tener marcas de flujo.

F-C RECHUPE

[F-C-1-T-1-BOMBA (PP)-PM]

1. Bomba de agua. PP con 20 % de talco.

Se procedió a evaluar físicamente las dos mitades que forman la carcasa de la bomba de agua para lavadora y se observaron rechupes en distintas partes del labio (ver figura 1), marcas de botadores sobre costilla interior de carcasa por colocación fuera de lugar de los mismos, y diferencia de alturas en las costillas de sello según se indica.



Construcciones.

- a) Uniformizar altura de costilla interior para quedar a igual altura en toda la circunferencia de la carcasa. **Por esta parte se tiene la fuga de agua.** Su altura debe ser mayor en 0.3 mm a la altura de la costilla exterior. Ambas actúan como sellos para evitar fugas de agua. Además de ambas costillas se emplea un sello ó empaque de corcho con la forma de las secciones A-A'.
- b) Aumentar diámetro de punto de inyección en un 1 mm. Alimentar lateralmente en puntos 1 y 2 según se indica en la figura 1.
- c) Usar un perno de 3-4 mm de diámetro para disminuir espesor en zona de ajuste de botador en figura 1, lado B y evitar rechupes.

- d)** Se recomienda muestre un turno de producción (5 pzas.) para prueba de fuga de agua. La prueba se puede hacer usando empaque de neopreno ó hule natural en lugar de corcho, para evitar destruir el empaque en la prueba. La presión recomendada es de 0.4-0.5 Kg/cm².
- e)** Se recomienda también hablar con Mabe para negociar prueba y discutir resultados.
- f)** Es necesario determinar el número de disparos que se requieren al inicio de corrida para comenzar producción OK.

F-D PANDEADURA O ALABAMIENTO.

[F-D-1-*2-BASE-FOR]

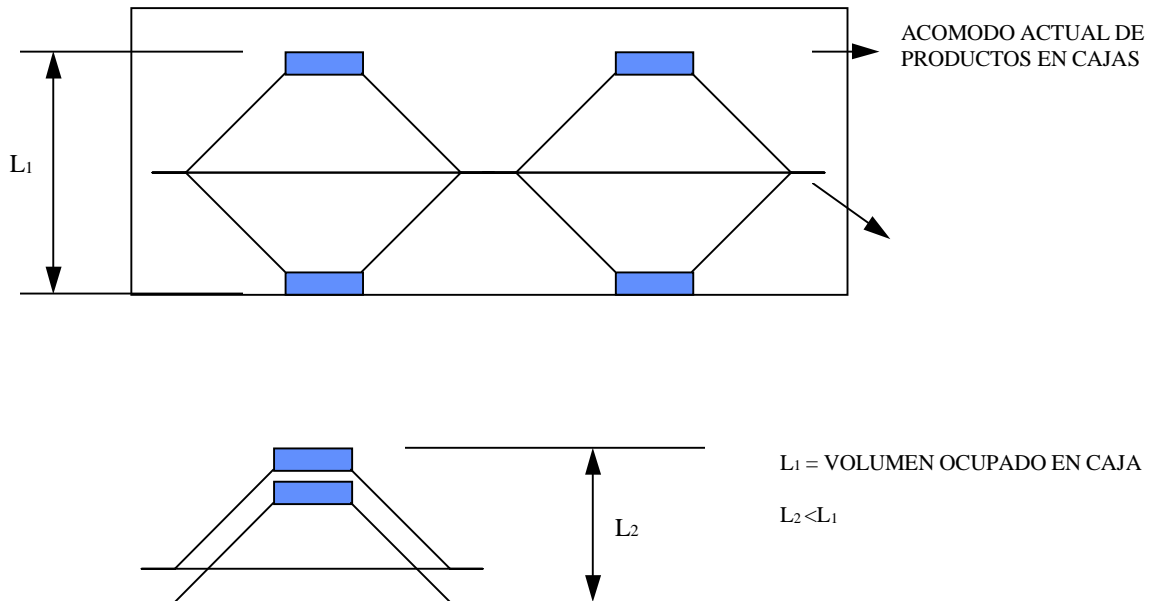
En el momento de modificar el diseño de la parte curvada de la base de la máquina lavadora deberá modificarse de tal forma de tal forma que se pueda enfriar la parte de la cara interior.

Así se podrá resolver el problema de pandeatura que tiene actualmente.

[F-D-1-T-3-FILTRO (PP)-PIS]

Producto “Platillo Volador”.

El producto en el moldeo sale bien. en PP, PE moldeado sufre deformaciones antes de 48 hrs. por las características de los materiales. Después de 7 días toma su forma final (no deformaciones después de este período).



[F-D-1-L-4-PORTAESPEJO (PBT)-EA]

- Producto “Porta Espejo”

Ocurre por encogimiento y los esfuerzos residuales aumentan

1. Aumentar temperatura del molde, arriba de 70 °C
2. Bajar presión de inyección
3. Otra es modificar la entrada por “Side Gate”

[F-D-1-X-6-CANDADO (ABS)-PLINSA]

Respecto al pandeo de la pieza se recomendó ajustar enfriamientos en molde. La cara frontal exterior sufre el alabeo hacia la parte fija del molde. Por tanto debe blancearse el enfriamiento en el lado fijo. Mas caliente que el lado móvil (corazón).

F-E PUNTOS NEGROS

[F-E-1-Q-3-BOTELLA (PE)-PR]

- Contaminación

El material no sé esta clasificando por defectuoso (rechupes, incompletas, etc.) y material con (black point); estos se mezclan juntos, lo cual produce un índice mayor de contaminación.

[F-E--1-U/X-4 (PC/ABS)-FIN]

- Producto “open button.”
- Contaminación por:
 - a) Se usa una misma tina para sacar y transportar material del área de secado.
 - El material a reciclar se muele todo sin clasificarlo del de “puntos negros”
 - Contaminación : material ABS/PC
 - b).- Se esta usando una cubeta identificada para cada tipo de material, pero todavía sigue existiendo puntos negros en cubetas.
 - c).- Hay que hacer una limpieza en tolvas para eliminar posibilidades de contaminación.
 - d).- En maquina de secado de material, hay que hacer un cambio periódico de filtros.
 - e).- En secador de material, cada equipo tiene 2 tolvas, pero en una había material de color blanco y en otro material de color negro, hay que separar o programar materiales de igual color.
 - f).- En el área de molinos, hay que separar molinos de material blanco con los de material negro.
 - g).- Las principales causas de contaminación son:
 - Las cortinas de molino deben de ser mas gruesas
 - Proviene de material molido
 - Si se usa material reciclado, que sea 100 %; si es posible
 - Si se usa material virgen, que sea 100 %; si es posible, estos puntos consultar con el cliente, si la calidad de cada uno es aceptable.

- Al usar material reciclado, tamizar el reciclado para evitar que haya mucho polvo, usar una malla que permita el paso de tamaño de partícula de 0.5mm.
- El polvo que sale del tamizado, es posible usarlo en productos de color negro.

e).- La contaminación es difícil de eliminar, porque tiene varias fuentes; pero haciendo un gran esfuerzo puede disminuir y controlar estos defectos; las fuentes pueden ser:

- Maquinas sucias.
- Tolvas contaminadas con otros materiales
- Cubetas.
- Materias primas (bolsas).

[F-E-1-Y-5-CHASIS (HIPS´S)-PRA]

Contaminación (black point): hay que poner la tapa a la tolva y mantener más limpio el piso de producción. Actualmente está demasiado sucio.

[F-E-1-Y-6-PANEL (HIP´S)-PRA]

Contaminación (black point) del producto “floor panel” emplear cubeta específica para cada producto, tapar tolva, limpiar área de tolva contaminación - aceite)

[F-E-1-Q-9-PISTON-PR]

- tratar de involucrar a toda la gente en la limpieza de toda la planta. tratar de cribar el material molido, para separar polvo de partícula más grande “pelet” y evitar “black point”. (0.5 mm tamaño de partícula separarla)

[F-E-2-Q-1-BOTELLA-PR]

- contaminación por:
 - husillo y barril.- El material se queda atrapado entre el barril y el husillo por lo cual se quema y produce puntos negros, tratar de hacer una limpieza periódica de ambos. Esto se debe a que el husillo esta en mal estado.
 - establecer un estándar para determinar el tamaño del punto negro y capacitar al operador.
 - limpiar bolsas de materia prima y poner tapas en tolva

[F-E-3-*1-PUNTO NEGRO-VM]

¿Cómo debe ser el espesor del cromado?

Este debe de ser de un espesor mayor a 0.005 mm, y menor a 0.01mm y la superficie debe de estar completamente pulida porque de otra manera el cromado aumentaría los defectos. Actualmente el dado esta sin cromar y se limpia con cepillo con cerdas de acero y esto ocasiona los puntos negros en el producto. Lo mejor es cromado.

F-F QUEMADO

[F-F-1-T-1-PORTA (PP)-PIS]

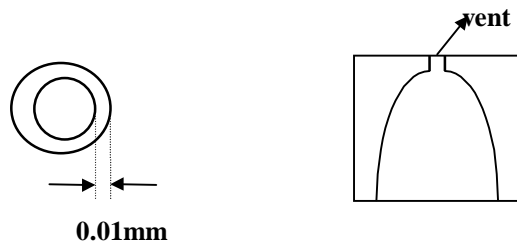
- En Producto “PORTARROLLO”.

La máquina (No. 21) en la cual estaba montado el molde para producir el portarrollo, si estaba funcionando pero seguían con el mismo problema en el producto “atrapamiento de gases” y para resolverlo definitivamente es hacer “venteos” en cada una de las cavidades o en las que aparece el problema, también se observó que se seguía con el problema de rebaba y la solución está en el molde (reparación).

[F-F-1-Q-2-ESTRELLA (PE)-PR]

- ventilación de cavidad

1. limpiar la ventilación frecuentemente (mantenimiento). En el molde nuevo al principio funcionará bien y después hay que hacerle mantenimiento
2. flujo de material
defecto de producto por falta de salida de aire (gas vent)



F-G BURBUJA

[F-G-1-T-1-PIVOTE (PP)-EA]

- Producto “PIVOTE”
1. El Punto de inyección es muy chico y no entra con suficiente presión.
 2. La temperatura del molde es fría y el flujo no es muy bueno, es necesario aumentar temperatura de molde y disminuir el tiempo de enfriamiento.
 3. Al momento de salir el producto del molde no aparecía con burbuja
 4. En termorregulador checar que la distancia no sea muy larga, porque no aumentaría la temperatura del molde.
 5. Hacer un secado del Polipropileno a 70 °C por un periodo de 2 - 3 Hrs. por la variación grande de materiales (unos traen estabilizadores y otras gomas).

[F-G-1-Z-2-TOALLERO (GPP's)-PIS]

Recomendaciones para Condiciones de Inyección del producto TOALLERO.

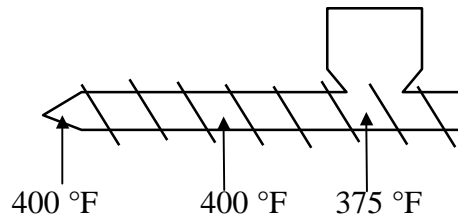
1. Temp. Resina : 175 - 200 °C
2. Pres. Inyección: Es de 1000 lbs, aumentar hasta 1500 lbs
3. Tiempo de Enfriamiento: 40 seg., con la prueba no hubo Te la pieza la sacaba con un Te = 0 esto para darle un templado en agua caliente a 90 - 95 °C y comprobarse que uno de los factores para la creación de burbujas es falta de calentamiento al molde.
4. Presión de sostenimiento: Al principio no había, pero se modifico a un tiempo de 2 seg, el Sr. Suzuki recomienda que la presión de sostenimiento aumente a 10 seg.
5. El Sr. Suzuki recomienda que la resina tenga un secado: 75 °C por un tiempo de 2 Hrs.
6. Las temperas de molde son de:
Plato Móvil: 29 °C
Plato Fijo: 30 °C
7. Temperatura del Producto: 95 - 100 °C
8. Los puntos de entrada o gates son muy pequeños, el Sr. Suzuki recomienda que estos sean del doble del tamaño actual

Condiciones de inyección modificadas

Tiempo de Inyección: 11 seg.
inyección

Tiempo de pres. sostenimiento : 9 seg.

Tiempo de enfriamiento: 10 seg.



Se bajo la velocidad de

Se aumento la presión de inyección

Se aumento presión de retroceso

Se templaron los productos en agua caliente a 90-95 °C

F-J INCOMPLETO

[F-J-1-S-2-SEPARADOR (PVC-S)-PM]

Separador de PVC. (Reciclado).

La pieza tiene brillo y áreas incompletas. El brillo se debe a la presencia de altas temperaturas en el molde y en la resina. Las áreas incompletas a la ausencia de venteos de gases. Hacer venteos en la línea de partición del molde. En la esquina de la pieza (Molde de 8 cavidades) se pueden usar botadores de sección transversal cuadrada.

[F-J-1-Z-3-ORIFICIO EVAPORADOR (GPP's)-PRA]

Evaporador [Carrier]

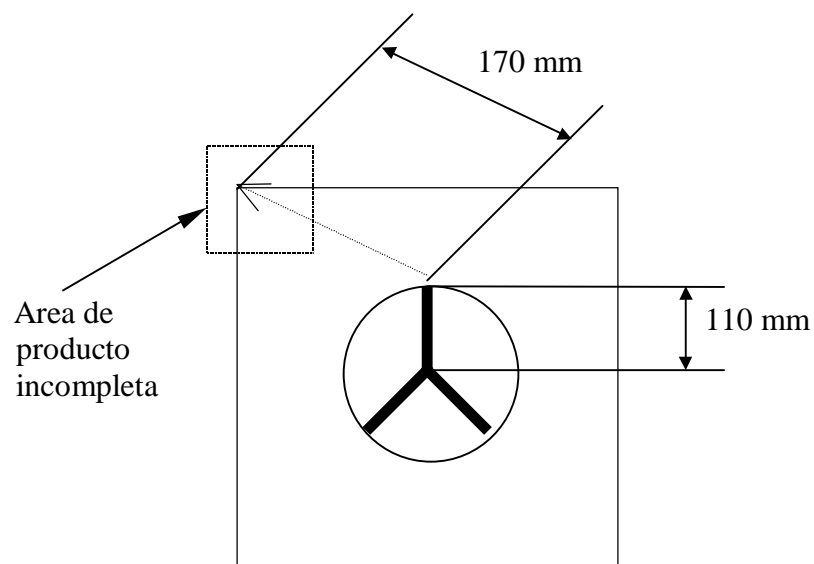
Material : PS

Color : Gris [Masterbatch] Se especifica 2 % pero como emplean reciclado actualmente ponen 1 %

% Reciclado: 25

Mecanismo de cierre: Pistón

Problema : Short Shot [Incompleta]



Recorrido total material = $[110+170]$ mm = 280 mm

Posibles soluciones:

Primero hacer pruebas de shot shot, para verificar que el balance de los gate sea el adecuado, si no es el correcto elegir una de las dos recomendaciones siguientes :

Aumentar diámetro en la colada de recorrido
= 110 mm

Aumentar el punto de inyección al doble,
actualmente : 1.45 mm, pasar a 2.9 mm

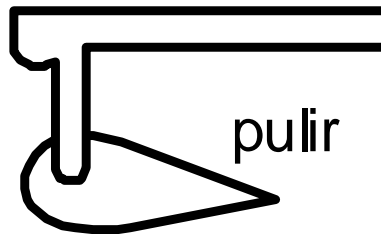
F-K MARCA BLANCA Y FISURA

[F-K-1-Y-1-CAJA TV (HIP's)-FOR]

- Juguete - Montoi:

ASSEMBLY T.V.

⇒ Reducir formación de puntos blancos (pulir área de molde, hacer perno más grueso)



- Pulir perno botador del producto “caja de T.V. juguete” y disminuir la velocidad de eyección de este

[F-K-1-P-2-PRODUCTOMOSTRADOR (SAN)-FIN]

1. Problemas de fisuras en el punto de inyección, se deben usar pinzas de corte en caliente para evitar este defecto.
2. Evitar que el producto tenga contacto con artículos de PVC (chupón que sostiene al mostrador) plastificado, porque el DOP ataca al PS y produce fisuras en el producto.

[F-K-1-T-4-ASA ARPON (PP)-IG]**Asa Arpón. PP 100% V. Rojo.**

Para el asa arpón se programó corrida de prueba durante el día 2/26/98. Para este fin se uso molde de 4 cavidades de Colada Caliente, montado en la máquina de 220 t. (CM). El día 3/5 se corrió la cuarta prueba por personal de Gesta únicamente. Los datos de las corridas se muestran a continuación:

Fecha	2/26	2/26	2/26	3/5
Pieza	AA	AA	AA	AA
Máquina	220 t	220 t	220 t	220 t
Resina	PP 100% V	PP 100% V	PP 100% V	PP 100% V
T. de Ciclo	28 S	21.5 S	21.5 S	31 S
T. Enfr.	16 S	10 S	10 S	20 S
Temp. Fijo	30.5 °C	32 °C	33 °C	14 °C *
Temp. Móvil	31.9°C	35.5°C	33.9°C	*
Temp. Aceite	51°C	53.3 °C	56.6°C *	-
Op./Máquina	1	1	1	-
Peso pieza	26.5 g	26.5 g	26.5 g	26.5 g
P. Inyección	63.3 Kg/ cm²	63.3	63.3	66.2
Vel. inyección	3 cm/s	3.5	3.5	3.5
Temp. 1a. Zona	221 °C	221 °C	204°C	212.8°C
Control Molde	DME	DME	DME	DME
Temp. Botado	65 C	81 C	83.5 C	-
C. Presión	156 RPM	156	156	-

De estas corridas se dieron instrucciones para numerar 15 disparos completos por prueba. Los cuáles se probaron por flexión de acuerdo a procedimiento de Acumex No. MA 058 000, de la especificación EP 017 019, en instalaciones de ACUMEX el día 3/9/98. Todos los disparos se almacenaron en un congelador de uso doméstico tipo congelador de alimentos, operando a 60 Hz, 110 V, con termostato ajustado en 5, de una escala de 0-7. Las muestras permanecieron a baja temperatura por espacio de 48 horas. La temperatura de las muestras fue de -22 °C / -23 °C.

Debe comentarse que la corrida de producción del mes de Diciembre 97 para este producto tuvo diferentes problemas. Algunos son:

FECHA	DIC. 97
PIEZA	AA
MAQUINA	300 t
TEMP. DE BARRIL	ZONAS PUENTEADAS S/C
CONTROL TEMPERATURA	HECHO EN PLANTA / DME
CHILLER	USANDO CHILLER PARA MOLDE
PRESIONES (INYECCION Y SOSTENIMIENTO)	VARIABLES
AJUSTE DE MOLDE	CON REBABA
PAROS DE MAQUINA	10 PAROS
TEMP. DE MOLDE/RESISTENCIAS	SIN TERMOPARES
TEMP. AMBIENTE	10 °C
TIEMPO DE CICLO	37 s

Respecto a la propuesta original para realizar la prueba de flexión, hay que recordar que se seleccionarán tres diferentes temperaturas -10°C , -20°C , -30°C , sin embargo por cuestiones de equipo sólo se usó una temperatura -22°C . Además, es necesario mencionar que el procedimiento de prueba perteneciente a ACUMEX **no indica la temperatura de la prueba de flexión**. La temperatura es el factor primordial de cualquier prueba para determinación de propiedades de materiales. por ejemplo el PP copolímero en bloque tiene buenas propiedades de resistencia al impacto a temperaturas bajo 0°C . Por lo anterior es conveniente establecer los parámetros y condiciones que se indican:

1. Determinar con exactitud las temperaturas de prueba de flexión.
2. Los resultados que se citan en el Anexo-2 muestran que el comportamiento del PP Himont SB786 no es **confiable** para usarse a bajas temperaturas ($-22/-23^{\circ}\text{C}$).
3. Se requiere negociar el estándar de calidad con el cliente, en el que se indique la temperatura de prueba con claridad.
4. Se requiere que se especifique además el tiempo de reposo de las piezas antes de ser sometidas a la prueba de flexión.
5. Es necesario balancear las entradas a cada cavidad. Obsérvense los resultados mostrados en Anexo-2.
6. Es recomendable que se corra una prueba **paralela empleando el material usado inicialmente para esta pieza, (HDPE)**.

[F-K-1-X-5-ESTUCHE DE LENTE (ABS)-PE]

- Respecto al case de Bauch and Lomb en molde de 8 cavidades 4227 HIPS la tarea está pendiente. Se operó con 5 cavidades resultando con rebaba y con cavidad #2 fracturándose al hacer prueba manual de flexión a la carga (Manual).

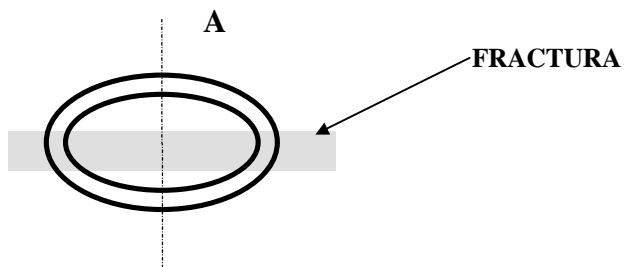
Contramedidas:

- 1) Se aumenta la separación 0.2 ~ 0.3 mm.
- 2) Poner venteo.
- 3) Aumentar la temperatura del molde a 50 ~ 60 °C (la unión de soldadura se mejora).
- 4) Poner curva en la esquina.
- 5) Definir la temperatura de prueba. (hacer más clara la norma).
- 6) No deben sobre calentar ya que se rompería fácilmente.
- 7) Utilizar el material identificado. (dentro de ABS hay muchos tipos diferentes).

[F-K-1-V-6-FISURA -PLINSA]

Seguro de POM acetal. Seguro de VW

Al respecto el Sr. Mauricio Villergas expresó que se tiene el problema de que esta pieza, la cual esta en desarrollo, se quiebra al momento de usarse. La pieza en cuestión se coloca en un anillo metálico a través del cual debe asegurarse.



A'

Los siguientes son las recomendaciones sugeridas:

- a) Determinar tensil requerido para colocar la pieza en el anillo.
- b) Determinar tensil y la velocidad de la prueba.
- c) Temperatura de la prueba. Debe fijarse en las muestras 3 horas antes de hacer la prueba.
- d) No correr esta pieza en la máquina PIC 60 t debido a al problema del sistema hidráulico.
- e) Controlar la temperatura del molde en 60 °C. Evitar sobre calentamiento. Al tener sobre calentamiento en el molde se genera CH_3COOH , el cual provoca oxidación acelerada del molde.
- f) Mantener ciclos de inyección constantes.
- g) Determinar en que disparo, al inicio de corrida, la pieza ya esta OK. usar este criterio en corridas posteriores.
- h) Al diseñar el molde se recomienda tener 8 cavidades

F-L REBABA

[F-L-1-Q-1-PISTON (PE)-PR]

- Los moldes deben ser planos completamente?

[F-L-1-S-2-EMPAQUE (PVC-S)-PIS]

Reducir Rebaba y Pandeo de producto:

1) Se calcula el área proyectada y la fuerza de cierre necesaria.

diámetro exterior 330 mm, diámetro interior 282 mm, ancho de vena 8 mm, 8 venas

Área de producto: $(330^2 - 282^2) \times 0.4 = 92.3 \text{ cm}^2$.

$$\text{Área de vena: } 0.8 \times 28.2 \times 8 \times 0.5 = 90.2 \text{ cm}^2$$

Área total: $92.3 + 90.2 = 182.5 \text{ cm}^2$

La máquina inyectora es 120 ton. por lo que salen muchas rebabas y pandeamiento. (Se cree que un 50%.)

- 2) La contramedida sería utilizar la máquina de 180 ton. Si corre bien la máquina, reducir el número de venas a 4, para tener menos desperdicios o mermas.
- 3) Deben tomar siempre balance de entradas.

[F-L-1-T-3-REBABA-SCROLL (PP)-PRA]

Producto : Scroll

No. inyectora [Capacidad cierre]: 7 [1000 Tons.]

Fuerza de cierre [Tipo]: Grapas

Tipo de inyectora: 2 cilindros (pre-plastificación, inyección)

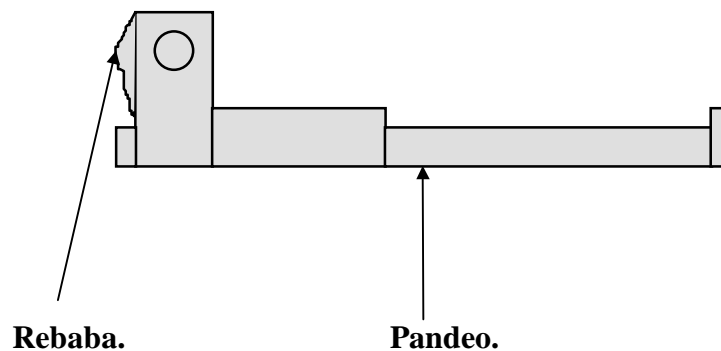
Problema : Rebaba

Solución : Es un molde viejo, necesita reparación

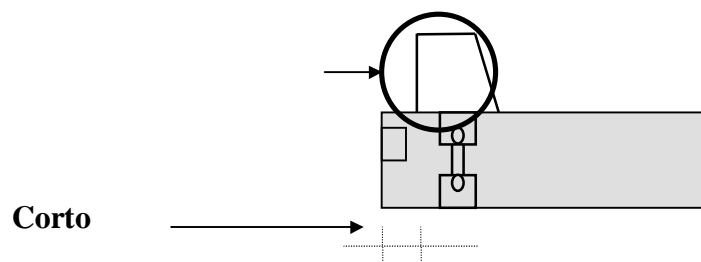
[F-L-1-X-4-CANDADO (ABS)-PLINSA]

Candado Moulinex. ABS con auto extingüible. Máquina Aurbuk 50 t.

Al observar la pieza detenidamente se encontraron los problemas siguientes; rechupes en la cara frontal en el área de la base y en la parte superior, donde se hace el cierre. Rebaba en la base en una de los brazos (2) de fijación al cuerpo del ensamblaje. Pandeo al centro de la cara frontal exterior. Amarre de la colilla al fijo del molde (cavidad). Especificación < 0.05mm.



a) Respecto a la rebaba se comentó que la contramedida es recalcular el diseño del molde en el área de brazo con barrenos. Actualmente la unión entre placa y macho es mediante tornillos lo que no asegura fijación adecuada.



F-N VARIACIÓN DE ESPESOR

[F-N-1-Q-1-VASO (PE)-PLINSA]

- 1) Producto: Vaso HDPE Diámetro máximo.: 110 mm
Altura: 165 mm
- 2) Problema: Variación de espesor.
- 3) Situación Actual.
 - 3.1.- La variación de espesor está entre 1.27 hasta 1.52 mm, existe desplazamiento del centro o núcleo de 0.125 mm. (El espesor de diseño es 1.143 mm)
 - 3.2.- Método de corrección actual fue desplazar la posición de los pernos guías.
 - 3.3.- Las cavidades no. 2 y 3 tienen mayores variaciones de espesor pero pueden sacar productos.
- 4) Contramedidas:
 - 4.1.- Se hace el ajuste del centro metiendo calzas entre el núcleo y la cavidad, el ajuste mediante pernos guías no es suficiente para aguantar la presión de cavidad. Además se abre un espacio de 0.3 ~ 0.5 mm en la línea de partición de tal forma que este espacio se cierre totalmente al cerrar el molde. Esto fue para ajustar totalmente el centro.
 - 4.2.- La función de pernos guías es proteger guía y núcleo en el momento de ensamblar el molde, pero el presente molde tiene solo 15 mm de la parte inclinada en comparación con la altura del núcleo, lo cual es bastante bajo, por lo tanto no debe tener espacio entre pernos guías.
 - 4.3.- La presión de la cavidad de acuerdo al área proyectada será calculada de la siguiente forma:

$$11^2 \times \pi/4 \times 4 \times 0.4 = 152.1 \text{ ton.}$$

Siendo 300 ton. la fuerza de cierre, es factible moldearlos pero hay mucha dificultad en ajustar 4 centros por lo que es recomendable trabajar solo con 2 cavidades.

F-Q RECICLADO

[F-Q-*-N-1-BOTELLA (PE) (SOPLADO)-IPA]

P: ¿Que hacer con botellas de PET almacenadas?

R:

1) Compañía japonesa realizó reciclado de botellas, pero costo era mas alto que materia virgen, empresa quebró

2) Emplear como combustible alternativo en industria metalúrgica (PET es un hidrocarburo)

[F-Q-*-Q-2-BOTELLA (PE) (SOPLADO)-IPA]

Pellet:

Cuando se utiliza solamente material reciclado la tasa de defectuosos es un 20% y si es material virgen es solamente menos 5%. Si se utilizan reciclado en forma de pellet la tasa de defectuosos será igual como si se usara material virgen.



MÁQUINA DE MOLDEO

G-B MANTENIMIENTO DE MAQUINA DE MOLDEO

[G-B-*-*-1-FIN]

- Mantenimiento de Máquina Inyectora

1).- Lubricación diaria de “zapatas” y “tide bar”, lo mejor es que la máquina automáticamente lubrique estas áreas.

[G-B-*-*-2-PUNTOS DE INSPECCIÓN]

Puntos importantes en mantenimiento e inspección de máquinas de moldeo

1. Principiar la Inspección.

- 1) Cada máquina de moldeo debe ser inspeccionada por una persona calificada con suficientes conocimientos y experiencia antes de arrancar. El operador debe ser entrenado para realizar el mismo la inspección, y el alcance de su trabajo debe ser claramente definido.
- 2) Checar si la cantidad requerida de aceite hidráulico está disponible.
- 3) Prender la bomba y checar si opera bien y produce un sonido normal.
- 4) Prender el calentador (resistencias) y checar si está generando calor (también checar el amperímetro, enchufe de resistencias, termopares y controlador de temperaturas).
- 5) Checar que el molde este bien apretado.
- 6) Checar lubricación en partes relevantes (nivel de aceite en la bomba).
- 7) Checar si la máquina opera normalmente por operación manual (puerta segura, botón para paro de emergencia, eyección, etc.).
- 8) Checar la presión baja de cierre del equipo.
- 9) Checar encendido y apagado del controlador de temperatura cuando la temperatura alcance un cierto grado.
- 10) Checar la tubería del agua de enfriamiento.
- 11) Checar la presión de cierre después del moldeo.

- 12) Checar equipos auxiliares.
- 13) Checar el compresor (purgar).
- 14) Checar las condiciones del moldeo (temperatura, tiempo, presión, velocidad de inyección, etc.).
- 15) Mantener en mente que las actividades para ordenar el área de trabajo involucra alguna inspección.
- 16) Los trabajadores deben ser enseñados a ordenar su área de trabajo (Limpiar la máquina, almacenar los materiales en su lugar) usando poco tiempo antes de operar la máquina.

2. Inspección diaria.

- 1) Una persona calificada con suficientes conocimientos recorre y checa la máquina de moldeo, aceite e instrumentos. Los operadores deben ser entrenados para realizar la operación ellos mismos y se debe definir claramente el alcance de su trabajo.
- 2) Checar el nivel de aceite y temperatura.
- 3) Checar si la bomba no genera sonidos anormales.
- 4) Checar si existe alguna condición anormal en el calentamiento y en el controlador de temperatura.
- 5) Checar que el molde este bien ajustado.
- 6) Checar la lubricación en partes relevantes.
- 7) Checar la presión de cierre del equipo.
- 8) Checar las condiciones del agua de enfriamiento.
- 9) Checar equipos auxiliares.
- 10) Checar el compresor y purgarlo si tiene agua.
- 11) Checar las condiciones de moldeo (temperatura, tiempo, presión, velocidad de inyección, etc.).
- 12) Hacer el recorrido diariamente con el operador para alguna condición anormal (el operador inspecciona y reporta los resultados).
- 13) tener en mente como organizar el área de trabajo involucrando alguna inspección, ya que esto constituye una parte importante para la inspección.

3. Inspección cada 3 meses.

- 1) Debe ser dirigido por un equipo de mantenimiento o una persona calificada con suficientes conocimientos.
- 2) Checar aceite hidráulico.
- 3) Limpiar filtros de aceite.
- 4) Limpiar micro separadores de aceite si existen.
- 5) Checar aceite para el enfriamiento de la temperatura.

4. Inspección cada 6 meses.

- 1) Debe ser dirigido por un equipo de mantenimiento o una persona calificada con suficientes conocimientos.
- 2) Poner filtro para limpiar el aceite.
- 3) Limpiar la entrada del aceite de enfriamiento.

5. Inspección por año.

- 1) Checar aceite hidráulico (Nivel de contaminación, degradación, etc.) debe ser dirigido por un contratista calificado.
- 2) Checar aceite hidráulico (nivel de contaminación, degradación, etc. Lo debe hacer un contratista calificado).
- 3) Checar termopares y controladores de temperatura (lo debe hacer un contratista calificado).
- 4) Checar el aceite con el equipo operando.

6. Inspección cada 2 años.

- 1) Debe ser dirigido por un equipo de mantenimiento o una persona calificada con suficientes conocimientos.
- 2) Limpiar y purgar el tanque de aceite hidráulico.

7. Otros.

1) Registros

Registrar todos los resultados de la inspección, especificando el remplazamiento de partes, tiempo requerido, el cual después será tabulado y usado como la base para la planeación del mantenimiento.

2) Bases para el mantenimiento de máquinas de moldeo.

a) Tener en mente que todas las actividades de mantenimiento están altamente relacionadas con la productividad y la baja cantidad de rechazos.

b) Mantener la máquina de moldeo limpia todo el tiempo. Limpiar la máquina el mismo. El inspector puede identificar algún mal funcionamiento o problema potencial por iniciativa propia. La limpieza es el principio del mantenimiento.

c) El principal objetivo es no para la máquina de moldeo, el mantenimiento debe ser dirigido a tener cero paros.

[G-B-*-3-FOR]

- Explicación breve del contenido de un programa de mantenimiento preventivo para inyectoras (Puesta en marcha, en proceso, no funcionando)
- Programas de mantenimiento de máquina:
 - 1).- Mantenimiento en el momento de arranque de la máquina: se hace por especialista. Contenido de inspección: ruido de la bomba, verificación de la puerta de seguridad, verificación del cerrado despacio del molde, verificación del cierre de presión baja, aplicación de grasa en las barras de tensión y slide shoe.
 - 2).- Inspección diaria: realizado por el operador. Aparte de los puntos arriba mencionados establecer el mecanismo de aviso.
 - 3).- Inspección trimestral: realizada por el especialista. Según el estado de la máquina no es necesario llevar acabo pero la inspección de filtro e imanes se hará siempre.
 - 4).- Inspección semestral: realizada por especialista. Se hace la revisión de enfriador de aceite.
 - 5).- Inspección anual: realizada por el especialista. Aparte de lo arriba mencionado la inspección de lubricantes (se solicita el servicio al especialista de lubricación). Puntos de inspección: viscosidad, índice de viscosidad, color, contaminación y valor de acidez.
 - 6).- Inspección de segundo año: Igual que inspección anterior.

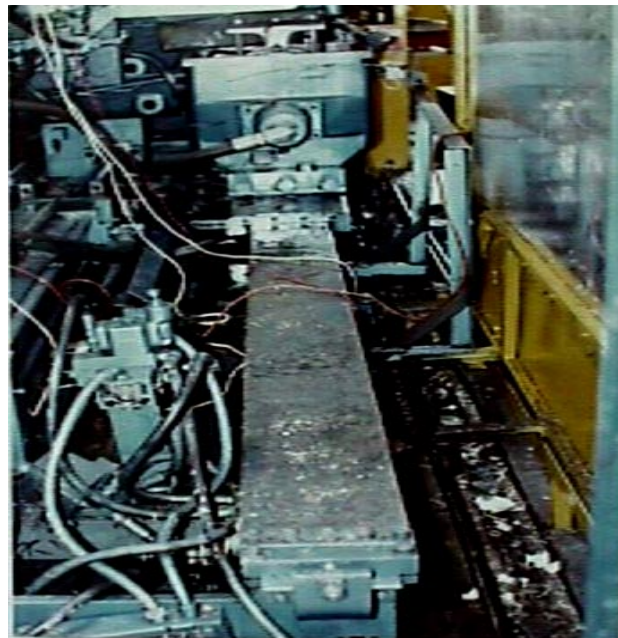
[G-B-*-*-4-MAQUINA DE MOLDEO SLIDE-SHOE-FOR]

- Defecto Scratch [rasguño]

- 1) Parte de slide shoe (deslizamiento del molde) tiene rasguño, aplicar lubricación diaria
- 2) Los pernos guías del molde “activador” también necesitan lubricación



Fugas de aceite en máquinas



Mantenimiento insuficiente de máquina

G-C RENOVACIÓN DE LA MAQUINA DE MOLDEO

[G-C-*-1-DATOS NECESARIOS-PRA]

P: Cuales son los puntos críticos en la compra de una inyectora nueva?

R :

1. Las máquinas mas pesadas son más estables, por lo tanto el peso es un criterio de selección importante
2. Capacidad para low-pressure-clamping [para no causar daños al molde]
3. Capacidad y ubicación del enfriador de aceite [debe estar fuera de la inyectora]
4. Válvula de 4 vías, si es posible dos de estas, ya que hay moldes que requieren del empleo de este tipo de válvulas, para ayudar a los deslizamientos de estos
5. Válvulas de aire [2-3]
6. Máquina en la cual se pueda hacer ajustes [t ciclo] de valores según necesidad, para aumentar así la productividad del equipo
7. Contactos eléctricos cerca de la inyectora para reparaciones

[G-C-*-T-2-TASA-PLINSA]

Es importante que al inyectar piezas de pared delgada se ajusten correctamente los centros de macho y hembra del molde. El maquinado de moldes se hace con máquina de precisión. El taper debe estar centrado para lograr centros de macho y hembra.

[G-C-**-3-CALCULO DE FUERZA DE CIERRE PARA SELECCION DE MÁQUINA]

Rebaba

1. Base de escalera, en Máquina de 440 Ton, 2 Cavidades, Material : PP
2. GV3-C, en Máquina Van Dorn de 300 Ton, 10 Cavidades y funcionan 6 Cavidades, Material : PP
3. GV4-C, en Máquina Van Dorn de 200 Ton, 6 Cavidades y funcionan 4 Cavidades, Material : PP
4. Cubre Poste (-) en Máquina de 165 ton, 16 Cavidades y funcionan 12 Cavidades, Material PP
5. Tapa Gris, verificar.

Hay que calcular el área proyectada para cada uno de los productos, porque es determinante para seleccionar la máquina de moldeo apropiada.

$$F = P * A$$

Fuerza necesaria para cerrar el molde = Presión necesaria en cavidad * Área Proyectora

Material	Rango de Presión de resina dentro del Molde	Promedio
PP, AS	250 ~ 400	350
PA, PP, PE, ABS	300 ~ 500	400
POM, PMMA	350 ~ 600	500
PC	400 ~ 800	600

Estado presente del uso de molde de cada producto

Productol	Material	No de cavidades	Presión necesaria	Área de proyección	Fuerza necesaria para cerrar el molde	Fuerza de cierre del molde	Juicio de máquina
Base de Escalela	PP	2	400	1,104	441.6	440	X
GV3	PP	10	400	954	381.6	300	X
GV3	PP	6	400	624	249.6	300	O
GV4	PP	6	400	517	206.8	200	X
GV4	PP	4	400	367	146.8	200	O
Tapa (-)	PP	16	400	140	56.0	165	O
Tapa (-)	PP	12	400	115.8	46.3	165	O
Plancha Plana	PS	1	350	618.4	216.3	130	X
Tapa 49	PP	2	400	867.5	317	300	X

X = Falta fuerza de cierre del molde

O = Suficiente fuerza de cierre del molde

G-D OTROS

[G-D-**-1-VALOR CALORIFICA Y VALOR DISPERSION TERMICA DEL EQUIPO HIDRAULICO]

Donde genera el calor

Causa de la generación de calor

1) El calor del exterior se transmiten.

Si la temperatura del ambiente del equipo hidraulica esta muy alta podría transmitir el calor atraves del aparato. Es necesario que cuide la transmisión de calor del equipo del calentamiento del husillo de inyección del moldeo, hay que considerar la diferencia de transión de calor durante el verano.

2) Fricción del equipo interior de hidraulico

1. Cantidad de calor generado por perdida de fuerza motriz, de bomba, motor : H1

Pérdida de fuerza motriz por fricción de mecanismo de bomba y motor.

Pérdida de fuga de aceite de presión.

$$H1 = 860^\circ \lfloor (1 - \eta)$$

\lfloor = Fuerza de entrada a la bomba (KW)

η = Eficiencia total de la bomba.

2. Válvula de Alivio Generado el calor : H2

Depende de la presión de válvula de alivio cuando fluye desde la válvula de alivio al tanque genera calor y se sube la temperatura del aceite.

$$H2 = \frac{600 \times P \times Q}{427} \quad 1.41PQ$$

P = Presión determinada de válvula de alivio (Kgf/cm²)

Q = Cantidad de flujo de válvula de alivio (l/min.)

No solamente a la válvula de alivio se puede aplicar válvula balance contador y válvula de ajuste, que aceite de alta presión al tanque

3) Genera calor por perdida de resistencia : H3

$$H3 = \frac{600 \times \Delta P \times Q}{427} \quad 1.41\Delta PQ$$

Q = Cantidad de flujo de Aceite (l/min.)

Considera 10 - 15% de variación de fuerza de bomba

Valor calorifica del equipo hidraulico = $H_1 + H_2 + H_3$

Dfinición de enfriamiento de intercambiador de Aceite.

Cantidad de Calor de Intercambio $H_c =$ Valor Calorifica - dispersión térmica

	Fluido Hidraulico	Enfriamiento de Agua	Unidad
Temperatura de Entrada	T1	t1	°C
Temperatura de Salida	T2	t2	°C
Cantidad de Flujo	Ws	Wi	l/min.
Unidad de Volúmen	Ps=0.85	Pt=1	Kgf/l
Calor Específico	Cp=0.45	C1=1	Kcal / Kgf°C
Diferencia de Temperatura de Eje	Δtm		°C
Cantidad de Intercambio de Calor	HC		Kcal / hr.
Coefficiencia de transferencia de calor	K		Kcal / m ² °Chr.
Área de transferencia de calor	A		m ²

1)

$$\begin{aligned}
 HC &= (T1 - T2) \times (Ws \times 60) \times 0.85 \times 0.45 \\
 &= (t1 - t2) \times (W1 \times 60) \times 1 \times 1
 \end{aligned}$$

2)

$$t_2 = \frac{\text{Temp. de salida de agua de enfriamiento}}{\text{Aceite}} : \text{Cant. De Agua de Enfriamiento}$$

$$1 : \text{Agua de Enfriamiento}$$

$$: 0.5 - 1$$

$$t_2 = \frac{H_c}{W_1 \times 60} + t_i(^{\circ}\text{C})$$

3)

Temperatura Promedio Δt_m

Baseando la temperatura de la temperatura del fluido hidraulico y entrada y salida del agua de enfriamiento sacar el logritmo, la diferencia de temperatura promedio.

4)

Área de transferencia de calor A Capacidad de intercambiador de calor

$$A = \frac{H_c}{\Delta t_m \times K}$$

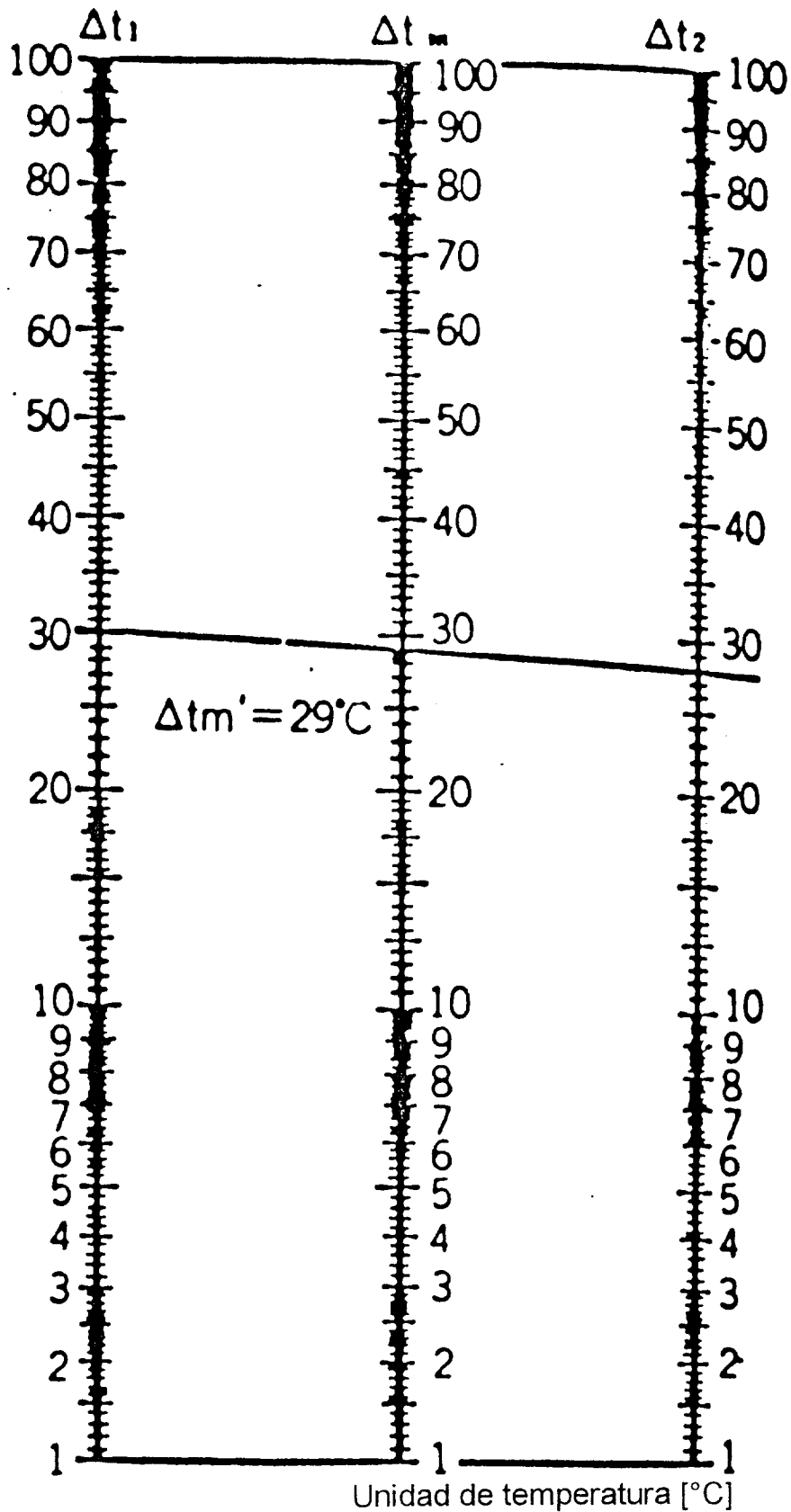
K = Coeficiencia de transferencia de calor En general tipo tubo

K=200 Enfriamiento de Agua poco, caso de alta viscosidad.

K=300 Flujo hidráulico en general (Kcal / m²°Chr.)

K=400 Enfriamiento de Agua mucho, caso de baja viscosidad.

El logaritmo de diferencia de temperatura promedio



Y

	.05	.1	.15	.2	.25	.3	.35	.4	.45	.5	.6	.7	.8	.9	1.0
.3								.999	.993	.934	.972	.942	.908	.845	.710
.4							.994	.983	.971	.969	.922	.855	.700		
.6						.992	.980	.965	.948	.923	.840				
.8					.995	.981	.965	.945	.916	.872					
1.0					.988	.970	.949	.918	.867	.770					
2.0			.997	.973	.940	.845	.740								
3.0			.977	.993	.835										
4.0		.993	.950	.850											
5.0		.962	.917												
6.0		.958	.855												
8.0		.930													
10.0	.996	.880													
12.0	.985	.720													
14.0	.972														
16.0	.958														
18.0	.940														
20.0	.915														

GD-5
Z

Tabla para sacar el ajuste de coeficiencia

Ejemplo :

Cantidad de flujo Hidraulico, intercambiador de aceite 100 l / min.

Temp. de Entrada = 55 °C

Temp. de Salida = 50 °C

Temp. de Agua de Entrada 22 °C

1)

$$\begin{aligned} \text{Formula HC} &= (T1-T2) \times (Ws \times 60) \times 0.85 \times 0.45 \\ &= (55 - 50) \times (100 \times 60) \times 0.85 \times 0.45 \\ &= 11,500 \text{ Kcal / hr.} \end{aligned}$$

2)

t2 Supone que la cantidad de flujo de Aceite de 70% de 70 l / min.

$$t2 = \frac{Hc}{W1 \times 60} + t1 = \frac{11,500}{60 \times 70} + 22 = 24.7^\circ\text{C}$$

3)

Diferencia de temperatura promedio

[G-D-**-2-INSPECCIÓN Y AJUSTE ANTES DE EMPEZAR EL TRABAJO DE MOLDEO]

Item 1) Tolva

Materia de Revisión

Revisar el tipo de material y la cantidad de material dentro de la tolva.

Item 2) Aceite Lubricante

Materia de Revisión

Revisar las partes mecánicas para lubricar y engrasar.

Item 3) Flujo hidráulica

Materia de Revisión

Presión hidráulica de cantidad y temperatura. Hay que enfriar la temperatura $20^{\circ}\text{C} < 35 - 45^{\circ}\text{C} < 50^{\circ}\text{C}$

Item 4) Calentador de cilindro y control de temperatura del termorregulador.

Materia de Revisión

Ajustar termómetro al temperatura determinada. Checar elevación de la temperatura del calentador de banda. Checar el funcionamiento del termoregulador del molde. Verificar el enfriamiento de agua en la zona de la tolva.

Item 5) Agua de enfriamiento

Materia de Revisión

Checar conexión de la tubería del agua. Checar que no tenga la fuga de agua. Checar instalación de la tubería de agua hacia termoregulador del molde.

Item 6) Bomba hidráulica

Materia de Revisión

Arrancar y checar las anomalías en sonido y vibración de la bomba hidráulica.

Item 7) Tornillo de instalación del molde

Materia de Revisión

Checar la condición del tornillo que no este flojo.

Item 8) Revisar el movimiento del molde y los mecanismos del botador

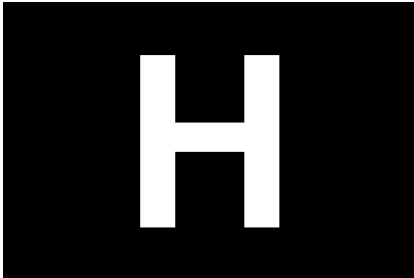
Materia de Revisión

Con manejo manual revisar el cierre y apertura del molde con baja presión y ajusta el movimiento. Checar el movimiento con alta presión y revisar los movimientos de mecanismo de botadores.

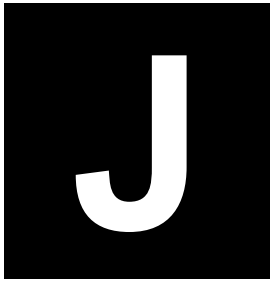
[G-D-*-3-REVISION DIARIO DE MANTENIMIENTO]

Inspección antes de empezar el trabajo diario.

- 1) Checar el nivel de aceite de flujo hidraulico de la máquina.
- 2) Checar la palanca del aire (No debe de estar flojo las palancas del cierre del molde)
 1. Cuando deja largo tiempo parada la máquina
 2. Cuando quitan el aceite hidraulico del interior del cilindro del cierre del molde
 3. Cuando hay falla el movimiento del cierre del molde.
 4. Cuando hace el arranque de la prueba, según la necesidad abre y quita el aire del interior del cilindro del cierre del molde.
- 3) Los tornillos de ajuste del espesor del molde, las herramientas para sostener el molde hay que checar que no este flojo.
- 4) Hay que checar este muy bien apretados los tornillos para montar el molde, no este flojo los tornillos de las partes movil del molde.
- 5) Checar los termopares
- 6) Checar los tiempos de calentamiento del cilindro
- 7) Inspeccionar los dispositivos de seguridad
 1. Las puertas de seguridad y la puerta de seguridad del *limit switch*
 2. El dispositivo de seguridad del cierre de molde
 3. Revisar los botones de paro de emergencia
 4. Revisar la válvulas de puerta
 5. Checar cubiertas de seguridad y cubiertas de la purga
- 8) Checar la condición de operación de moldeo
(Temperatura, presión, velocidad, tiempo, posición y condición de moldeo)
- 9) Checar el agua de enfriamiento (Condición de la tubería, mangueras, las fugas de agua en las partes de las conexiones)
- 10) Abastecimiento de aceite (Taza de aceite, partes de movimientos y cantidad de aceite, etc.)
- 11) Checar las fugas de aceite (cada válvulas de las máquinas, conexiones de la tubería, etc.)
- 12) Checar los ruidos anormales (Motor, bombas, cilindros hidráulicos, etc)
- 13) Checar anomalías en el momento de operación



MÁQUINA-HERRAMIENTA



MOLDE

J-A MOLDE PARA MOLDEO POR INYECCIÓN

[J-A-1-Q-1-VARIACIÓN DE PESOS DE CONTENEDOR-IPA]

Problema : Variación en el peso del producto

Análisis Causas - Solución:

Se realizó un muestreo de 10 cajas del producto de manera aleatoria, registrándose los pesos [sin rebaba] de estos:

Peso Especificado: 1.810 Kg

No.	El peso de producto hecho por la máquina de 720 ton	El peso de producto hecho por la máquina de 1000 ton
1	1880 gr.	1810
2	1935	1810
3	1900	1810
4	1930	1810
5	1910	1810
6	1870	1810
7	1900	
8	1890	
9	1915	$X = 1900 \text{ gr}$ $\sigma_{n-1} = 22.973$ $3 \sigma_{n-1} = 68.920$
10	1870	
El peso rebaba	Aprox. 10	

El producto hecho por la máquina de 720 ton y 1000 ton es idéntico pero por mal estado del producto provocó la variación de producto como se muestra en la tabla anterior. Por esto al realizar la reparación del molde se puede ahorrar el material.

[J-A-1-T-2-CAVIDADES 18 Y 12 (TAPÓN)-IG]

P: Cual es el costo de producción más rentable usando moldes de 32 cavidades Vs. 16 cavidades?

R:	32 cav.	16 cav.
Cav. OK	18	12
C.T.	32 Seg.	30 Seg.
Seg./Pc.	1.77	2.5
Peso/Pc.	2.0g	2.0g
Peso/Colada	50g	23g
Peso Total	114g	55g
Peso Pc. NG	28g	8g

El % de peso de vena en el molde con 18 cavidades hábiles es mayor que con 12 cavidades hábiles, por tanto aún usando 30 % de reciclaje no se puede rehusar todo el peso de vena sobrante. A menor número de cavidades (12) se tiene menor % de rechazo. Existe posibilidad de bajar tiempo de ciclo a 22 seg., consiguiendo una mejor operación. Si se tiene rebaba el molde puede ser reparado fácilmente y además es posible operar la máquina de forma automática sin operador y con las 16 cavidades.

Rebaba y costo del producto "GV - 5" (Tapón para Acumulador)

Molde de cliente con 12 cavidades (4 tapadas), sacando 8 piezas. De estas 3 con rebaba (2 rebaba en costado y 1 rebaba en perno botador). Se analizaron productos de 5 carreras para localizar cavidades defectuosas y se determinó tiempo de rebabeo promedio (3.44 seg.) con un tiempo de ciclo de 17.2 seg. lo cual determinó: **Rebabeo > t Ciclo (acumulación de piezas).**

[J-A-5-*1-(SISTEMA DE COLADA CALIENTE)-CAJA-IPA]

Radio interior mas abierto para facilitar cambio de color (hot runner system)

Dilatación de hot runner manifold

Coef. Dil. * ΔT * Long = Dilatación

$$1.08 \cdot 10^{-5} \cdot 200 \cdot 17 = 0.37 \text{mm}$$

Por ende, posición de orificios inadecuada, muy abierto (al momento calentarse deben centrarse, descentrados en frío) dificultad para cambio de color

[J-A-5-*3-(SISTEMA DE COLADA CALIENTE-IG)]

Análisis de tiempo de ciclo Vs. tiempos de rebabeo. Producto GV-5.

Antes de cambio	Después de cambio
15.64 seg. C.T.	21.0 seg. C.T.
17.20 seg. / 5 pza. rebaba.	17.68 seg. / 8 pza. rebaba.
5 cavidades OK	8 cavidades OK
3.44 seg./pza.	2.2 seg./pza.
	% = + 35.8.

Molde de Colada Caliente:

Se está planeando diseñar el molde para el sistema de colada caliente, por lo tanto a continuación se mencionarán los puntos importantes:

- 1) No es necesario bebedero y la vena.
- 2) Pero tiene muchos problemas, por eso muchas empresas están batallando con gran cantidad de defectuosos.
- 3) El problema está en el hecho de que el rango de condiciones de moldeo es cerrado. Es decir es fácil que aparezcan rebabas e incompletos. Así que si se quiere diseñar este sistema se tiene que considerar los siguientes puntos:
 - a) Poder hacer el control preciso de la temperatura de cada bebedero.
 - b) Utilizar el controlador de temperatura del molde para mantener constante la temperatura del mismo. El ajuste de la temperatura mediante el flujo de agua de enfriamiento es sumamente difícil.
 - c) Es mejor encargar al especialista externo el trabajo de la parte de colada caliente.
 - d) Conectar el agua de enfriamiento al controlador de temperatura.

[J-A-5-* -4-(SISTEMA DE COLADA CALIENTE)]

Documento del seminario del Sr.Suzuki. Véase el anexo.

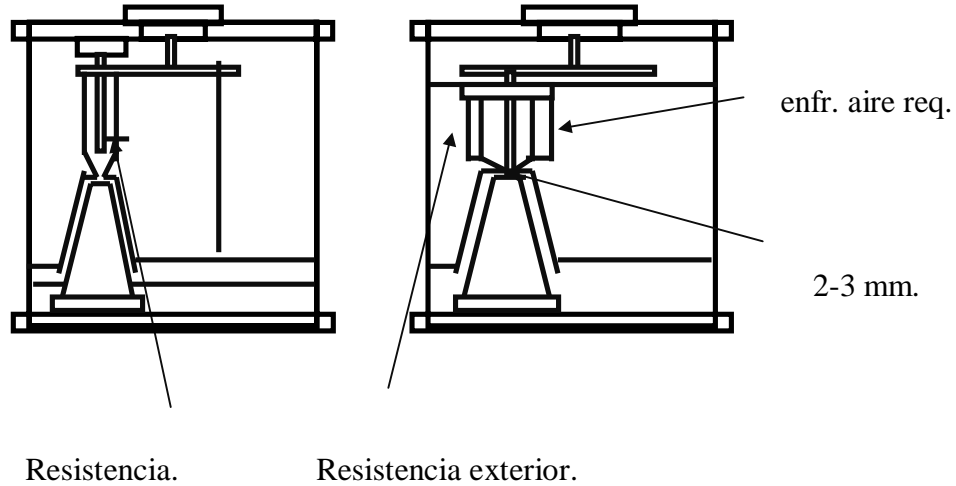
[J-A-5-* -5-(SISTEMA DE COLADA CALIENTE)ALCANCIA-IG]

Caja de alcancía. (Acumulador). PP color negro.

* Actualmente usando mezcla de virgen y reciclado, (20% Rec.). Es posible usar 100% reciclado para mejorar márgenes de utilidad. Los puntos de inyección pueden ajustarse a Diam = 2 a 3 mm., en lugar de 1 mm. actual.

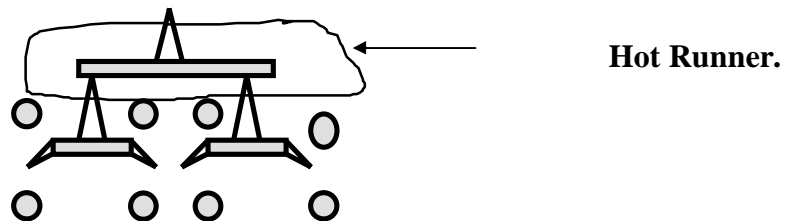
** El pando de la caja se puede controlar mediante un mejor manejo de temperaturas de molde. Esto es, se requiere mejor control de temperatura de molde. Además de procurar enfriamiento en esquinas de caja. (Muy importante).

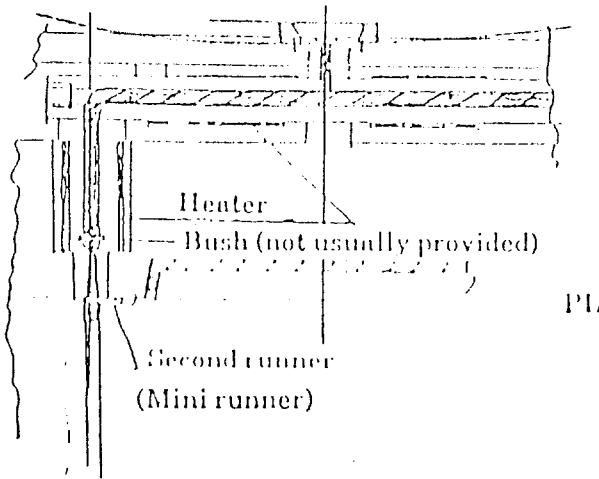
4. Respecto a formatos, estos deben ser lo más simples y comprensibles posible, de otra forma es difícil para el operador el uso de los mismos.



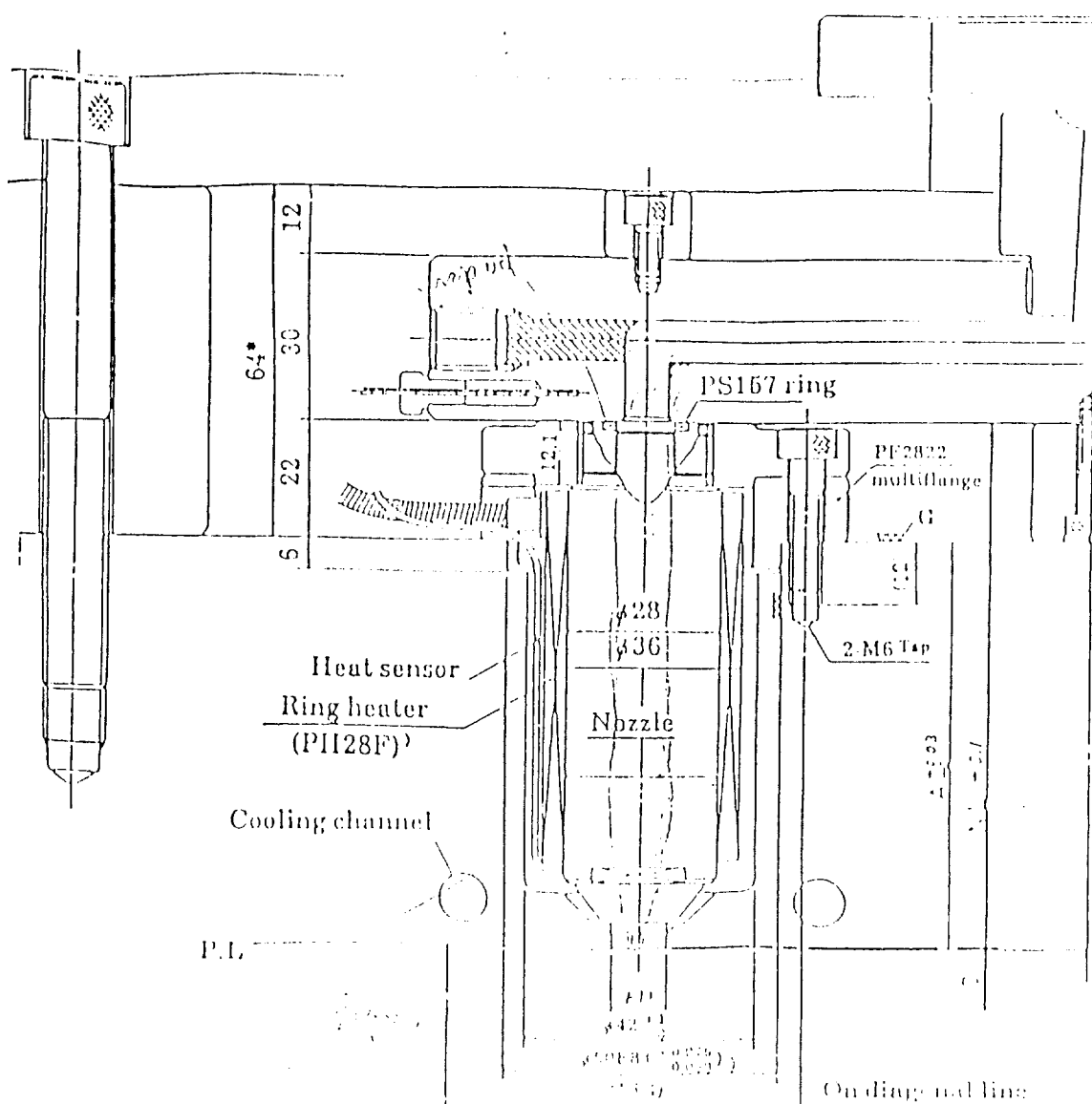
[J-A-5-V-7-(SISTEMA DE COLADA CALIENTE)(POM)-PLINSA]

Usar el arreglo de coladas como se indica;

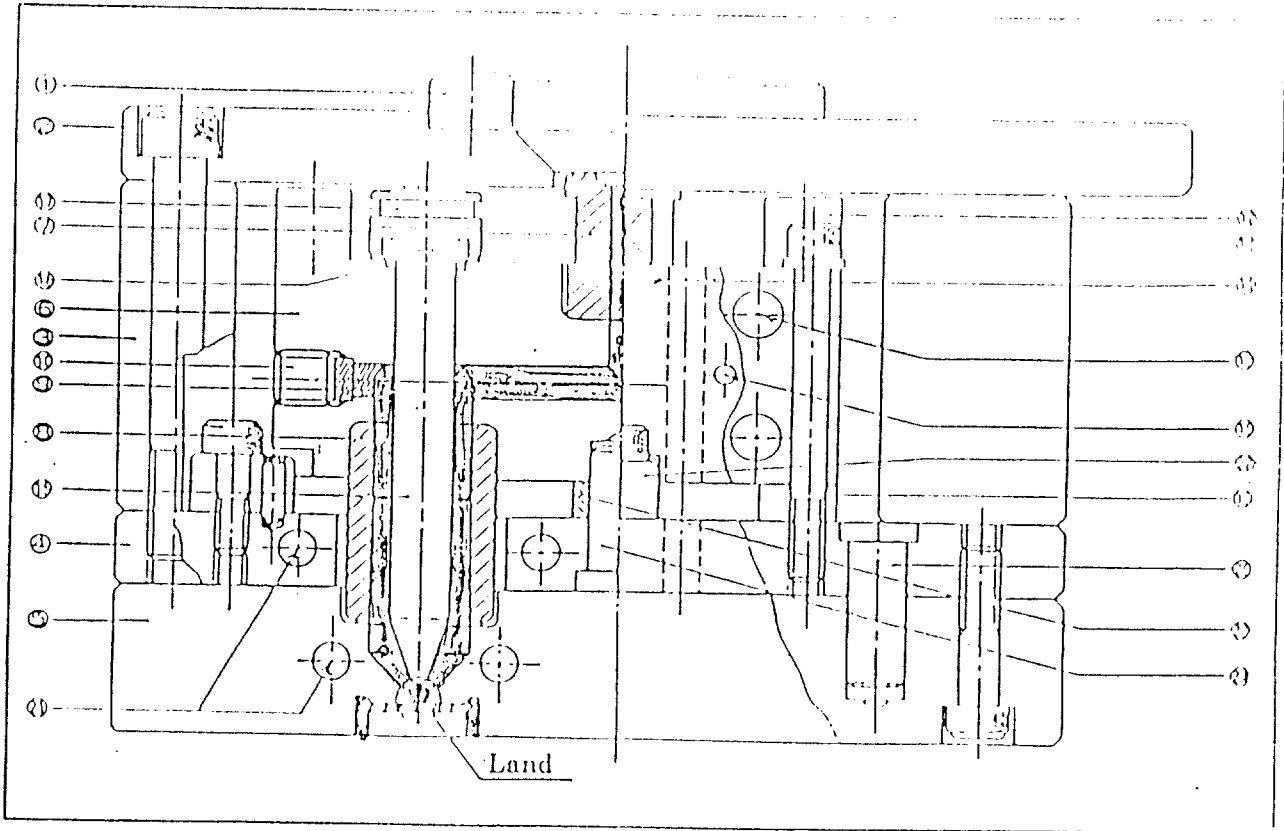




Esta fuerza es demasiado fuerte para ser suprimida. Como resultado el manifold debe estar listo para extenderse y contraerse libremente. Un ejemplo es el mostrado por molde de Saito Koki en la figura inferior y el molde con una porción caliente manufacturado por Seiki Co. Ltd., mostrado en la figura siguiente.



Mold structure



- 1) Anillo centrador 2)Cabeza del Plato fijador 3) Block Espaciador
- 4) Plato posterior 5) Plato Cavidad 6) Manifold 7) Bebedero (SB)
- 8) Vena bebedero (RB) 9) Tapón Vena 10) Tornillo Tapón
- 11) Agujero Perno Posicionador 12) Cojín Superior 13)Cojín Inferior
- 14) Cerrojo fijador Manifold 15) Lanza 16) Anillo "O" ac. Inoxidable
- 17) Cojín lanza 18) Agujero cartucho calentador 19) Agujero de inserción del Termocople
- 20) Perno guía auxiliar 21) Canal de enfriamiento
- 22) Block Posicionador 23) Anillo central 24) Perno central

Tipo de Calentamiento Interno

Desde el momento en que al superficie de la resina en el exterior solidifica y actúa como un aislante, la resistencia del flujo es comparativamente grande. Como sea, la temperatura del manifold es menor lo cual hace su manejo seguro. El molde TKG (Toyo gas machinery) que se muestra enseguida es una muestra de este tipo de moldes.

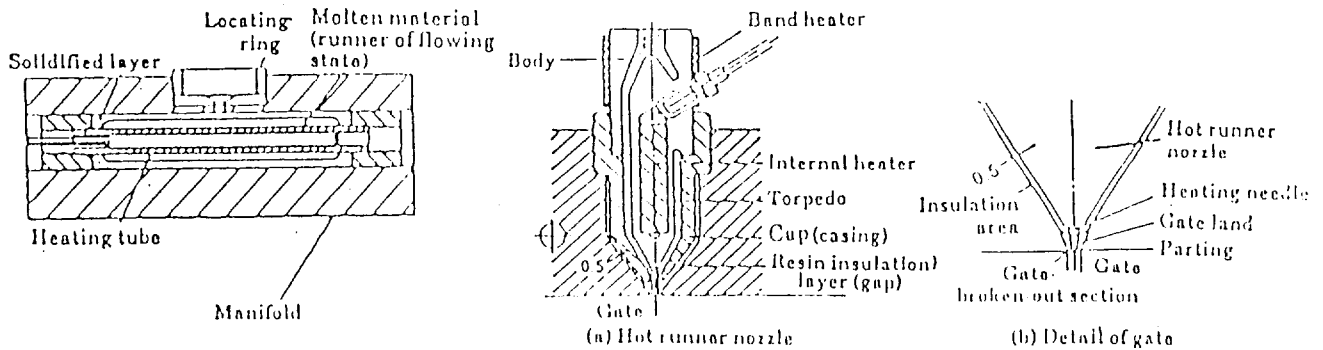


Figure 4-12

Tipo Shut-off

En este tipo la porción (land) es abierta y cerrada mediante el uso de un resorte, un sistema hidráulica o neumático los cuales hacen posible el diseño de entradas de buena calidad. Ejemplos de estos tipos se muestran en las figuras siguientes.

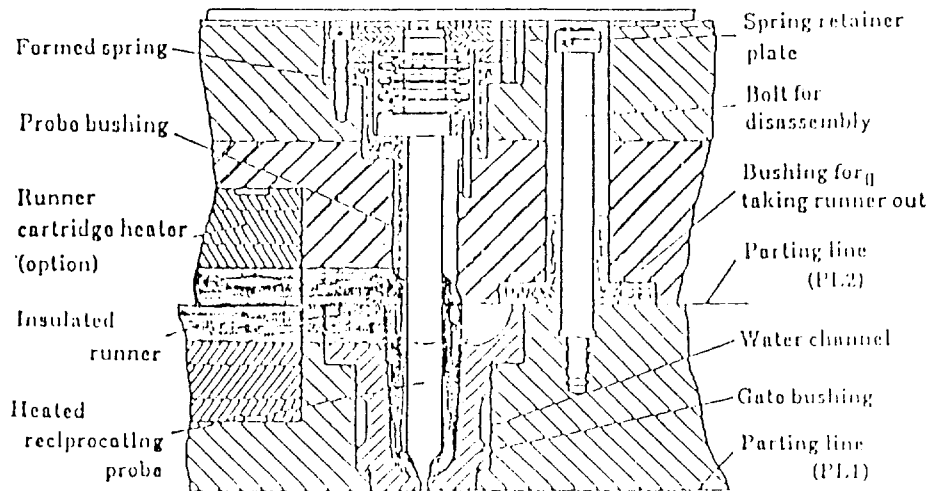


Figure 4-13

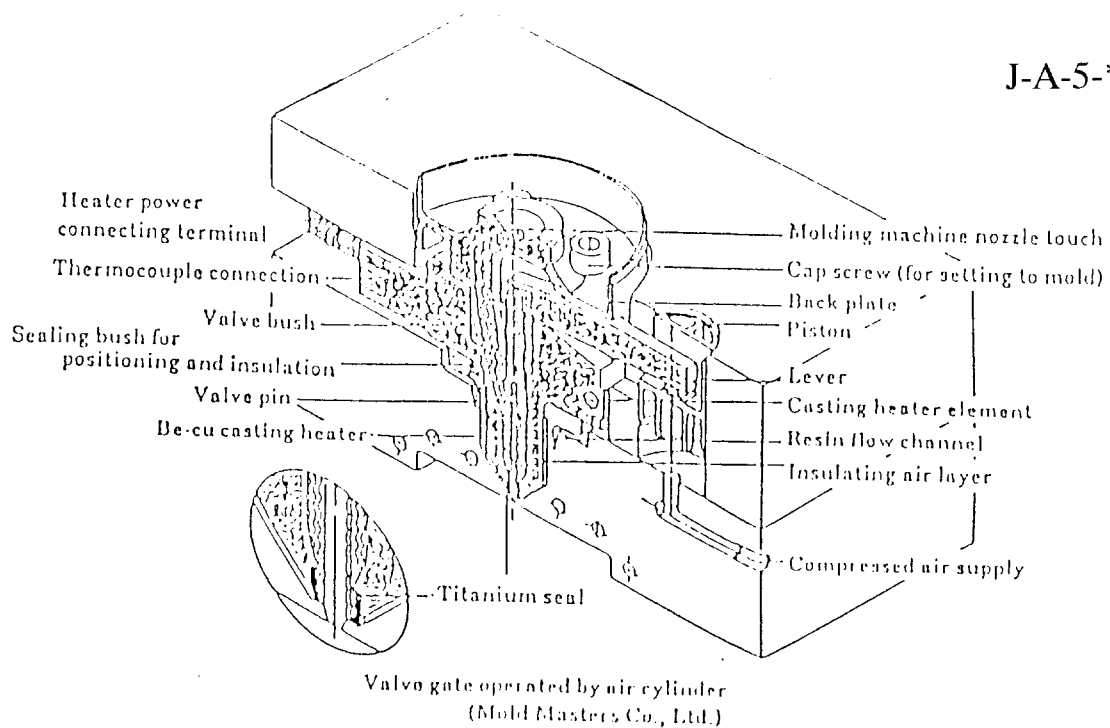


Figure 4-14

MMTL

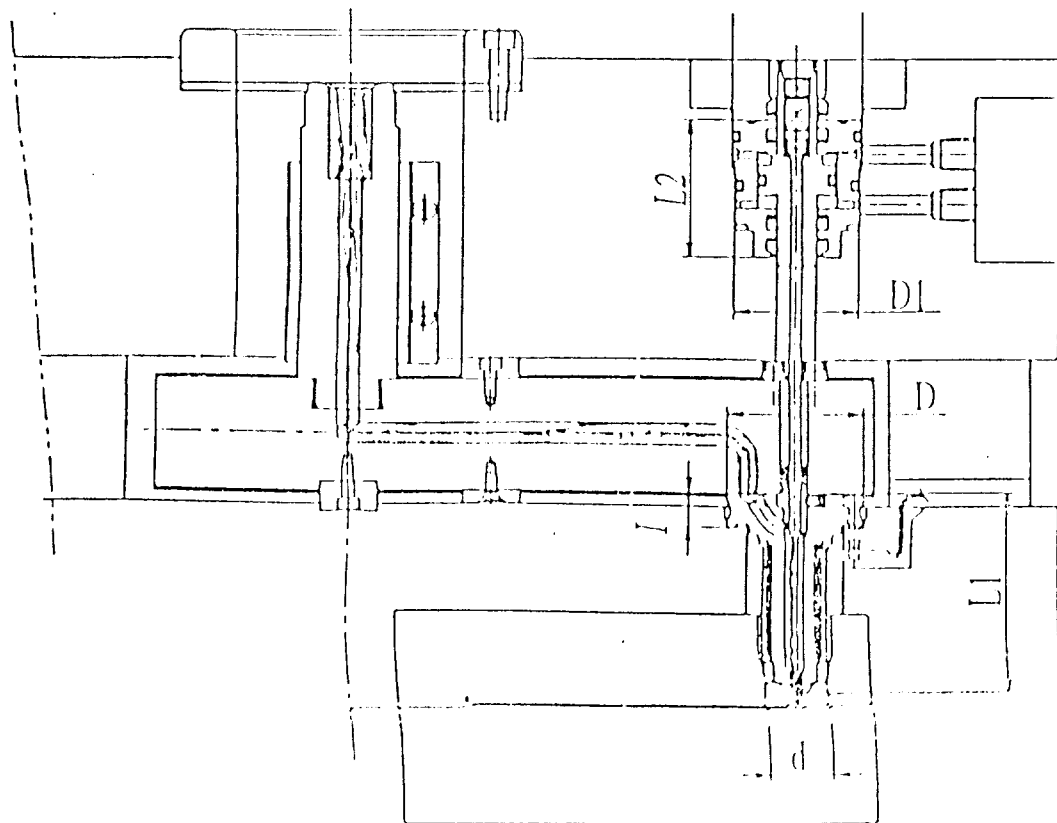
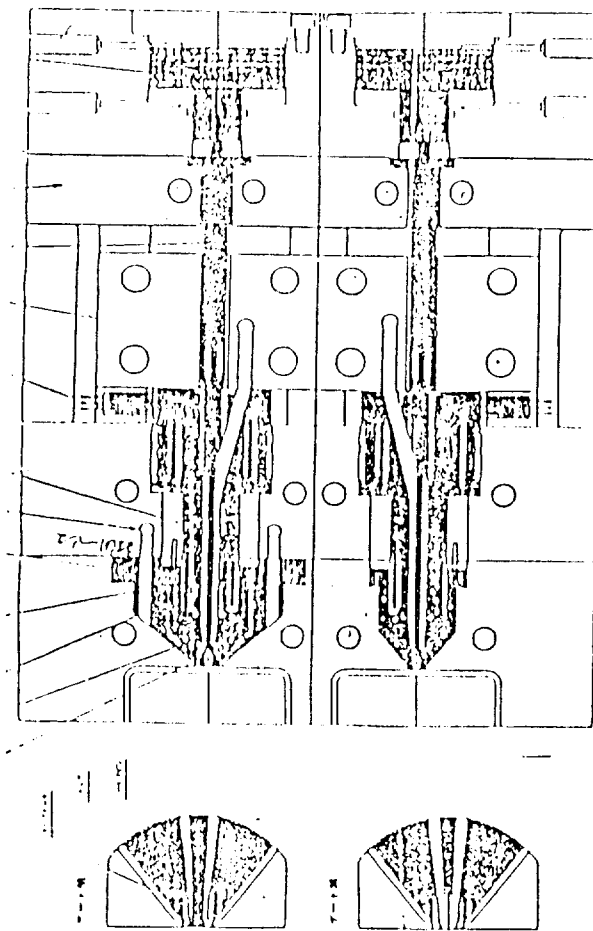


Figure 4-15



SPEAR SYSTEM

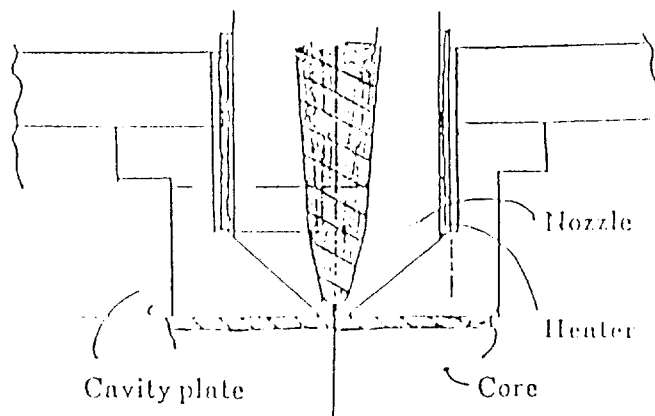
Vena Caliente Ready-Made

El reciente sistema de vena caliente tiene venas calientes del tipo Ready-Made las cuales pueden ser instaladas en la cavidad. De esta forma, los fabricantes del molde no tiene que diseñar el sistema de vena caliente y así el tiempo puede ser reducido.

Otros factores

(1) Boquilla Extendida

Como se muestra en la figura siguiente la boquilla de la máquina de inyección se extiende a la cavidad lo cual lo hace conveniente para moldes de cavidad sencilla. El problema es que la temperatura de la boquilla debe ser controlada



JA-9

Venas Calientes Aisladas

Existen casos cuando el molde opera usando solamente el calor de la resina en las venas de manifold con diámetros interiores (18 a 20 mm). Esta es una estructura barata, pero cuando la operación de molde es detenida, el molde tiene que ser desarmado y las venas limpiadas. Y desde el momento de que el diámetro de la segunda sprue es una flecha, un calentador es necesario.

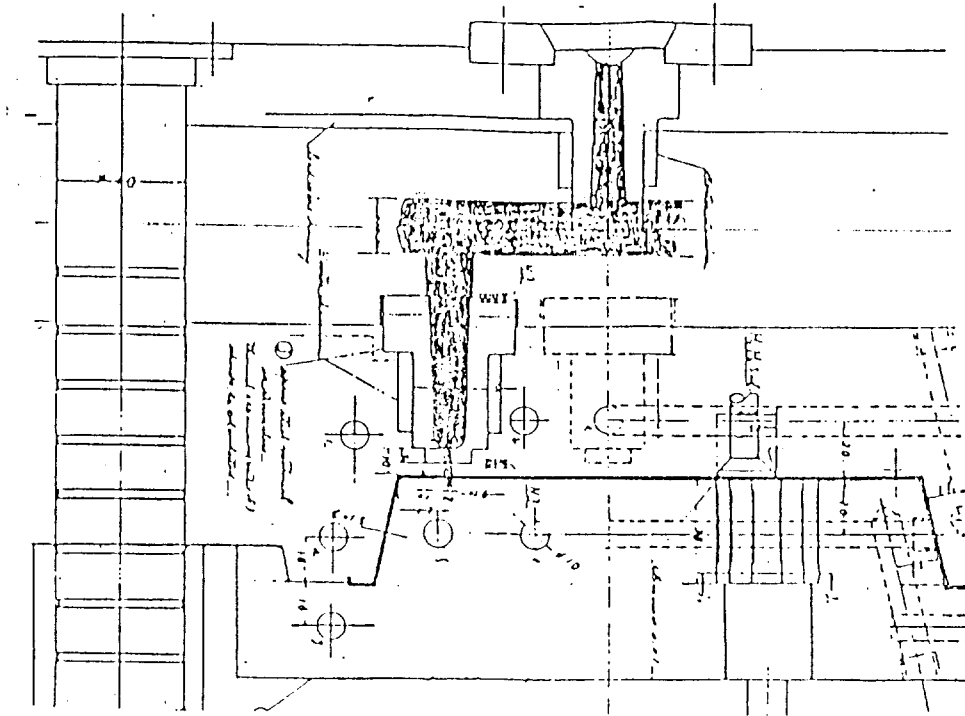
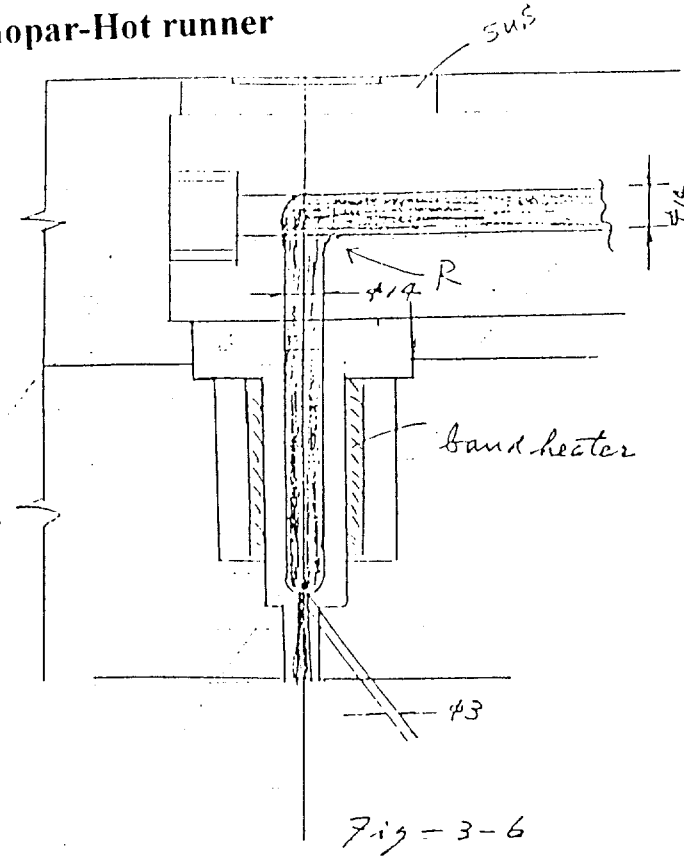


Figure 4-17

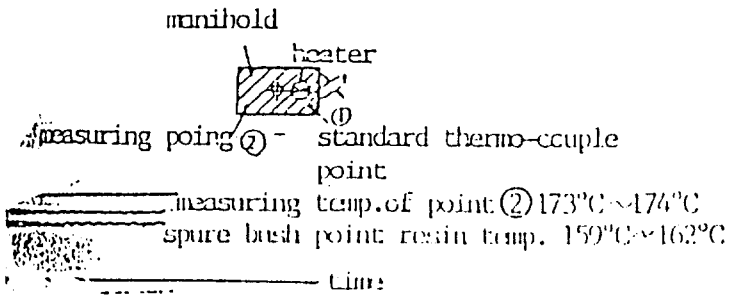
[J-A-5-*8-(RELACIÓN TERMOPAR-HOT RUNNER)]

Véase el documento del Sr. Suzuki (Anexo).



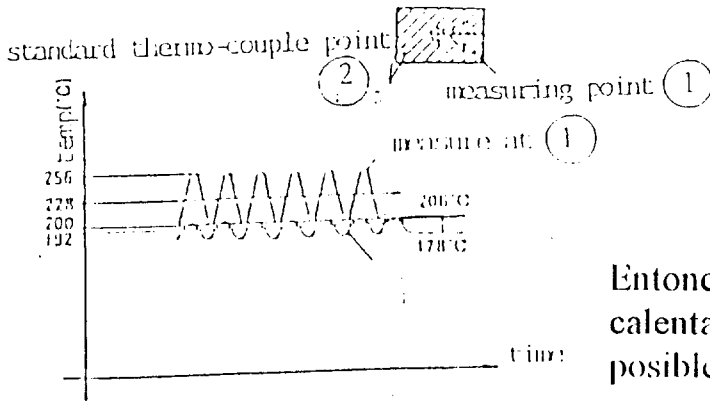
Datos en la Vena de Corrida Caliente

Este reporte es por el Experimento de Wolfam Hartman en la compañía BASA.

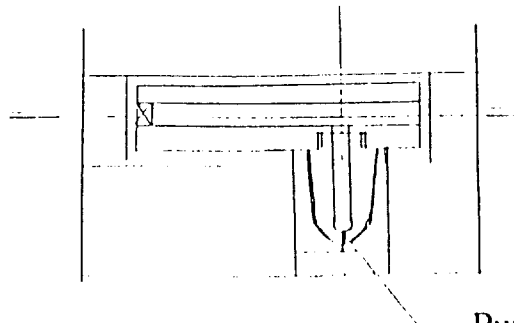


La posición de calentamiento es 200°C, la temp en 2 es 173 - 174°C y la temperatura en el bebedero es 159 - 162°C, la variación es pequeña

Y el calentamiento es controlado por el punto (2), (1) la temperatura es 256 - 192°C y la temperatura en el bebedero es 200 - 178°C, la variación es grande.



Entonces la posición del Termocople para el calentamiento es mejor cuanto mas cerca sea posible.

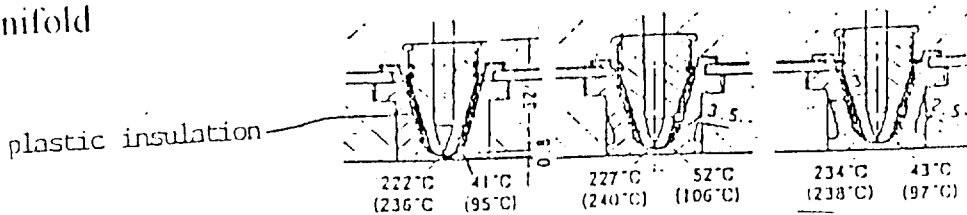


Punto del Bebedero (Boquilla termal)

La Influencia de la zona de aire en la parte de afuera.

La zona de aire es mejor cuanto mas grande sea posible

Temperatura del Manifold



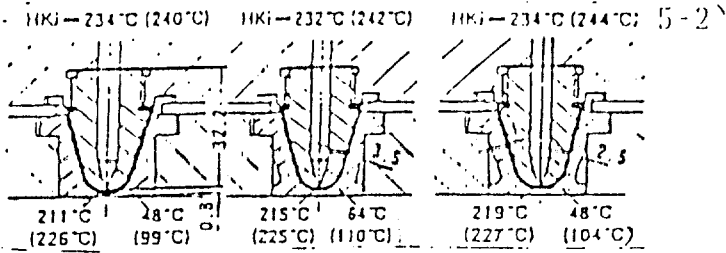
No aislamiento por aire

Espesor del bebedero 3.5 mm aislamiento por aire es pequeño

Espesor del bebedero 2.5 mm aislamiento por aire es grande

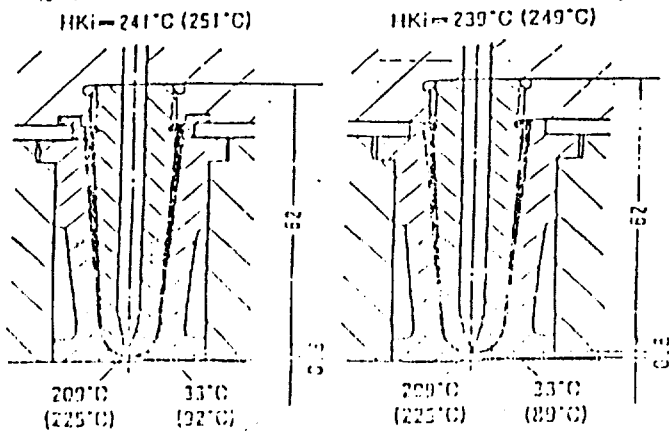
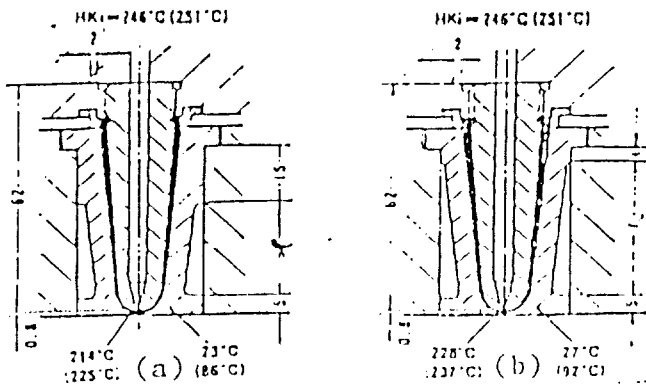
La influencia de la zona de aire en el exterior

Grandes espesores de aislante de aire son mejores

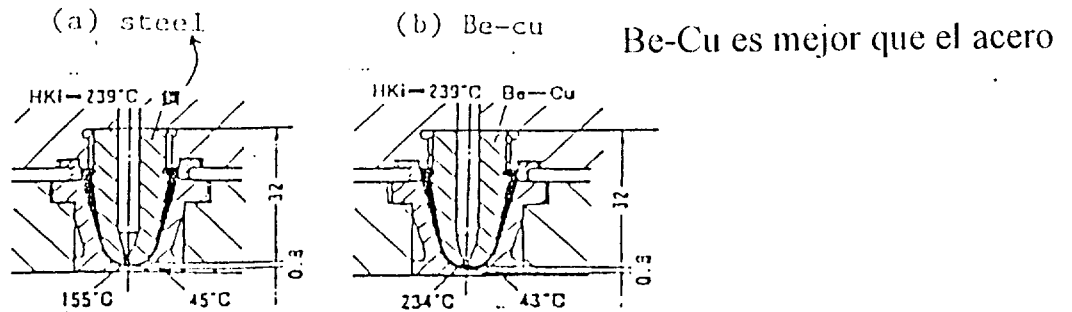


- (a) no air insulation
- (b) bush thickness 3.5mm. air insulation thickness is small
- (c) bush thickness 2.5mm. air insulation thickness is large

La zona de aire es mejor cuando sea mas grande como sea posible



El Material Metal para la Boquilla del Bebedero



Conclusiones

- ① Grandes espesores de aislamiento por aire son mejores
- ② La influencia del anillo leahaze no es relativa
- ③ Be-Cu es mejor que el acero para el buje



Forma de almacenamiento de moldes

J-B MANTENIMIENTO DEL MOLDE

[J-B-*-*-0-(MANTENIMIENTO DEL MOLDE)]

Puntos importantes dentro del mantenimiento e inspección de moldes

1. Arranque del sistema en la máquina de moldeo.

- 1) Debe ser dirigido por una persona calificada con suficiente conocimiento.
- 2) Abrir el molde, limpiar con un agente que evite la oxidación, checar la oxidación y rayaduras en la superficie de la cavidad.
- 3) Asegurarse completamente remover con un agente antioxidante entre la cavidad del molde y el bush (use thinner si es necesario).
- 4) Al terminar el molde, checar los items requeridos por la sección de moldeo están completamente corregidos.
- 5) Checar línea de partición (PL), superficie y otras partes para cualquier condición anormal.
- 6) Llevar a una perdidad mediante una prueba. (2-3 k/cm² ó 2-5 min.).
- 7) Checar si el molde puede ser colocado en la máquina (medida del molde, espesor, radio de vena).

2. Inspección diaria (durante la operación de moldeo).

- 1) Puede ser dirigido por un operador.
- 2) Checar si el molde es apropiado para la máquina.
- 3) Checar si el movimiento del molde es suave (cavidad, plato, ejecución del movimiento del plato, etc.).
- 4) Buena producción y menor defecto, y reportar inmediatamente algún problema mayor (mal funcionamiento y defectos frecuentes, etc.) para supervisar y realizar las acciones apropiadas.

3. Inspección completa de moldeo.

- 1) Debe ser dirigido por una persona calificada con suficiente conocimiento.
- 2) Al termino del moldeo, el spray es un agente que previene la oxidación dentro de la cavidad y corazón, sopletear el molde con aire a presión (puede ser dirigido por el operador)
- 3) Checar los resultados de operación con el operador, checar la operación diaria y registrar el estado actual, discutir con el personal encargado de moldes (reparación y problemas) requerimientos de mejoras y mejorar métodos, y requerir la acción necesaria para la selección del molde.

4. Modificación y mejora del molde.

- 1) Puede ser llevado fuera por una persona calificada con suficiente conocimiento.
- 2) Los moldes necesitan ser modificados para prevenir recurrencias de defectos u otros problemas específicos. La recurrencia significa ignorancia o falla de la acción correctiva por parte de la persona encargada.

- 3) Después de la modificación del molde, llenar la forma de requisición y almacen del molde. Si la modificación mayor se ha hecho, mostrar el molde a la persona que ha hecho la requisición para aprobarlo, y almacenarlo después aplicando al corazón del molde un agente preventivo.

5. Almacenamiento.

- 1) Para terminos cortos de almacenamiento se utiliza spray como agente para prevenir la oxidación en la cavidad y corazón.
- 2) Para terminos largos de almacenamiento (3 semanas o más) se engrasa la entrada del sprue (bebedero) y se protege con papel, si el almacenamiento es por 2 meses o más, se engrasa la orilla de la superficie de la línea de partición (PL) para prevenir la entrada de humedad.
- 3) No colocar el molde directamente sobre piso.

6. Otros.

- 1) Estar seguro de seguir los procedimientos requeridos para el cumplimiento del moldeo, el cual es el único camino para mejorar la productividad y eficiencia.
- 2) Registros : Asegurarse de registrar alguna modificación o mejora en el registro de moldes.
- 3) Tener en mente que el departamento de moldeo es el principal responsable de la modificación y mejora molde.

[J-B-*-1-(LIMPIEZA DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO) CAJA-IPA]

Limpia perfectamente canal de enfriamiento del molde, remover grasa y limpiar molde.

- 1) Al medir la temperatura del molde y la del producto moldeado, se encontró que el tubo de enfriamiento del molde estaba tapado. Por esto se recomendó limpiar dicho tubo para mejorar la conductividad térmica. De esta forma se podría mejorar el tiempo de ciclo.
- 2) Limpiar el molde: está demasiado sucio. Actualmente se está limpiando la cavidad del molde y el núcleo. Deben continuar esta limpieza aun más.

[J-B-*-2-(MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO)-IPA]

Profundizar canal de enfriamiento para obtener un enfriamiento mejor al actual. Antes de este trabajo se debe confirmar con el plano del molde. Y si la distancia de maquinado es corta se puede utilizar una taladradora, pero si es largo hay que utilizar una fresadora.

[J-B-*-3-(OXIDACIÓN DE TUBERÍA DE ENFRIAMIENTO-IPA)]

La oxidación que se presenta en el tubo de enfriamiento del molde es $\text{Fe}(\text{OH})_3$, que al estar en contacto con el agua, aumenta su volumen 5 veces, por esto se llegan a tapar los tubos.

[J-B-*-4-(FALTA DE CIERRE ADECUADO)-PRA]

Parte lateral (llanta) presenta rebaba, falta cierre adecuado de molde

[J-B-*-5-MANTENIMIENTO DEL MOLDE VENTILACIÓN (FRISBEE)-PE]

Venteo:

El diseño normal para este proyecto utilizaría Pin-Gate, pero utilizó Side-Gate. Además el molde tiene muchas cavidades. Estas están causando la rebaba por falta de la fuerza de cierre por lo que hay muchas cavidades incompletas. Para este problema se podrán tomar las siguientes medidas:

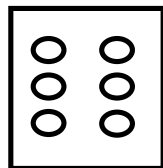
- 1) Aumentar 0.2 mm de espesor de la parte superior. Al aumentar 0.2 mm se mejorará el flujo en la parte superior disminuyendo el flujo de la parte lateral, de esta forma podría mejorar el efecto de venteo disminuyendo la retención del aire.
- 2) Modificar la parte del espesor grueso revisando el producto.
- 3) En el caso de no mejorar a pesar de las medidas anteriormente mencionadas, se aumenta 20 ~ 25 mm en la entrada y 0.15 ~ 0.2 mm en el espesor para aumentar la fluidez en la parte superior.
- 4) Las condiciones de moldeo actual son las siguientes, por lo que aumentar la temperatura del molde podría ser una medida

Tiempo de Ciclo	Tiempo de Enfriamiento	Temperatura Fija	Temperatura Mova.	Temperatura Pro.	Temperatura de aceite
29 seg.	16 seg.	32 °C	32 °C	47 °C	40 °C

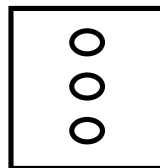
- 5) Las venas son demasiadas grandes. Es suficiente 5 mm de diámetro. Por estar tan grandes se aumento el área proyectada de esta forma no resulto suficiente la fuerza de cierre de la máquina.
- 6) Hay errores en la forma de meter el perno de soporte. Debería estar en el centro, actualmente tiene 8 pernos debajo de la cavidad.

Producto frisbee.

- Ventilación.
- Son defectos por retención de gases en el centro de la pieza. Es necesario un buen mantenimiento de molde para evitar este problema.
- El tamaño de venas es muy grande lo cual ocasiona perdida de material.
- El diseño de los pines de soporte no es el adecuado. El mejor diseño es con pines al centro.

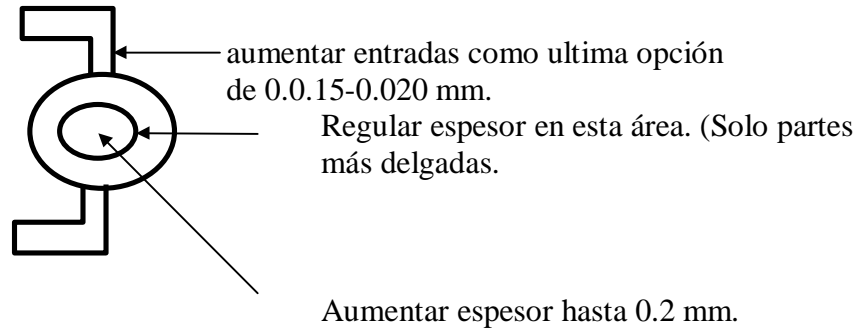


actual



propuesto

- En el centro del producto frisbee se puede llegar a aumentar el espesor hasta 0.2 mm, y así evitar atrapar gases debido a mejor fluidez.
- Actual es side gate. Propuesta es pin gate. Son muchas cavidades y la fuerza de cierre no es adecuada.



Las venas pueden llegar a medir menos, efectuando cálculos con la información, proporcionada. (5 mm).

[J-B-*-6-MODIFICACIÓN DE PARTES UNIDAS (PLATO REDONDO)-PIS]

Rebaba:

- 1) Se abrió el molde para revisión.
- 2) Las medidas serian aumentar el diámetro de orificio 0.2 mm y cambiar el perno. Para hacer esta hay que consultar con el cliente. Si no se puede hacer hay que soldar con gas argón el orificio, pero este trabajo es difícil por eso se recomienda el método anterior

[J-B-*-7-(CONSERVACIÓN DEL MOLDE)-PIS]

P: que se recomienda para cubrir cavidades cuando molde es guardado por periodos de tiempo largos

R: grasa o aceite en esquinas de molde para sellar y en cavidad una capa de antioxidante, retirar agua de tubo de enfriamiento con compresor de aire, en área de sprue poner grasa y tapar con papel

[J-B-*-8-(ÁREA DE REPARACIÓN DE MOLDE)-IPA]

Taller de reparación de moldes [incipiente]

Recomendaciones :

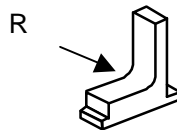
- 1) Colocación de una placa de metal sobre un piso de concreto, para balancear correctamente el molde [actualmente el piso es irregular]
- 2) Para dar mantenimiento correctivo a moldes, registrar este [tomar notas]
- 3) Para levantar los moldes no emplear cadenas, usar cordón metálico

[J-B-*-9-(REPARACIÓN DE PERNO)-FIN]

Producto “cover case”

Ruptura de un perno:

- 1) Este perno es para reducir el espesor por lo que la ruptura del mismo no afecta al producto pero hay que checar con el cliente si la cavidad del producto que está tapado no interfiere con el funcionamiento del producto.
- 2) Para el perno que hace la cavidad en el producto es necesario usar un material más duro (hiss) templado “SKD-11”.
- 3) La resistencia del perno disminuye con el incremento de su longitud a una razón de: (razón de incremento)³ ejemplo: si se incrementa su longitud al doble, su resistencia baja 8 veces, si es al triple baja 27 veces. Por eso es mejor que sea corto el perno además en la parte de la base debe de tener un radio.



[J-B-*-10-(REBABA)(No. DE CAVIDAD)-FOR]

Producto: Cerca de Juguete.

- 1) Prevenir defectos causado por la mezcla de productos derechos e izquierdos.

Todas las cavidades tienen entradas de túnel submarino. Se modificará la parte derecha o la parte izquierda a entrada lateral, dejando la otra parte con entrada submarina. De esta forma se podrá separar automáticamente.

- 2) Platicar con el cliente sobre el problema de rebaba para aumentar la productividad.
- 3) Hay que poner el número en cada cavidad para identificarla en el momento de que se presente algún problema.

[J-B--11-(MÉTODO DE PULIR EL MOLDE)]**

1.- Secuencia de pulir el molde

- 1) Con piedra de Aceite (Oil Stone)
Secuencia de pulir.
#180 ⇒ #240 ⇒ #320 ⇒ #400 ⇒ #600 ⇒ #800
- 2) Papel de lija
Secuencia de pulir.
#880 ⇒ #1,000 ⇒ #1,200 ⇒ #1,500 ⇒ #2,000
- 3) Acabado con polvo de diamante
Secuencia de pulir.
#1,800 ⇒ #2,000 ⇒ #3,000 ⇒ #4,000 ⇒ #6,000 ⇒ #8,000

2.- Método de pulir

- 1) Pulir con el papel de lija, usar palitas de madera o bambú. Evita la desviación del papel de lija.
- 2) Cuando cambia el número de lija siempre hay que cambiar la dirección de pulir 90°.
- 3) Cuando pulir con el polvo de diamante hay que usar el cuero de venado o franela.
- 4) Cuando pulir el molde aplicar menor fuerza posible.
- 5) Desde pulido aspero, pulido medio y pulido final cada secuencia hay que quitar completamente las rayaduras anteriores para seguir.
- 6) Cuando quiere cambiar el grado de polvo de diamante hay que lavar con alcohol o thinner para eliminar completamente los polvos anteriores.
- 7) Cuando pulen con la piedra de aceite (oil stone) o papel de lija hay que mover en áreas amplias.
- 8) Cuando usa la piedra de aceite (oil stone) o papel de lija (#180 - 800), hay que remojar en queroseno para evitar el desgaste abrasivo.
- 9) Cuando pulir el molde hay que empezar desde las esquinas y no debe de loidar las partes de las esquinas.
- 10) Hay que usar las piedras de aceite (oil stone), papel de lija y los polvos de diamante, con grado de granos sea uniforme y buena calidad.



Taller de mantenimiento de moldes



Mantenimiento del molde

J-C DISEÑO DEL MOLDE

[J-C-*-1-(FLUJO DE RESINA)-CIQA]

Véase hoja anexa.

[J-C-*-2-(INTERPRETACIÓN DE PLANOS DEL MOLDE)-CIQA]

Véase hoja anexa.

[J-C-*-T-3-PATA LAVADORA (PP)-PM]

Tornillo Pata. PP al 20 % de talco.

Calcular variación por cavidad y variación total. Obtener Cp y Cpk. Si existe problema corregir molde. Cambiar el ángulo del primer hilo de la cuerda del tornillo como se indica en la figura 2.

Figura 2

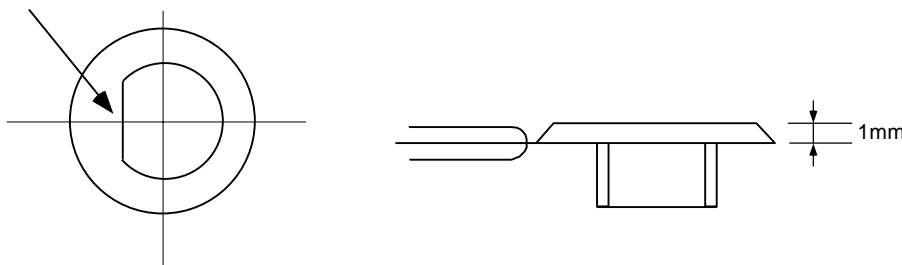


Hilo con ángulo muy agudo.

[J-C-*-V-4-CAP (POM)-PM]

Tapa de POM.

El molde de ésta pieza es muy viejo, es recomendable hacer molde nuevo con punto de inyección tipo Entrada Túnel. Como se muestra en el siguiente dibujo. La forma actual no permite utilizar entrada submarina por eso, tiene que cortar un parte de inserción como se muestra en el dibujo con flecha.



[J-C-*-1-(FLUJO DE RESINA)-CIQA]

[J-C-*-1-(FLUJO DE RESINA)-CIQA]

[J-C-*-*2-(FLUJO DE RESINA)-CIQA]

[J-C-*-2-(FLUJO DE RESINA)-CIQA]

[J-C-*-T-5-(DISEÑO DE MOLDE) (BEBEDERO Y VENAS)-PLINSA]

Tapa caja mecánica. Máquina Mannesman de 60 ton. PP al 40 % de talco. La forma de vena de escalera, cuya área de corte útil se calcula de la siguiente forma, y con esta forma pierde un 35% de efectividad como vena. Un producto como este caso, el diámetro de vena podría ser de 4 mm, además la entrada de bebedero es 6 mm y el de salida es 8 mm, siendo muy grande, para esto es suficiente que sea 4 mm con inclinación de 1.5°. El tiempo de ciclo actual es 39 segundos pero se considera que se podría reducir hasta menos de 25 segundos.

$$d = \frac{4 \times \frac{7.5+5.5}{2} \times 4}{7.5+5.5+4.2} = 4.952, \quad R = \frac{\frac{7.5+5.5}{2} \times 4}{\frac{\pi \times 4.952^2}{4}} = 1.350$$

Las dimensiones de los canales de inyección son 4.95 veces de lo que debieran de acuerdo a la fórmula de Deq. = (4)(área de sección transversal de canal)/(perímetro de sección).

Se trata de un molde de 2 cavidades cuya vena de inyección es igualmente muy gruesa por lo que se requiere ajustar diámetros de la parte superior y base. El diámetro pueden ser del orden de 4 mm en la parte superior y 7 mm en la base. Con un ángulo de

$$\text{Tan}^{-1} = (8-6\text{mm})/78 \text{ mm.} = 1.5^\circ$$

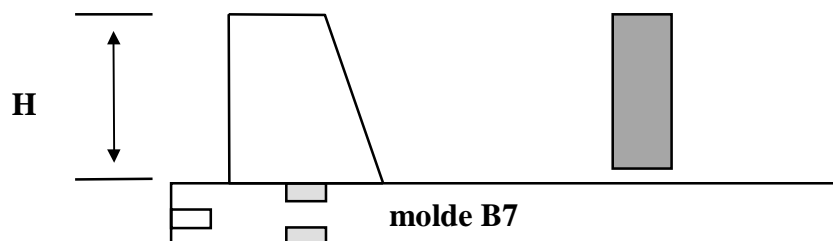
[J-C-*-T-6-PLACA SOPORTE (PP)-PLINSA]

Respecto al área de la sección transversal del canal de inyección como ya se dijo es 3.1 veces mayor del requerido. Ajustar. Se observó back plate muy delgado y sin soporte al centro. es necesario ajustar.

[J-C-*-Q-7-CILINDRO (PE)-PLINSA]

Tele tubo. PP de baja densidad. Rack de moldes.

a) Se trata de un molde dos cavidades con problemas de rebaba en la parte interior de ambas y en los canales, en menor grado. El problema radica en el sistema de candado del molde. La altura de la guía es muy grande y la presión que recibe es alta también, alrededor de 50 t.



[J-C-*-T-8-(ENVASE DE YOGURT) (PP)-PLINSA]

¿Como se define el tipo de máquina a usar cuando se tiene una muestra de un producto a desarrollar?

R: Se determina el área proyectada de la pieza y se multiplica por el número de cavidades del molde. Si es colada normal se toman en cuenta las áreas de los canales de inyección y venas, si son significativos. Al tener éstas áreas proyectadas, (i.e. áreas perpendiculares al flujo de inyección), se usa la expresión:

$$P = F/A$$

Donde la F es la fuerza de cierre de la unidad de cierre de la máquina. Para este caso el área de la pieza es de 40.3 cm². El número de cavidades del molde es de 8. luego entonces el área total es de:

$$A_t = (8)(40.3 \text{ cm}^2) = 323 \text{ cm}^2$$

La presión de moldeo esta en 400 Kg./ cm². Luego entonces la fuerza de cierre es:

$$F = (P)(A) = (323)(400) = (130 \text{ t.}) / (0.7) = 200 \text{ t.}$$

Para este caso se recomienda que el molde sea de 4 cavidades, debido a los espesores de la pieza 0.7 mm.

[J-C-*-*-10-(ENTRADA Y VENA)]

Véase hoja anexa.

[J-C-*-*-11-(VENTEOS)]

Véase hoja anexa.

[J-C-*-*-12-(ENFRIAMIENTO)]

Véase hoja anexa.

[J-C-*-*-13-(RESISTENCIA DEL MOLDE)]

Véase hoja anexa.

I. ENTRADAS Y VENAS DE ALIMENTACION

I.1. ENTRADAS

1. La función de la entrada.

Dado que a las entradas nunca se les presta mucha atención, a continuación se explican las funciones que esta tienen.

- a). Las entradas previenen el flujo de retroceso de las resinas fundidas. Cuando la cavidad es llenada, la solidificación de la resina en la entrada forma un tapón.
- b). Para un procesado de precisión se requiere un flujo adecuado de resina fundida en la cavidad, dirección del flujo y un flujo balanceado para los moldes de cavidades múltiples debe ser controlado.
- c). Simplificación o eliminación de los procesos de terminado de los productos.

De estas tres funciones la más importante es la primera.

2. Tipos de entradas

No describiremos los tipos de entradas más comunes como lo son las entradas laterales (Side gates), las entradas centrales (Pin gates) y las entradas directas (Direct gates).

a), Entradas tipo túnel.

La entrada tipo túnel mostrada en la figura 1 tiene un ángulo de 30°-60° pero entradas con un ángulo de 15°-20° también pueden ser utilizadas. Es importante que la parte interna este pulida y que la parte que es removida este provista con un ángulo. Si el ángulo es muy pequeño, no será posible procesar formas redondas. El uso de un bushing dividido hace posible usar cualquier tipo de entrada, pero el ángulo debe ser aumentado en el caso de materiales quebradizos. Se ha tenido experiencia en el diseño de entradas tipo túnel para PS de uso general como se muestran por líneas continuas en la figura 2 para prevenir marcas de flujo y destellos (Las líneas punteadas en la figura 2 marcan una posición donde se favorecerá la ocurrencia de estos defectos).

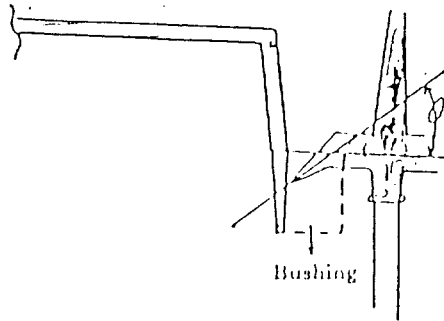


Figura 1

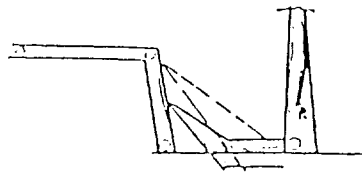


Figura 2

b). Entradas curvas tipo túnel

El autor ha usado entradas similares a estas con buenos resultados en el moldeo de productos de HPVC hace 15 años. Pueden ser usadas con PP, PE, ABS y materiales con ductilidad similar. Si embargo, este tipo de entradas causa marcas de flujo sobre la superficie de los productos en algunos materiales. Debido a que se requiere un bushing dividido para hacer este tipo de entrada, esta se vuelve costosa.

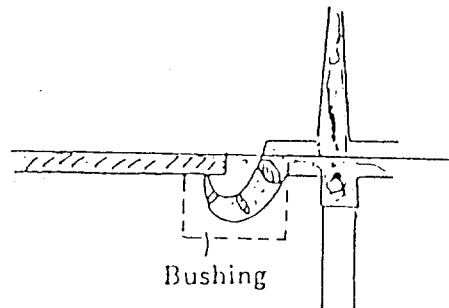


Figura 3

c). Entradas directas con aislamiento.

Cuando la masa fundida retrocede debido a un problema de moldeo, este tipo de entrada hace posible separar fácilmente la resina que actúa como aislante en la boquilla (Nozzle). Esta resina regresa con la boquilla debido al amarre con la misma y puede ser fácilmente removida al endurecerse ligeramente. Esto reduce el tiempo perdido cuando la operación es restablecida. Sin embargo, cuando se diseña este tipo de entrada, la fuerza con la cual mantiene la posición de la masa fundida tiene que ser revisada pressure de la resina actuando como un isulator pressure. Este tipo de entrada se presta para el moldeo de tinas, lava manos o recipientes similares.

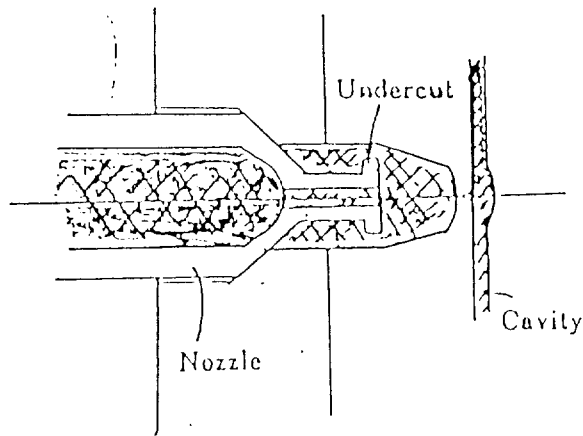


Figura 4

d). La parte de menor resistencia a la tensión en el moldeo de productos esta en la entrada. Esto es debido a que la resina fundida tiene un flujo laminar. Como resultado , rotando la parte de la entrada , esta puede ser reforzada.

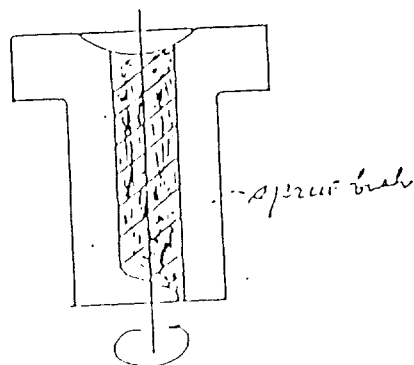
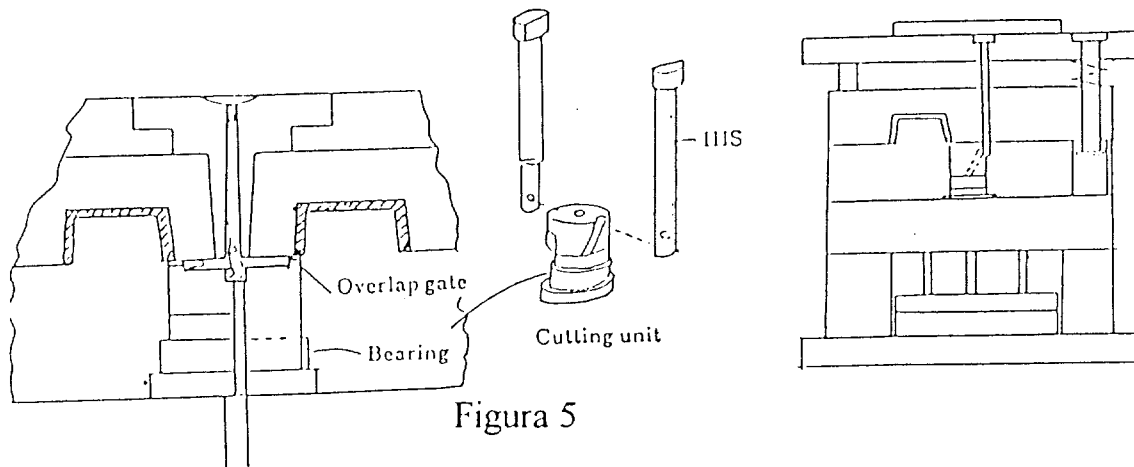


Figura 4'

e). Terminado automático de las entradas

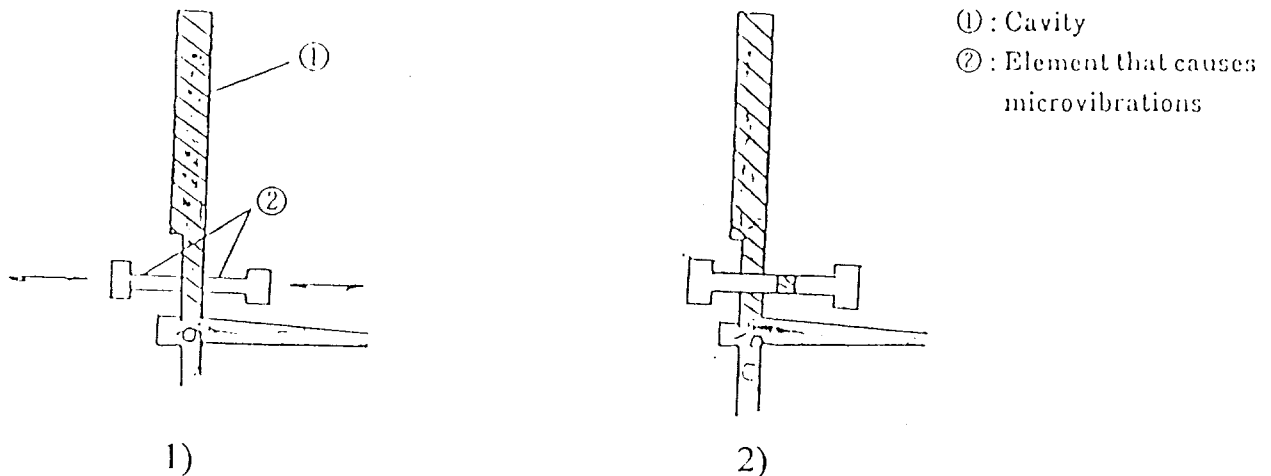
Como se muestra en la figura 5, una entrada sobrepuesta en un molde puede ser usada para un cortado automático. Cuando la cavidad es abierta y el plato es movido por un resorte, una unidad de cortado es operada usando una leva para cortar la colilla. Esta es una técnica patentada vendida frecuentemente como una unidad de corte.



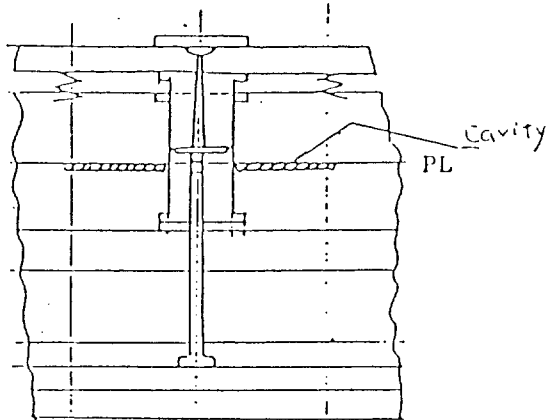
f). Uso de microvibraciones para el corte de colilla (Patentada).

Como se muestra en la figura 6, la colilla puede ser cortada exponiendo las piezas ② a microvibraciones. Esta técnica puede ser usada también para hacer orificios en productos moldeados. El único demerito de esta técnica es su alto costo.

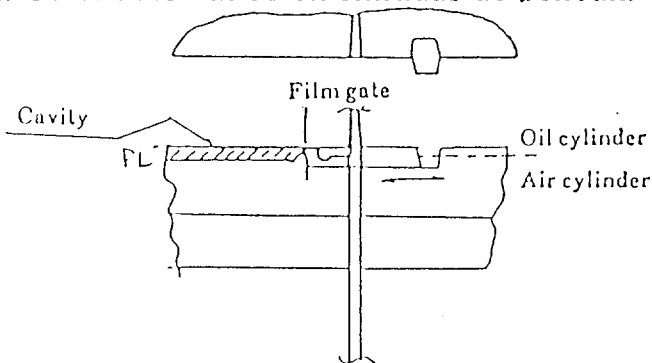
- 1). El material ha sido inyectado en la cavidad.
- 2). La colilla es cortada usando microvibraciones.



g). Corte automático en entradas de disco



h). Corte automático en entradas de película



i). Corte de colilla por el método de inyección de dos etapas.

El corte de la colilla puede ser logrado por el método de inyección en dos etapas. Mediante este método se pueden eliminar los rechupes simultáneamente.

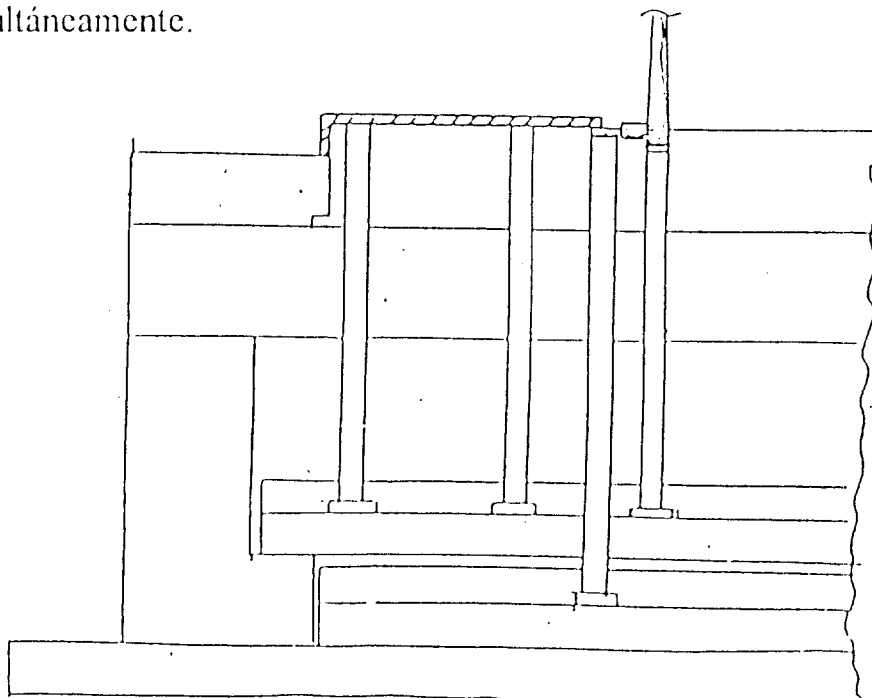


Figura 9

j). Restos en una entrada al centro.

Como se muestra en la figura 7 pueden quedar restos de material en una entrada al centro. Esto se presenta frecuentemente cuando la entrada es mayor a 1,5 mm y la temperatura del molde es baja. Si esto no puede ser corregido poniendo el molde a un ángulo, alargando el tiempo de sostenimiento ligeramente para evitar el flujo de retroceso y permitir la solidificación del material en la entrada, el espesor de la cavidad puede ser reducido como se muestra en la figura 9 para reducir el flujo de retroceso. El problema con esto es que si el espesor es muy bajo, se genera más suciedad cuando la colilla es cortada y afectar la apariencia del producto moldeado. La solución perfecta es diseñar entradas con un diámetro menor que 1.2 mm o, idealmente, menor que 1.0 mm (Con un ángulo como el que se muestra en la figura 9), La entrada puede ser separada como se muestra en la figura 9, aún cuando algunos restos quedan en el centro, no será un problema en el ensamble.

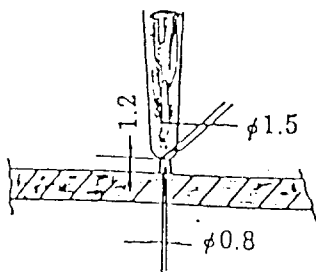


Figura 10

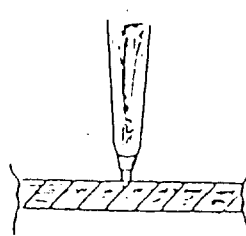


Figura 11

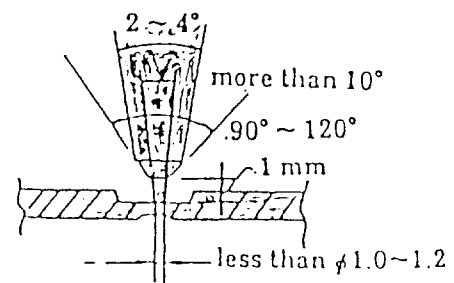


Figura 12

3. Diseño de entradas

Para establecer la posición de una entrada se deben considerar los siguientes factores:

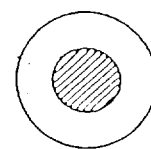
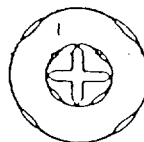
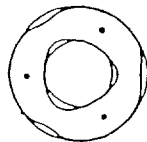
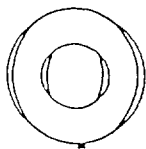
- El número de entradas y su posición debe ser determinada de tal forma que la resina fundida llene el molde/cavidad completamente.
- La entrada es la parte más débil del producto moldeado y por ello no debe ser localizada en áreas expuestas a presión o esfuerzos.

- c). Las líneas de unión se presentan en posiciones frontales y cuando se usan entradas múltiples. Estas líneas de unión son áreas débiles y las entradas no deben ser posicionadas en un punto donde se concentren esfuerzos.
- d). Las entradas deben posicionarse para prevenir el colapso de partes delgadas y evitar problemas con insertos metálicos que sean utilizados.
- e). En moldes de productos moldeados que son susceptibles de rechupes, las entradas deben ser colocadas cerca del punto donde estos pueden presentarse para minimizar este problema.
- f). Las entradas deben colocarse en lugares donde no afecten la apariencia de los productos y donde permitan que el aire y gases en la cavidad puedan escapar (Las marcas de flujo y destellos deben evitarse).
- g). Las entradas deben localizarse de tal forma que el flujo de resina fundida es en el ángulo correcto to the PP hinge positions.

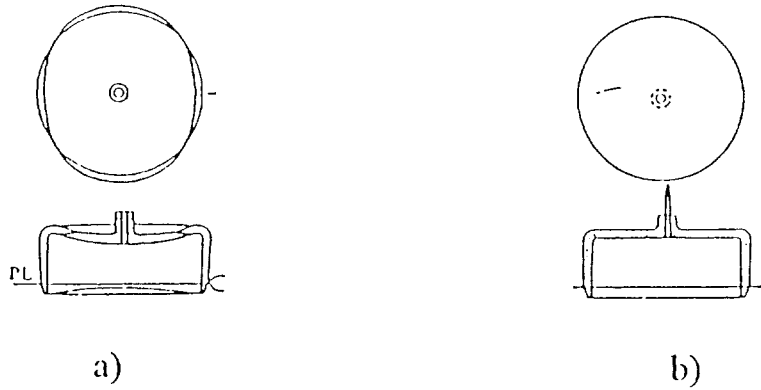
4. Deformación de los productos moldeados debido a la localización de la entradas.

La deformación de un producto moldeado causada por la localización de la entrada ocurre por la diferencia de encogimiento entre la dirección y el ángulo correcto del flujo.

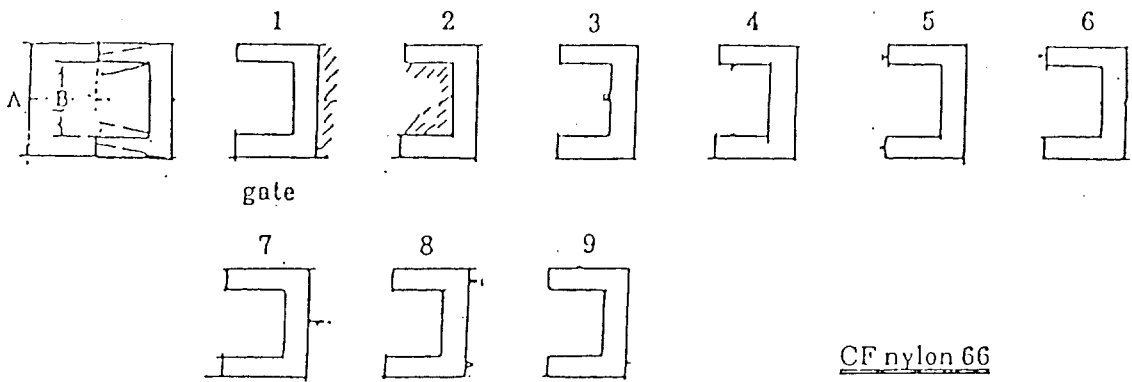
1). Ejemplos de entradas.



a) Entrada lateral b) Entrada en tres c) Entrada Spoke d) Entrada de disco



Posicionamiento de la entradas para productos esféricos y su deformación.

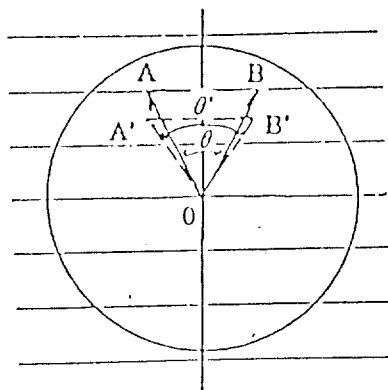


	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	1.1 %	1.80	2.30	1.70	1.95	1.90	0.90	0.50	0.85
B	1.45 %	2.95	4.30	3.45	2.75	3.10	1.20	0.20	1.10

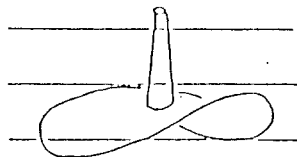
↓
best

2. Ejemplo de deformación causada por encogimiento.

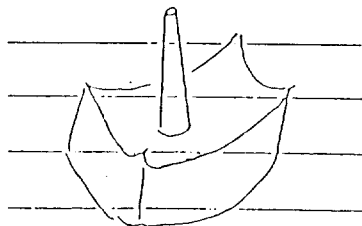
Cuando el plato de la cavidad es formado por una entrada central de un punto para un producto hecho a partir de resinas olefinicas, especialmente PE, los valores de encogimiento para la dirección de flujo OA , OB y AB en el triángulo AOB son diferentes. Las razones de encogimiento son las siguientes: $AB < OA$ o OB . El triángulo se modifica a A'OB' y $\theta' > \theta$.



La circunferencia de un círculo más grande que 360° , pero el ángulo obtenido es mayor que 360° , entonces el plato no será plano.



La dirección del encogimiento en productos moldeados que incluyen fibra de vidrio es contraria a los resultados anteriores. En productos con formas cuadradas, la deformación se muestra en la siguiente figura.



La deformación puede ser corregida cambiando la posición de la entrada, el flujo de la resina fundida a una dirección y usando costillas de refuerzo.

1.2. VENAS DE ALIMENTACION

Las venas pueden ser diseñadas independientemente pero junto con las entradas. Cuando las condiciones de moldeo son óptimas, el ajuste del tamaño de las entradas permite alcanzar y llenar simultáneamente cada cavidad. Un cambio drástico en las condiciones de moldeo cambia la forma como llega y llena la resina las cavidades

1. Tipos de venas y el flujo de resina fundida.

a). Venas tipo spoke.

Este tipo de venas no son buenas dado que los corredores de alimentación (La parte central) mostrados en la figura 4-1 son gruesos y el tiempo de enfriamiento es muy largo.

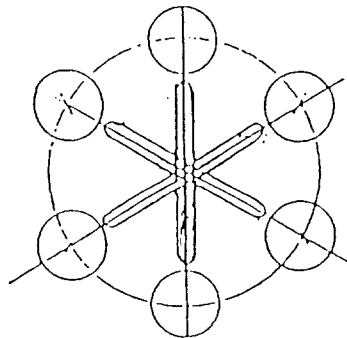


Figura 4-1

b). Venas tipo H.

Se dice que las venas mostradas en la figura 4-2 están bien balanceadas. Sin embargo experimentos con moldes de vidrio transparente llevadas a cabo por el Sr. Yokoi han mostrado que las cavidades ① y ② son llenadas antes que las cavidades ③ y ④ cuando la velocidad de la resina (PS de uso general) es alta y que son llenadas después de las cavidades ③ y ④ cuando la velocidad de la resina es baja.

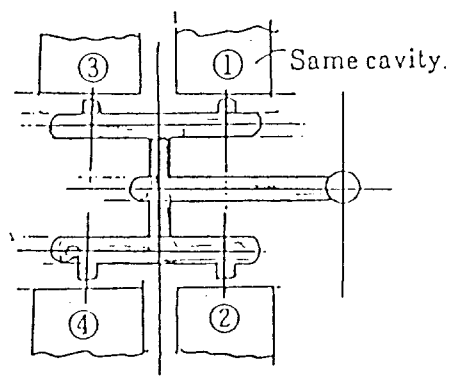


Figura 4-2

c). Venas tipo X.

Experimentos similares conducidos por el Sr. Yokoi usando las venas mostradas en la figura 4-3 indicaron que las cavidades ① y ② son llenadas normalmente antes que las cavidades ③ y ④ (PS de uso general). Sin embargo, cuando la resina que contiene vidrio y BaSO_4 es inyectada, las cavidades ③ y ④ se llenan primero.

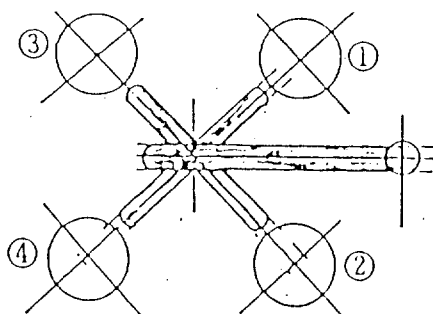


Figura 4-3

d). Venas laterales de tamaño pequeño.

Cuando las venas tienen un arreglo tipo Zipper como en la figura 4-4, las cavidades más lejanas se llenarán primero cuando la velocidad de la resina es alta.. Cuando la velocidad de la resina es baja, las cavidades más cercanas a la entrada se llenarán primero.

También ha sido reportado que reduciendo el diámetro de las venas de 6 a 3 mm se reduce la compresión en las venas eliminando las rebabas en las cavidades.

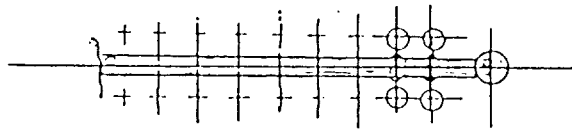


Figura 4-4

e). Venas calculas por computadora (Figura 4-5).

Los calculos son basados sobre la condición de que las entradas son uniformes en tamaño y que la resistencia al flujo es igual . Sin embargo, aún para este tipo de vena las entradas deben ser ajustadas dependiendo de las condiciones utilizadas.

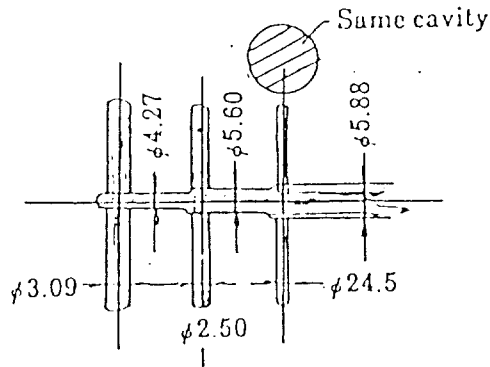


Figura 4-5.

2. Diseño de las venas.

a). El diámetro de las venas debe ser tan cerrado como sea posible. Frecuentemente las venas son tan gruesas que el esfuerzo de enfriamiento es para bajar la temperatura de las mismas y no la del producto. Es importante considerar que el molido de las venas para su rehuso es costoso y el uso de venas muy gruesas solo hace felices a los proveedores de materias primas.

b). Cundo el molde es de múltiples cavidades, es importante que la resina llegue a las entradas simultáneamente, Las entradas y venas deben ser ajustadas para que la resina fundida llene simultáneamente todas las cavidades. Si estas condiciones son satisfechas, el peso y esfuerzos residuales de cada producto moldeado serán iguales y los productos moldeados tendrán dimensiones iguales.

c). Cuando los moldes de cavidades múltiples producen productos moldeados diferente, las entradas y venas deben ser ajustadas para que la resina alcance todas las cavidades simultáneamente.

d). Las venas pueden tener diferentes formas; circulares, trapezoidales, semicirculares, etc.. Dado que la temperatura de la resina fundida que fluye por las venas es mayor que la temperatura del molde, la superficie de la resina endurece. La forma ideal es la circular. Esta tiene el área superficial más pequeña y el área seccional más grande. Lo opuesto al semicírculo. La siguiente tabla muestra las proporciones o razones usando el área seccional del circulo como estándar. La forma trapezoide tiene muchas dimensiones como se muestra en la figura 4-6.

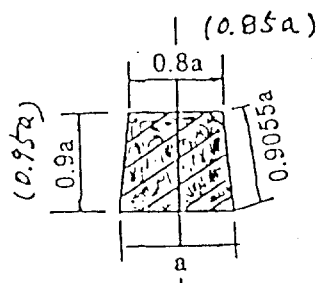


Figura 4-6

	CIRCULO	TRAPEZOIDE	SEMICÍRCULO
Circunferencia	$2\pi r$	$2\pi r$	$2\pi r$
Semicírculo longitud del lado	r	$a = 1.740r$	$r_1 = 1.222r$
Razón del área seccional	πr^2	$2.452 r^2$	$1.920r^2$
Razón del área seccional	1.0	0.780	0.611

r : Radio del círculo

a : Longitud de la base del trapezoide

r_1 : Radio del semicírculo

$$\text{Diámetro equivalente} = \frac{(4) (\text{área seccional})}{\text{Perímetro del área seccional}}$$

e). Remoción automática de venas

Un sistema de plato stripper e usado normalmente para remover las venas. Estos renovadores automáticos son usados para bajar costos.

1. Proceso para instalar la barra renovadora

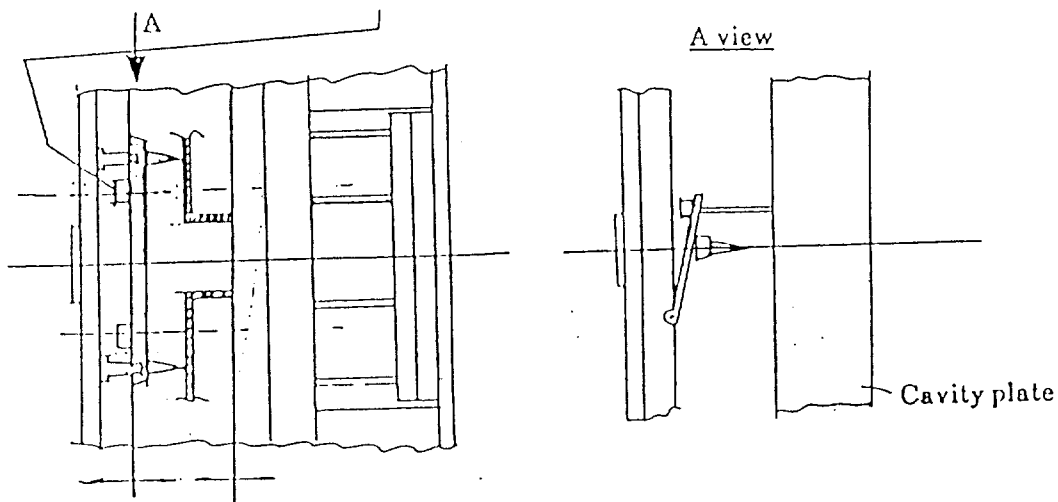


Figura 4-7

2. Uso de resorte para remoción (Patentada)

Este método es ideal para objetos pequeños.

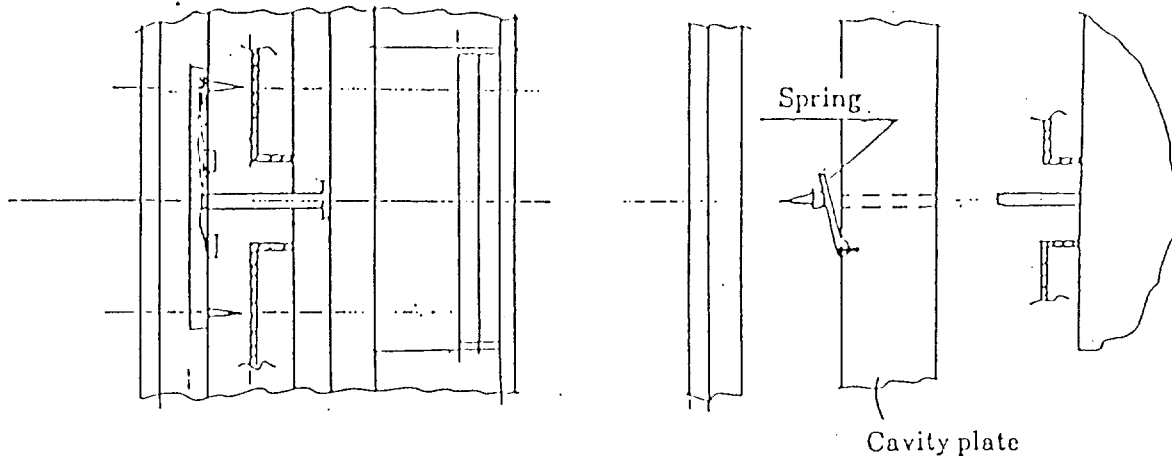


Figura 4-8

3. Método SLIM (Sprue-Less Injection Molding)

Este método esta patentado por Niigata Iron Industry de Japón. La operación de moldeo por este método involucra un proceso sucesivo como el mostrado en la figura 4-18. Lo importante en este método es la precisión del shuttle pin and the sprue has no taper. Este método puede ser aplicado efectivamente para plásticos de Ingeniería de alto valor pero no puede ser aplicado para cavidades que tienen fondo como en el caso de contenedores.

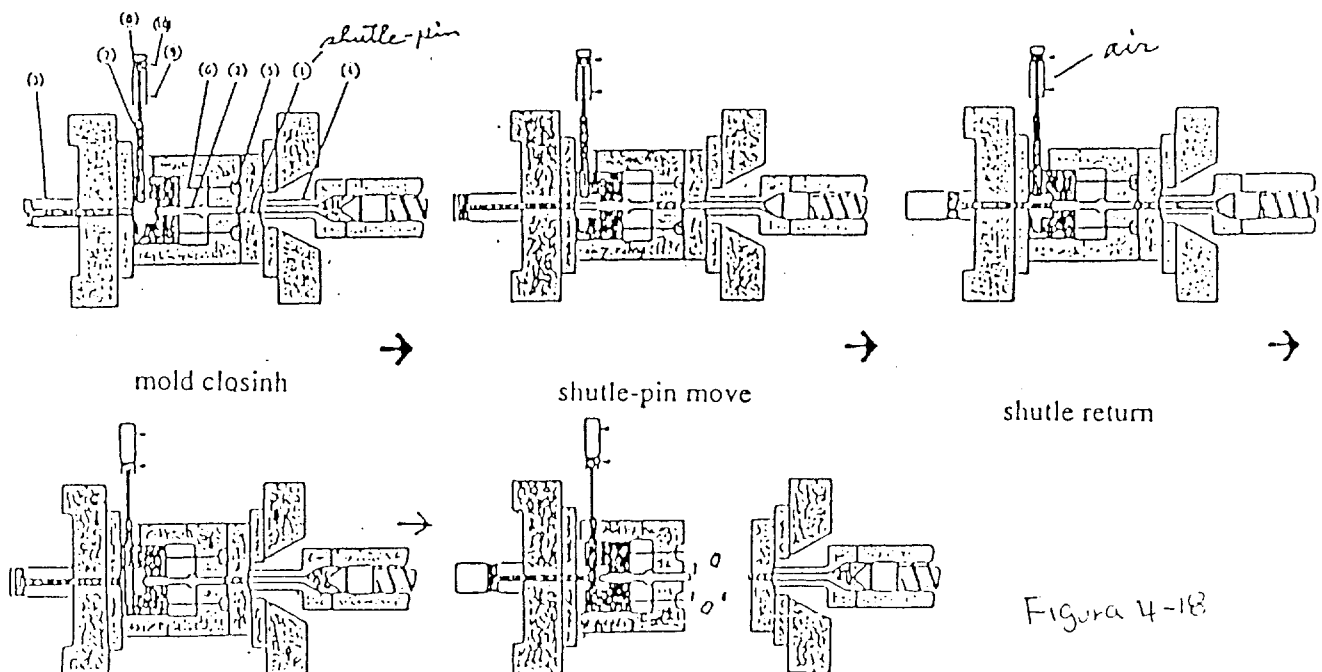
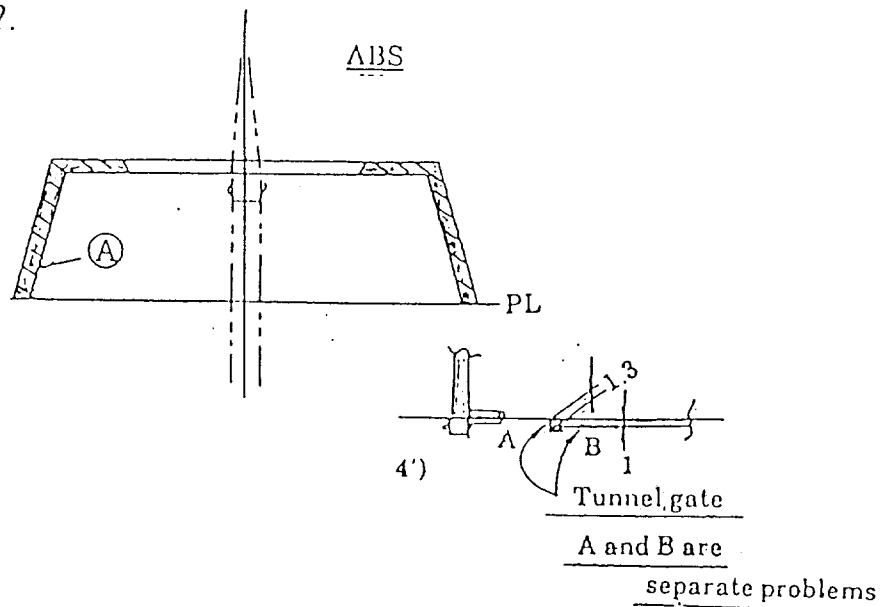


Figura 4-18

1. Cierre de molde
2. Inyección (Shuttle pin move)
3. Retroceso de la boquilla (Shuttle-pin return)
 - ① Shuttle -pin
 - ② Bush pin
 - ③ Eyector
 - ④ Tobera
 - ⑤ Cavidad
 - ⑥ Pin eyector
 - ⑦ Shutter
 - ⑧ Shutter Cylender
 - ⑨ Shutter Cylinder
 - ⑩ Shutter Sensor
 - ⑪ Shutter Sensor

4. Entradas y venas especiales.

Como diseñaría una alimentación que tiene que estar localizada en la posición A en un producto moldeado con una pendiente como la mostrada en la figura 4-9, por ejemplo, un gabinete de TV. Un robot es utilizado para una inyección automática lo cual significa que las venas son undercut. Como puede ser resuelto este problema?



5. Colada caliente.

a). Características.

1. No se generan desperdicios de material en una configuración sin venas.

2. La caída de presión que ocurre es reducida.
3. Es ideal para ciclos cortos de producción.
4. Hay pocos pernos guía que en una colada fría (Sistema de tres platos) y el ancho de la abertura del molde puede ser utilizada efectivamente.

b). Desventajas.

1. Es un proceso costoso que requiere precisión y controladores de temperatura.
2. Las condiciones de moldeo tienen que ser controladas en forma precisa, dado que la resina caliente está en contacto cercano con el molde frío en el punto de alimentación.
3. Es más difícil el cambio de color y el tipo de resina que en el de colada fría.
4. Existe un problema de desgaste cuando la resina fundida con cargas fluye a través de los ductos de alimentación.

c). Tipos.

Existen de calentamiento externo, calentamiento interno y del tipo Shutt-off.

1. Calentamiento externo.

Este tipo de colada caliente se muestra en la figura 4-10. La resistencia al flujo es comparativamente bajo, pero dado que la temperatura en el "manifold" es muy alta, ocurre expansión térmica y contramedidas apropiadas son requeridas. Una compañía que me tocó visitar no tomó contramedidas y la resina fundida se fugaba y la posición de la segunda sprue tuvo que ser deslizada para permitir la expansión libre del manifold, que tiene que ser fijado con un tornillo de un diámetro aproximado de 8 mm.

Esfuerzos considerables son causados por la expansión térmica del manifold. Este tipo de esfuerzos pueden ser calculados como se muestra a continuación donde σ es el esfuerzo, la longitud de un lado es de 300 mm y la diferencia de temperatura es de 180 °C.

$$\sigma = \frac{\delta E}{1} = \frac{1.08 \times 10^5 \times 300 \times 180 \times 2.1 \times 10^4}{300} = 4082.4 \text{ Kg/Cm}^2$$

II. VENTEOS DE GAS.

I. La necesidad de los venteos de gases.

En el moldeo por inyección la resina fluye y empuja al aire interior que tiende a salir de la cavidad. El molde tiene que ser provisto con venteos de gas que permitan la salida del aire.

a). Los venteos permiten el escape de aire dentro de la cavidad y los gases volátiles formados por la porción frontal de la resina permitiendo el flujo de esta dentro del molde. Los experimentos del Sr. Yokoi han mostrado que cuando la resina fluye en dos direcciones, se forman líneas de soldadura en los ángulos derechos de la dirección del flujo de resina como se muestra en la figura 6-1 y la velocidad del flujo de resina se disminuye en un 50% inmediatamente antes de la línea de flujo, causando una soldadura con características muy pobres. El Sr. Yokoi reporta que la disminución de velocidad puede ser evitada utilizando venteo de gas. Si ni existen venteos de gas, las propiedades viscosas y la resistencia de la línea de unión son reducidas.

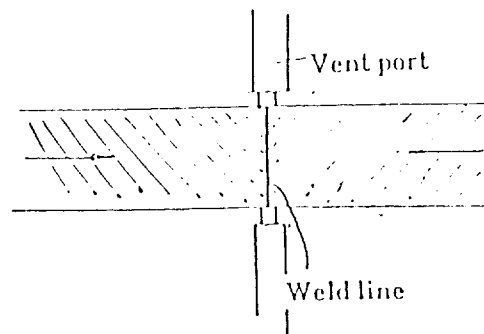


Figura 6-1

b). Si los venteos de gas no son adecuadamente diseñados, el aire atrapado y el gas volátil son adiabáticamente comprimidos pudiendo alcanzar temperaturas muy elevadas quemando el material. Venteos de gas imperfectos pueden causar piezas incompletas en los productos moldeados.

c). El gas volátil formado en el frente de la resina fundida puede adherirse a la cavidad. Cuando esto ocurre, se disminuye el brillo del producto en cavidades terminadas a espejo o, produce productos con brillo en cavidades con terminado en grano.

d). El gas también puede causar marcas de flujo (Silver streaks), desigualdad en color y otros daños a la apariencia del producto moldeado.

2. Métodos para el venteo de gases.

Dado que la mayoría de los gases y el aire en la cavidad escapan del molde por la línea de partición (PL), la ranura de venteo debe colocarse en lugares donde el flujo de resina toca al final la PL. El proceso para hacer esto se describe en las siguientes secciones. Lo importante es que los venteos deben desfogar al exterior del molde.

a). Venteo de gases desde la línea de partición.

La figura 6-2 muestra el venteo de gas hecho en la línea de partición en la posición que es alcanzada al final donde se forma la línea de soldadura. Los venteos de aire al final de las venas (Figura 6-3) hacen la evacuación del gas aún más eficiente lo que beneficia cuando se moldean resinas que producen mucho gas.

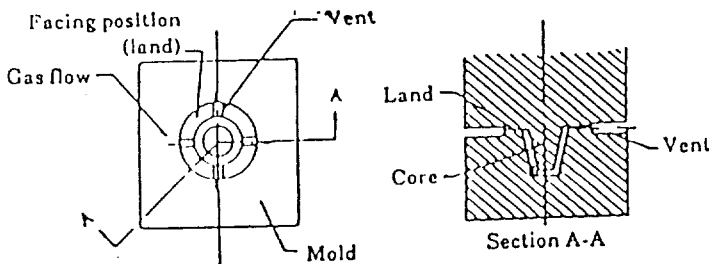


Figura 6-2

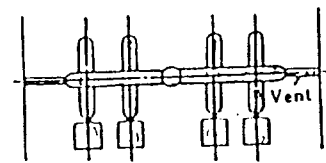
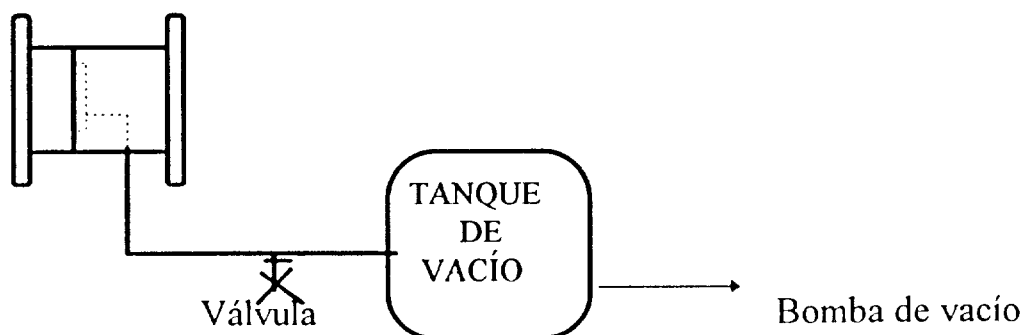


Figura 6-3

Grado de calentamiento en equilibrium vacuum.



$$P = \frac{P_a V_M + P_t V_t}{V_M + V_t}$$

P : Grado de equilibrio de vacío
 P_a : Presión atmosférica
 V_M : Volumen del molde
 P_t : Grado de vacío en el tanque
 V_t : Volumen del tanque

En el caso de bomba de aceite:

$$P = \frac{760 \times 2 + 2 \times 100}{2 \times 100} = 16.86 \text{ Torr} = - 746.14 \text{ mm Hg.}$$

En el caso de bombas con sello de agua:

$$P = \frac{760 \times 2 + 40 \times 100}{102} = 54.1 \text{ Torr} = - 705.88 \text{ mm Hg.}$$

La siguiente tabla (Figura 6-4) muestra la profundidad de los venteos para diferentes materiales.

NOMBRE DE LA RESINA	ANCHO DEL VENTEO (mm)
ABS	0.01 - 0.03
POM	0.01 - 0.02
PPO	0.02 - 0.03
PPS	0.01 - 0.03
PBT	0.005 - 0.015
NYLON	0.005 - 0.015
PC	0.02 - 0.03
PVC	0.03 - 0.05
PE	0.01 - 0.025
PP	0.01 - 0.025

b). Pernos botadores

El claro entre un perno botador y su orificio correspondiente puede ser usado como venteo de aire y gases volátiles. Si el claro entre el orificio y el perno es muy grande, se formara rebaba y el venteo no será efectivo. Los venteos deben ser hechos apropiadamente alrededor de la circunferencia del perno.

c). Bushing core process

Grandes grapas o costillas son normalmente provistas con los bushings y los canales de venteos pueden ser maquinados en tales bushings (Figura 6-5).

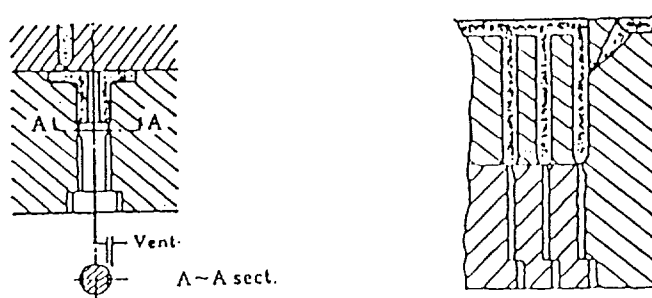


Figura 6-5

d). Insertos de aleaciones sinterizadas

Los insertos de aleaciones sinterizadas pueden ser usadas en moldes para permitir el escape de los gases. (Figura 6-6) . Sin embargo, las aleaciones sinterizadas tienen baja conductividad térmica que promueve problemas de atascamientos y esfuerzos que sin embargo han sido corregidos con nuevas aleaciones en los insertos. Hay venteos forzados, soplado de aire, sellos y otras opciones que pueden ser usadas para prevenir atascamientos.

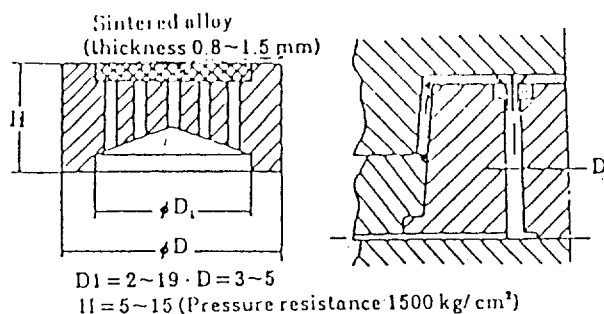


Fig.6-6

e). Venteo forzado

Usando aspiradores de aire y agua de baja presión y bombas de vacío se puede remover en forma efectiva aire y gas de las cavidades. Este es un método confiable y se reporta que el vacío y las condiciones precisas de moldeo hacen posible la manufactura de engranes de Poliacetal que cumplen el estándar JIS de segunda clase. Sin embargo, se ha reportado que bajo ciertas condiciones de moldeo, la apariencia de los productos puede ser afectada. Existen dos tipos de aspirador: De aceite y de agua. El de aceite es el más popular. El aspirador operado por aire genera baja presión forzando a que el aire comprimido pase por un tubo delgado y esta baja presión es usada para remover el aire de la cavidad. Este equipo está disponible en el mercado. Las figuras 6-7 y 6-8 muestran el equipo de las compañías System Co- e Intech Research respectivamente.

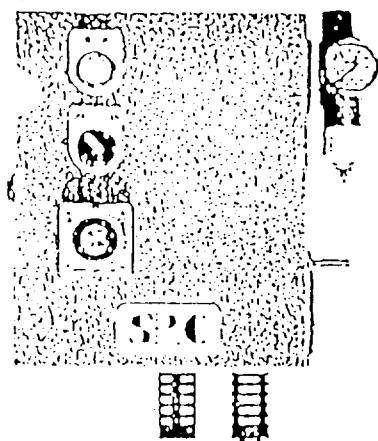


Fig.6-7

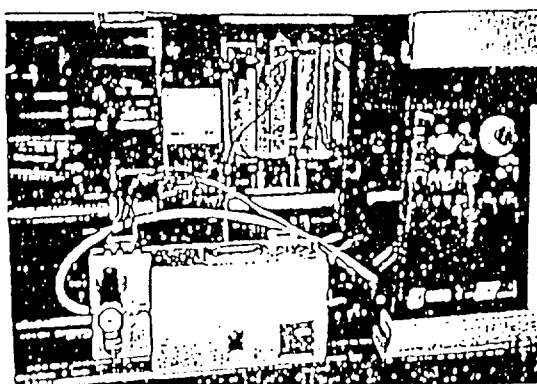


Fig.6-8

f). Sello Logico

Este proceso fue desarrollado originalmente para el método de enfriamiento. La presión reducida de el agua de enfriamiento ha eliminado la necesidad de los "O" rings y otros tipos de empaques. La baja presión del agua de enfriamiento significa que la aplicación también puede usarse en la función de venteo (Figura 6-9).

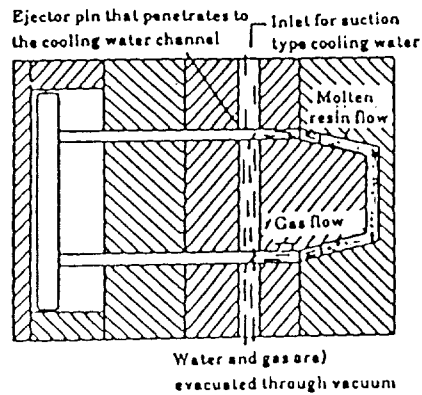


Figura 6-9

3. Diseño de venteos.

1. los venteos deben tener la profundidad mostrada en la figura 6-4 y una longitud de 3 a 5 mm.
2. Cuando se requiere un alto nivel de vacío, la superficie de partición debe estar provista con un "O" ring como se muestra en la figura 6-10.



Figura 6-10

3. Cuando el espacio entre una placa espaciadora es usado para hacer un venteo forzado como se muestra en la figura 6-11, la aplicación de una capa delgada de grasa entre la placa principal, la placa de soporte y la placa espaciadora es suficiente y no se requiere "O" ring.

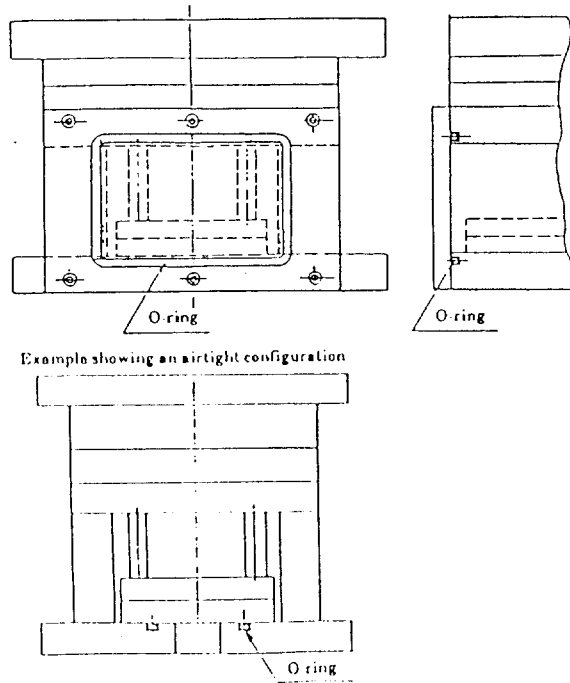


Figura 6-11

4. El mecanismo de venteo es operado a través de un switch límite (Figura 6-12) en el molde y las señales mandadas por el son recibidas directamente del molde o de la máquina.

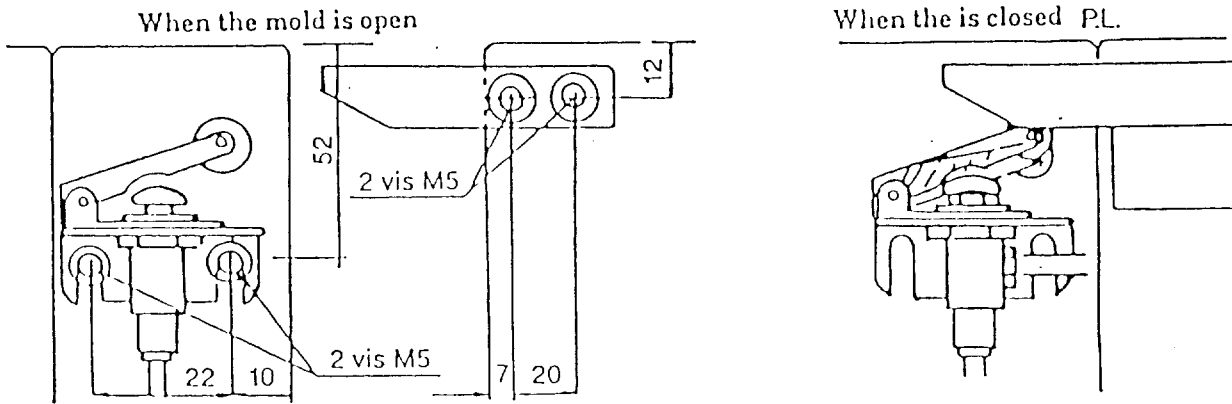


Figura 6-12

III . ENFRIAMIENTO DE MOLDES

La configuración del sistema de enfriamiento del molde y el método de enfriamiento tiene una influencia directa en la moldeabilidad, la eficiencia del molde y la calidad de los productos moldeados. El molde tiene una temperatura menor que la resina fundida y la transferencia de calor se da hacia el agua de enfriamiento. El problema de enfriamiento es un problema de tiempo de enfriamiento y un problema de mantener la temperatura apropiada.

1).Relación entre moldeabilidad y eficiencia de moldeo.

Una temperatura alta de moldeo causa que la resina fundida fluya más fácilmente en la cavidad y que esta sea llenada más fácilmente. El problema es que el tiempo de enfriamiento es mayor (prácticamente no mucho : será explicada más tarde) . un sistema de enfriamiento que no enfría uniformemente todos los elementos toma más tiempo. Si el grueso del producto moldeado es de 1.5 mm y las venas tienen un diámetro de 6 mm, es el enfriamiento de las venas el que toma tiempo y no el producto.

2).Relación entre enfriamiento y la calidad del producto.

Si la temperatura del molde es reducida, el tiempo de enfriamiento (Tiempo de ciclo) puede ser acortado. Sin embargo, el resultado es una pobre brillantez y una mala apariencia. Especialmente en resinas con fibra de vidrio, la fibra de vidrio emigra a la superficie y aparecen líneas de soldadura. Otro problema, inclusive mayor, son los esfuerzos residuales que permanecen en el producto moldeado. Los esfuerzos residuales causan ondulados, pandeaduras y micro rupturas particularmente en GPPS, PMMA y productos transparentes similares.

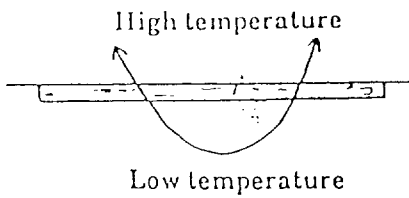
3).Esfuerzos residuales entre los productos moldeados.

Los esfuerzos residuales son causados por esfuerzos de orientación y de enfriamiento cuando la resina fluye en el molde. Los esfuerzos por enfriamiento son mayores que los debidos a la deformación por orientación. Los esfuerzos causados por el enfriamiento es un resultado del encogimiento de la resina y el total de los siguientes tipos de encogimiento : (1) Cambios que ocurren cuando el material pasa de la fase líquida a la fase sólida, (2) El encogimiento térmico de la resina (dirección mínima) y (3) los cambios debido al desfogue de la presión en la cavidad (Más dirección). La magnitud de estos cambios están

condicionados por la temperatura del molde. Especialmente cuando las temperaturas no son uniformes, los cambios (Deformación) en los productos moldeados son ondulados y pandeaduras.

4).Ejemplos.

Entre más alta sea la temperatura del molde, menor es la conductividad térmica y mayor el encogimiento. Los cambios que ocurren son mostrados en las figuras 7-1 , 7-2 y 7-3.



Figuras 7-1

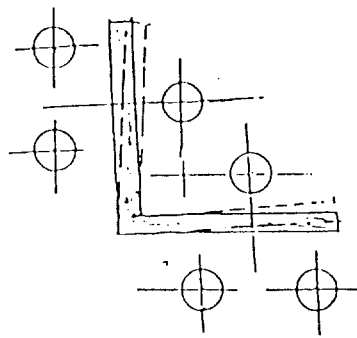


Figura 7-2

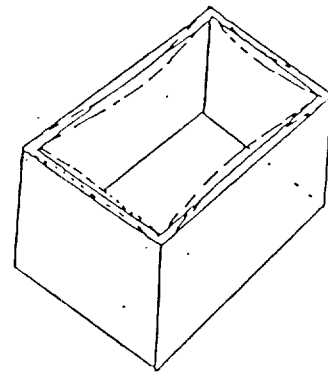


Figura 7-3

En la figura 7-1 la pandeatura del producto es en dirección de la temperatura más alta (ver flecha). En la figura 7-2 el área de conducción de calor del lado del corazón es usualmente menor que del lado de la cavidad elevándose la temperatura en esta parte y el producto se deforma como se muestra con la línea punteada de esta figura. La figura 7-3 muestra un producto con forma de caja el cual tiene una posición A y una B en forma de ángulo como el producto en la Figura 7-2 pandeándose hacia adentro. Esta deformación puede corregirse exponiendo la parte exterior (Posición A) a agua caliente o enfriamientos de la sección de la esquina.

5).Conducción térmica en el molde.

a) Conducción térmica en estado estable.

La conducción térmica en estado estable en un molde es calculada de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Q = \lambda \frac{A \cdot \Delta\theta \cdot t}{l} \dots(7.1)$$

Q = Cantidad de calor conducida
 $\Delta\theta$ = Diferencia de temperatura
 l = Distancia de conducción de calor
 λ = Coeficiente de conductividad térmica
 A = Área de conductividad térmica
 t = Tiempo

b) El coeficiente de conductividad térmica de la capa límite en el canal de agua de enfriamiento.

El flujo de agua en el canal de agua de enfriamiento tiene que ser flujo turbulento en lugar de flujo laminar. Hay una gran diferencia del coeficiente de conductividad térmica entre estas dos condiciones. La siguiente ecuación es utilizada para calcular el flujo.

$$\alpha_1 = \frac{\lambda}{d} (0.025)(Re^{0.8}) \left(\frac{C \cdot \mu}{\lambda}\right)^{0.4} \dots\dots(7-2)$$

$$\alpha_2 = 1.65 \left(\frac{\lambda}{d}\right) \cdot \left(\frac{VC}{\lambda l}\right)^{1/3} \cdot \left(\frac{\mu}{\mu_r}\right)^{1/3} \cdot (1 + 0.015 \sqrt[3]{Pr}) \dots(7-3)$$

$Re = \text{Número de Reynolds} = \frac{v \alpha \rho}{\mu}$; d = diámetro del canal de enfriamiento
 μ = Viscosidad ; V = Velocidad de flujo ; $Pr = \text{Número de Prant} = \frac{c\mu}{\lambda}$

μ_f = Velocidad promedio entre la corriente central y en la pared ; ρ = Gravedad específica ; C = Calor específico

Las condiciones para flujo turbulento son las siguientes:

$$10^4 < Re < 12 \times 10^4 \quad Gr = \text{número de Grashof} = g \cdot d^3 \cdot \rho \cdot \beta \cdot \Delta\theta \cdot l \cdot \mu^2$$

$$0.7 < Pr < 120 \quad l = \text{Longitud del canal de agua de enfriamiento}$$

$$l/D \geq 60 \quad \beta = \text{coeficiente de expansión térmica}$$

$$\Delta\theta = \text{Diferencia de temperatura}$$

$$\theta = \text{temperatura}$$

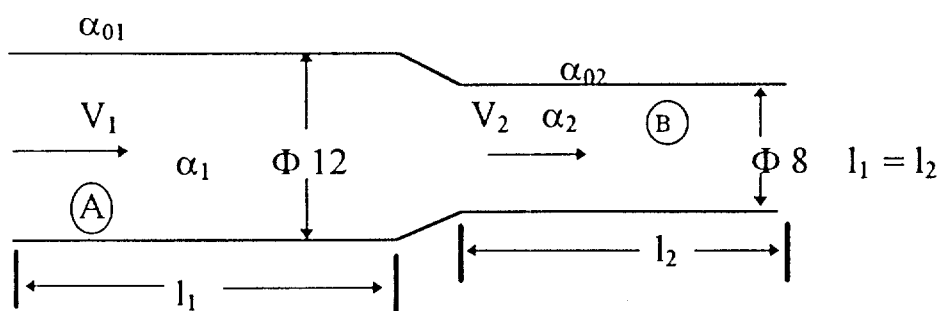
Ecuación simple para evaluar el flujo turbulento :

$$\alpha = (3210 + 43 \theta) V^{0.8} (1/d^{0.2}) \dots\dots\dots (7-4)$$

θ = Temperatura promedio del agua en °C
 V = velocidad en m/seg.
 d = Diámetro del canal de agua de enfriamiento en cms.

c) Dependencia de la conductividad térmica sobre la velocidad de flujo.

Ecuación para un tubo de enfriamiento con disminución de diámetro.



De acuerdo con la ecuación, el área de conductividad térmica de la porción **A** y porción **B** son como siguen:

$$\pi \cdot d_1 > \pi \cdot d_2 \text{ , sin embargo } V_1 < V_2$$

consecuentemente, el coeficiente de conducción térmica en la capa limite para la porción **A** y **B** son calculadas de la siguiente forma:

$$\alpha_{01} = k \cdot \frac{V_1^{0.8}}{d_1^{0.2}} \quad , \quad \alpha_{02} = k \frac{V_2^{0.8}}{d_2^{0.2}}$$

Sin embargo, el flujo a **A** y **B** son los mismos.

$$Q = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} V_1 = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} V_2$$

$$\alpha_{01} = k \cdot \left\{ (4/\pi) (Q) (1/d_1^{0.2}) \right\}^{0.8} \cdot (1/d_1^{0.2})$$

$$\alpha_{02} = k \cdot \left\{ (4/\pi) (Q) (1/d_2^{0.2}) \right\}^{0.8} \cdot (1/d_2^{0.2})$$

Consecuentemente, la cantidad de conducción térmica para **A** y **B** son q_1 y q_2 respectivamente y su razón es calculada por la siguiente ecuación:

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{k \cdot \left\{ (4/\pi) (Q) (1/d_1^{0.2}) \right\}^{0.8} \cdot (1/d_1^{0.2}) (\pi d_1)}{k \cdot \left\{ (4/\pi) (Q) (1/d_2^{0.2}) \right\}^{0.8} \cdot (1/d_2^{0.2}) (\pi d_2)} = \frac{d_2^{0.8}}{d_1^{0.8}}$$

Si $d_1 = 12$ mm y $d_2 = 8$ mm se obtiene la siguiente ecuación.

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{0.8^{0.8}}{1.2^{0.8}} = \frac{1}{1.38}$$

B tiene mejor conductividad térmica (38% más que **A**), sin embargo, si la velocidad del agua de enfriamiento es muy alta, la pérdida de cabeza hidráulica del agua de enfriamiento se incrementa.

d) Cálculo de pérdida en la cabeza hidráulica de agua de enfriamiento.

l). Flujo de agua de enfriamiento en los canales de enfriamiento.

$$\Delta H = \alpha_H \frac{l}{d} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad \dots\dots (7-5)$$

ΔH = Pérdida de cabeza
Hidráulica
 V = Velocidad
 l = Longitud de la tubería
 d = Diámetro de la tubería

α_H : Coeficiente = $\frac{0.3164}{R^{0.25}}$

donde $3 \times 10^2 < R < 10^5$

Para codos de 90° $\alpha = 0.24$; Reducción : $\alpha = 0.12$ y ; Cheese : $\alpha = 0.96$

2). La formula para la pérdida de presión es la siguiente.

$$H = \alpha V^2 / 2g$$

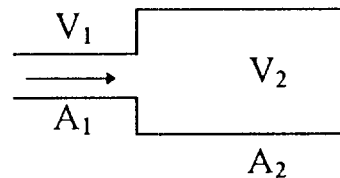
H= Caída de presión

V = Velocidad de flujo del agua
 g = Aceleración de la gravedad

“ α ” es un coeficiente que toma los siguientes valores :

1. En caso de expansión

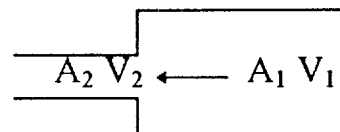
$\phi 10 \rightarrow \phi 11.5$, $\phi 11.5 \rightarrow \phi 12.5$ mm



$$\alpha_1 = (1 - A_1 / A_2)^2 \quad A : \text{área seccional} \quad ; \quad V_1 = \text{Velocidad en } A_1$$

2. En caso de reducción

$\phi 11.5 \rightarrow \phi 10$, $\phi 12.5 \rightarrow \phi 11.5$ mm



$$\alpha_2 = (1 / \xi - 1)^2 \quad A_1 > A_2$$

$$H_2 = \alpha_2 V^2 / 2g \quad V_2 : \text{Velocidad en } A_2$$

“ ξ ” toma valores de acuerdo con la siguiente tabla:

A_2 / A_1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
ξ	0.16	0.62	0.63	0.65	0.67	0.70	0.73	0.77	0.84	1.0

$\alpha_1 < \alpha_2$, entonces $H_1 < H_2$ en el caso de expansión y reducción.

e) Diámetro equivalente.

La circulación de agua de enfriamiento en los canales del molde tiene que tener flujo turbulento. Sin embargo, si el diámetro del depósito de agua en el corazón es muy grande, el flujo puede cambiar a un flujo laminar en el momento que entra al depósito. Para prevenir esto, el diámetro equivalente se calcula para mantener el mismo valor. El diámetro equivalente d_E es calculado de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$d_E = \frac{(4)(\text{área seccional})}{\text{Perímetro del área seccional}} \dots\dots\dots (7-6)$$

La ecuación para la figura 7-4 :

$$d_E = \frac{\pi D^2 - hD}{\pi D + 2D - 2h} \dots\dots\dots(7-7)$$

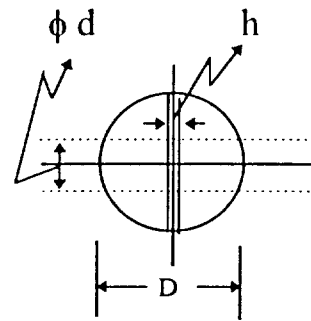


Figura 7-4

Si $D = 23 \text{ mm}$ y $h = 2 \text{ mm}$

$$d = \frac{(\pi)(23)^2 - (2 \times 23)}{(\pi)(23) + (2)(23) + (2)(2)} = 14.1 \text{ mm} \dots\dots\dots (7-8)$$

Ajustando el diámetro equivalente de esta forma, el flujo turbulento en los canales de agua de enfriamiento puede mantenerse constante y el efecto de enfriamiento será el mismo.

6. Tiempo de enfriamiento

6.1. Tiempo de ciclo

El ciclo de moldeo puede ser dividido en las siguientes etapas:

- a). Movimiento hacia adelante y tiempo de Cierre del molde.
- b). Tiempo que toma el tornillo en adelantarse y llenar el molde con la resina fundida.
- c). Tiempo de enfriamiento.
- d). Tiempo de apertura del molde.

e). Tiempo para botar el producto moldeado.

f). Tiempo muerto.

De estas etapas el movimiento del molde hacia adelante y el tiempo de apertura (1 y 4), el tiempo de botado del producto moldeado (5) y el tiempo muerto (6) depende de la capacidad de la máquina de moldeo.

El punto clave para la reducción del tiempo de ciclo se concentra en como reducir el tiempo de llenado (2) y el tiempo de enfriamiento(3).

6.2. Cálculo del tiempo de enfriamiento.

Cuando el tiempo de enfriamiento es calculado en función de una ecuación del estado inestable de la conducción térmica, puede ser resuelta sustituyendo varias condiciones límite. Tomando el primer término en una serie de Fourier da el siguiente resultado.

a). Para platos planos

La siguiente ecuación esta basada en las siguientes condiciones : 1.

Platos planos paralelos anchos ; 2. el calor es transferido solamente en la dirección del espesor ; 3. La temperatura de la superficie de la resina y del molde son constantes todo el tiempo ; 4. el calor específico a presión constante de la resina y la conductividad térmica permanecen constantes.

$$t_1 = \frac{S^2}{\pi^2 \alpha_f} \ln \left\{ \frac{8}{\pi^2} \cdot \frac{\theta_M - \theta_w}{\theta_E - \theta_w} \right\} \dots \dots \dots (7-9)$$

t = Tiempo de enfriamiento en segundos

α_f = Difusividad térmica efectiva = λ/C

λ = Coeficiente de conductividad térmica

C = Calor específico.

S = Espesor del producto moldeado en mm.

θ_w = Temperatura promedio en °C de la superficie de la cavidad

θ_M = Temperatura de la resina fundida en °C.

θ_E = Temperatura en °C del producto moldeado a ser botado (menor que la temperatura de distorsión).

ln = Logaritmo natural.

La ecuación anterior puede ser usada para calcular el tiempo mínimo de enfriamiento el cual es el valor objetivo y el tiempo de enfriamiento para el molde debería satisfacer este valor.

b). Si se tienen columnas (venas, etc) lo suficientemente largos en relación a la dimensión de su radio:

$$t_2 = \frac{R^2}{5.783\alpha_f} \ln\left\{ \frac{0.978(\theta_M - \theta_w)}{\theta_E - \theta_w} \right\} \dots\dots\dots(7-10) \quad R = \text{Radio de la columna}$$

c). Si se tiene una columna cuadrada que es lo suficientemente larga en relación a su dimensión cuadrada.

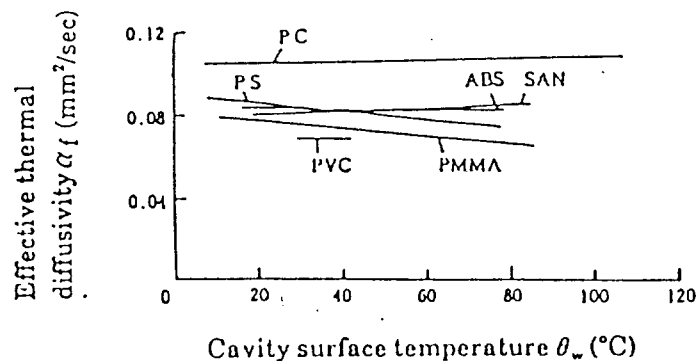
$$t_1 = \frac{1}{\pi^2\alpha_f\left\{ (1/b^2) + (1/h^2) \right\}} \ln\left\{ \frac{64}{\pi^2} \cdot \frac{\theta_M - \theta_w}{\theta_E - \theta_w} \right\} \dots\dots\dots(7-11)$$

h = Espesor de la columna cuadrada
 b = Ancho de la columna cuadrada

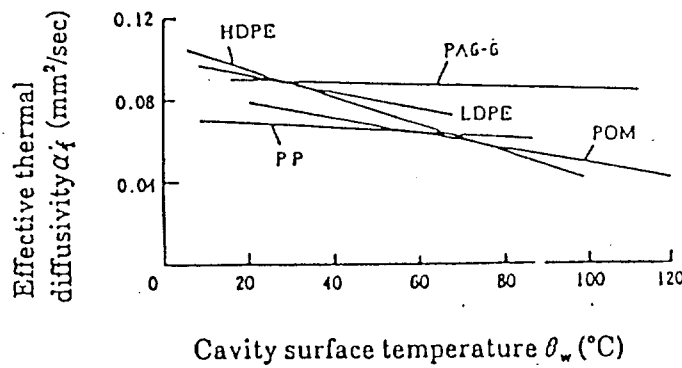
d). En una esfera.

$$t_2 = \frac{R^2}{\pi^2\alpha_f} \ln\left\{ \frac{1.179(\theta_M - \theta_w)}{\theta_E - \theta_w} \right\} \dots\dots\dots(7-12)$$

e). Una gráfica de difusividad térmica efectiva se muestra en las figuras 7-6a y 7-6b.



Difusión térmica efectiva para plásticos no cristalinos



Difusión térmica efectiva para plásticos no cristalinos

f). Enfriamiento con aire.

La temperatura se disminuye debido a la expansión adiabática acorde con la siguiente ecuación:

$$\frac{T_1}{P_1^{(k-1)/k}} = \frac{T_2}{P_2^{(k-1)/k}} \dots\dots(7-13)$$

k = Constante de los gases
 P = Presión
 T = Temperatura absoluta

$P_1 = 1.5 \text{ Kg/Cm}^2$ $T_1 = 25^\circ \text{C}$ cuando $P_2 = 1 \text{Kg/ Cm}^2$ T_2 tiene el siguiente valor:

$$T_2 = \frac{(273 + 25) \left(1.5^{(1.4 - 1)/1.4} \right)}{1.5^{(1.4 - 1)/1.4}} = 265.4 \text{ }^\circ\text{K} = 7.6 \text{ }^\circ\text{C}$$

Este es un método muy eficiente de enfriamiento. Sin embargo el enfriamiento con aire tiene los siguientes problemas:

1. El calor específico del aire es muy bajo y requiere grandes cantidades.
2. El aire comprimido no se puede producir eficientemente.

	Agua	aire
Calor específico	1 Kcal/gr	0.241 Kcal/gr
Volumen	10^3 Cm^3	10^6 Cm^3

En la figura 7-5-1 se presenta la estructura en el enfriamiento de un perno.

g). Ejemplos de enfriamiento .

1). Enfriamiento de perno.

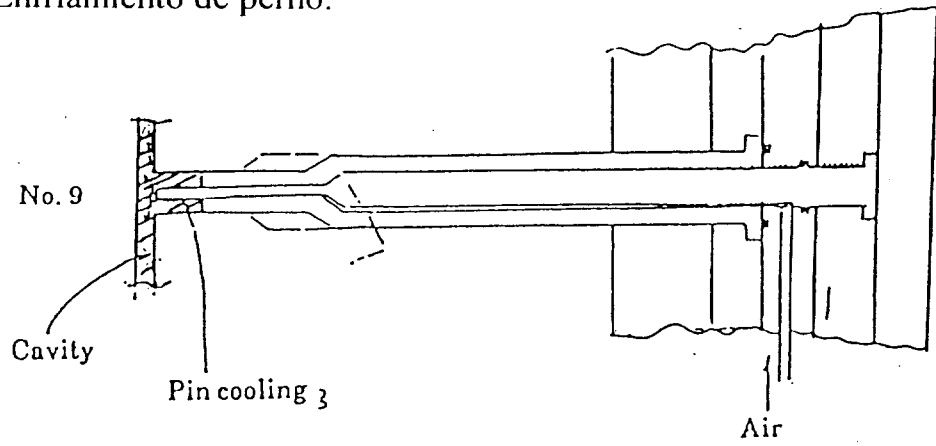


Figura 7-5-1

2). Enfriamiento con aire para combination bush (con salida de aire)

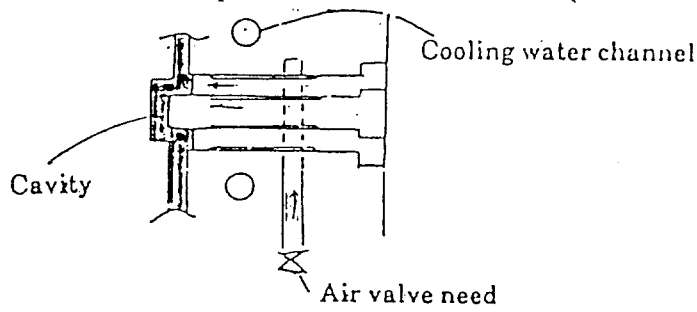


Figura 7-5-2

3). Enfriamiento con agua utilizando flujos de alta velocidad

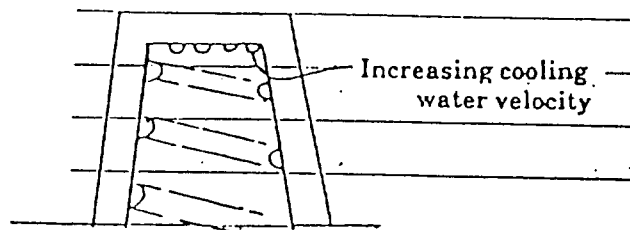


Figura 7-5-3

4). Uso de tubos calientes

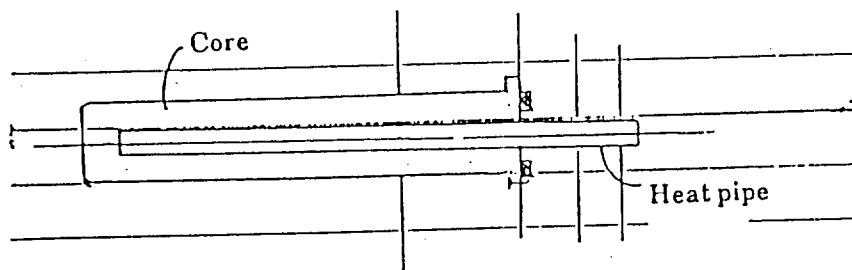


Figura 7-5-4

5). Enfriamiento por Be-Cu o Cu.

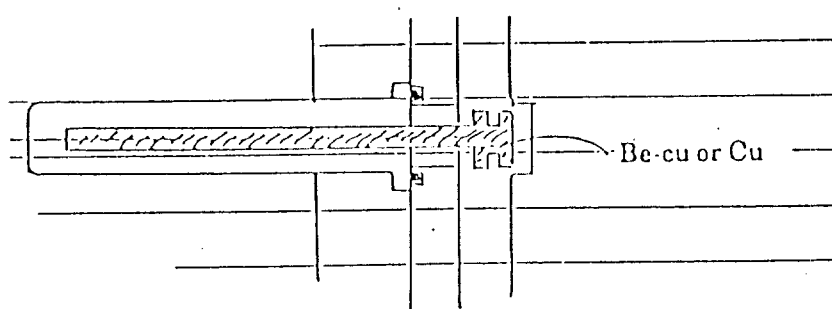


Figura 7-5-5

6). Uso de "O" rings con paredes laterales.

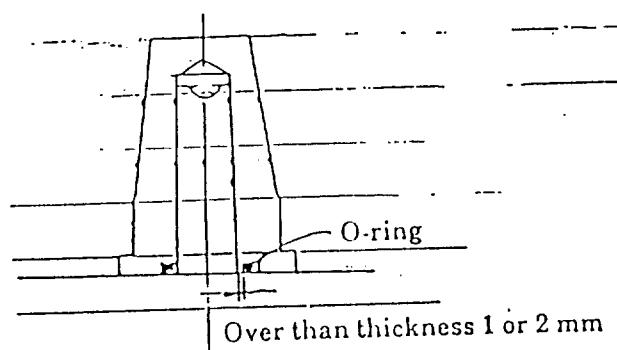


Figura 7-5-6

7). Empaques planos no pueden ser usados

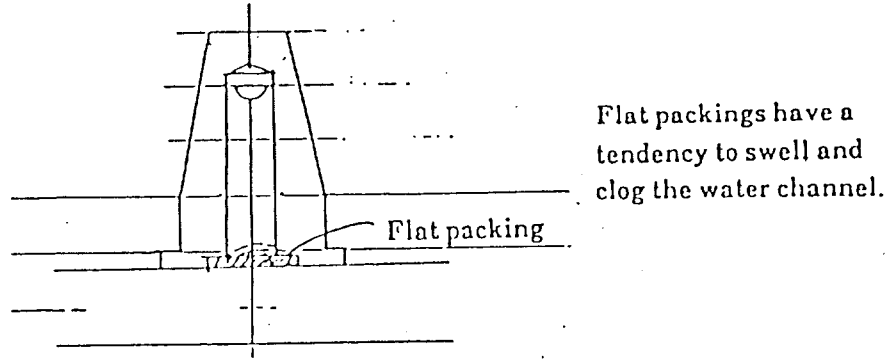


Figura 7-5-7

8). No deben usarse áreas muertas de enfriamiento

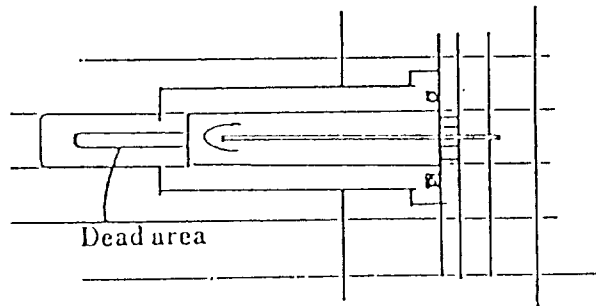


Figura 7-5-8

9). Enfriamiento de los sitios de paredes delgadas

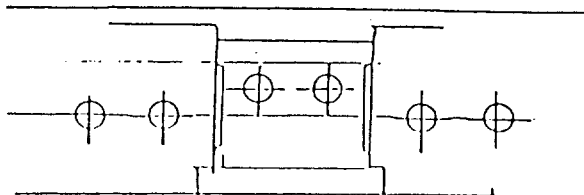


Figura 7-5-9

7). Problemas y contramedidas.

a) La temperatura del molde puede ser ajustada cambiando la abertura en la válvula de entrada de agua de enfriamiento. Algunas veces el agua que sale del molde ha alcanzado la temperatura de ebullición y sale como vapor (Figura 7-7) . esta condición puede ser corregida abriendo totalmente la válvula de entrada y ajustando la válvula de salida.

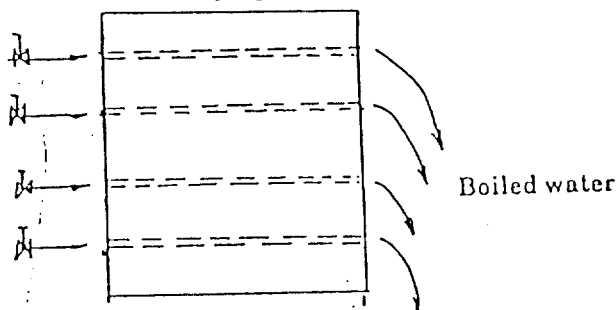


Figura 7-7

b) La cercanía de los canales de agua de enfriamiento mostrada en la figura 7-8 no es buena debido a que la distribución de agua no es uniforme en cada canal. La contramedida es acercar las líneas lo más posible o to joint to divide few zone.

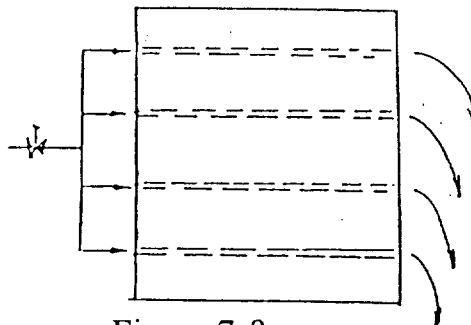


Figura 7-8

c) No hay suficiente flujo de agua en los canales de agua de enfriamiento (Figura 7-9). La contramedida es que la válvula de entrada este totalmente abierta y el volumen de agua de enfriamiento se ajuste con el grado de apertura de la válvula de salida.

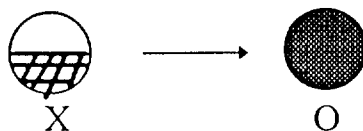


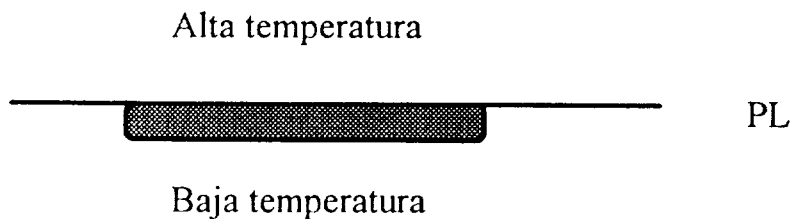
Figura 7-9

8). Diseño básico y factores de moldeo (enfriamiento y factores relacionados).

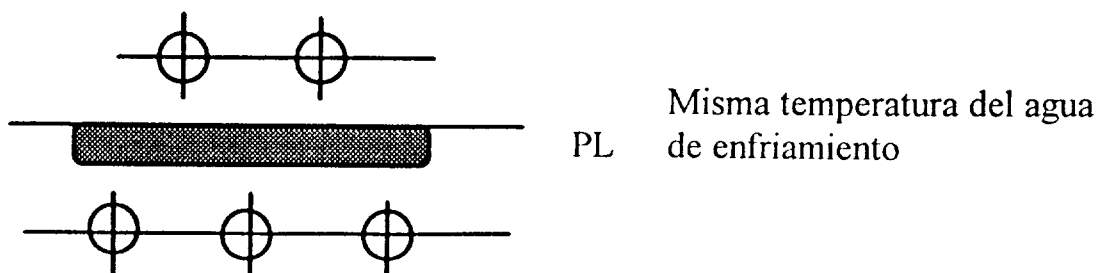
- a. La localización de los tubos de agua de enfriamiento es el primer aspecto a considerar en el diseño.
- b. La distancia y el área de conducción térmica de la cavidad y el corazón debe ser las mismas.
- c. En adición a el agua de enfriamiento, existe la posibilidad del enfriamiento con aire y el método de uso de LOGIC_SEAL.
- d. El punto realmente no es enfriar el molde sino mantenerlo a una temperatura constante. La temperatura del molde debe ser tan alta como sea posible y es la razón para el uso de reguladores de temperatura de moldes (Idealmente uno en la parte móvil y otro en la parte fija).
- e. El agua de enfriamiento con flujo turbulento y número de Reynolds mayores que 8000 a 10000 y menores que 35000 a 40000.
- f. La presión del agua de enfriamiento debe ser de $2\text{Kg}/\text{Cm}^2$ o más.
- g. La diferencia de temperatura en el agua de enfriamiento de entrada y de salida debe ser de 2°C o menor (Preferible menor a 1°C).
- h. El agua de enfriamiento debe fluir a través de la cavidad, corazón y todas las partes del molde de tal manera que la temperatura en todo el molde, sea constante.

9). Haga los siguientes ejercicios:

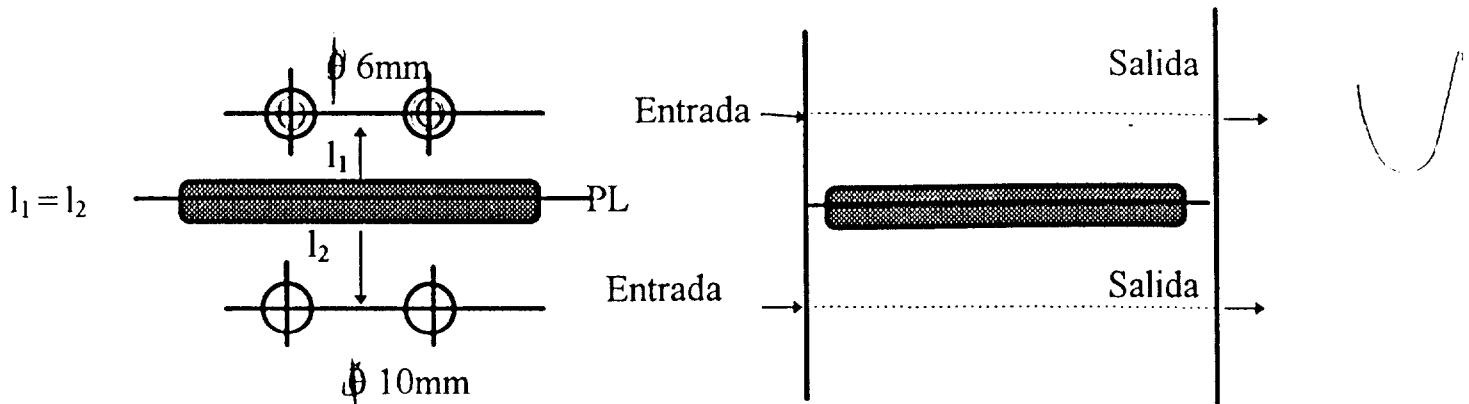
- a. Cual lado del producto se pandeara ?



- b. Cual lado del producto se pandeara ?

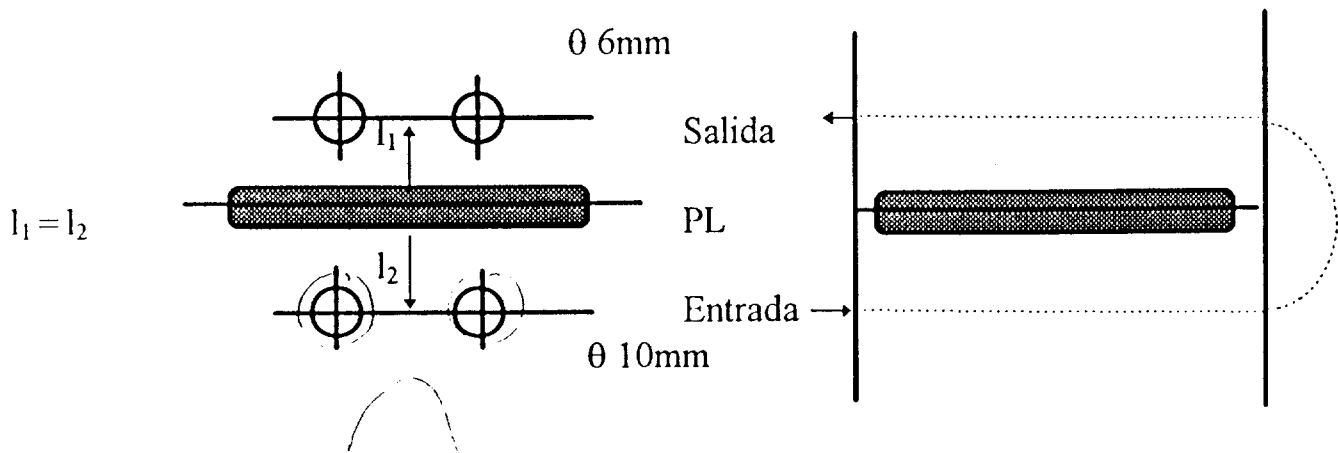


c. Cual lado del producto se pandeara ?



La misma temperatura en el agua de enfriamiento

d). Cual lado del producto se pandeara ?



IV. CALCULO DE ESFUERZOS Y PROBLEMAS DE DEFORMACION EN EL MOLDEO POR INYECCION

1. Introducción

Cuando un molde es usado en el moldeo por inyección :

- a). Las dimensiones de espesor del producto pueden no ser producidas exactamente.
- b). El perno de botado puede causar marcas en el producto moldeado debido a la deformación de la placa de soporte.
- c). La rebaba se presenta en el punto de alimentación y en las venas posesionadas en el centro. Hay varios problemas que ocurren: Es conocido que la placa de la cavidad de el molde esta sobrediseñada pero algunas veces no existe ningún criterio para determinar las dimensiones requeridas. La literatura en la materia provee de algunas ecuaciones, pero estas difieren de la práctica establecida por la experiencia y los cálculos de esfuerzos muestran que los valores de esfuerzo son muy grandes para hacer un molde trabajable. Es sorprendente que información no adecuada de este aspecto llega a ser parte de trabajos publicados sobre diseño de moldes. Aunque su uso se da y es común ver moldes rotos durante el moldeo.

El rompimiento de moldes es frecuentemente causado por la concentración de esfuerzos, un problema que puede ser reducido redondeando las esquinas. El problema es que grado de redondeo es requerido. Cualquiera puede diseñar un molde basado en la experiencia si tiene la experiencia con moldes, pero el problema es que tan exitoso es dicho diseño. Existe un elemento de incertidumbre en el enfoque y si se presenta en moldes muy grandes, se incrementará el costo de manufactura del molde.

El problema puede ser analizado de la siguiente forma.

- a). El problema de esfuerzos es un problema de valor del esfuerzo y la ruptura de moldes es causada principalmente por la concentración de esfuerzos.
- b). El problema de deformación es cuanta deformación ocurre en el molde. He descrito la ecuación que he creado y comparado con datos prácticos y el orden escrito es la primera deformación y segundo la concentración de esfuerzos.

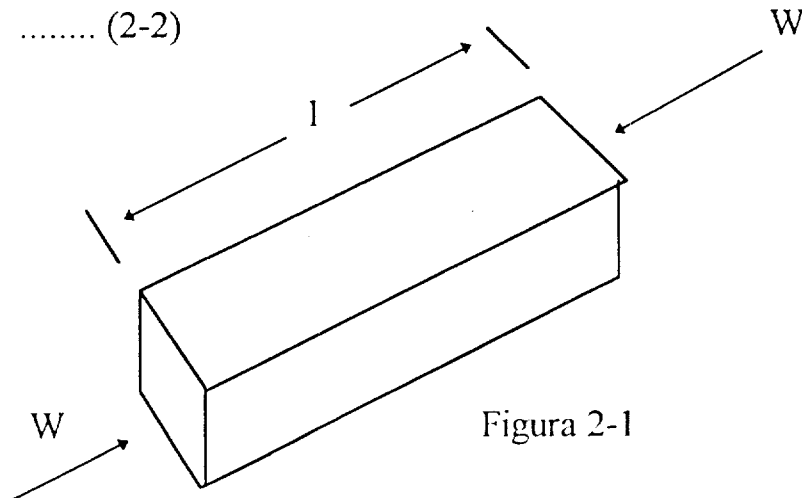
2. Factores básicos de deformación.

La deformación del molde ocurre dentro de los límites de elasticidad y hay dos tipos de deformación; (1) deformación causada por tensión y carga compresiva, y (2) pandeamiento causado por concentración y carga distribuida. La deformación causada por tensión y carga compresiva es calculada usando la siguiente ecuación (Figura 2-1)

$$\delta = \frac{W \cdot l}{A \cdot E} \dots\dots\dots (2-1)$$

$W = \text{Carga}$ $A = \text{Área seccional}$
 $l = \text{Longitud}$
 $\sigma = \text{Esfuerzo (Tensión o compresión)}$
 $E = \text{Modulo de elasticidad longitudinal}$

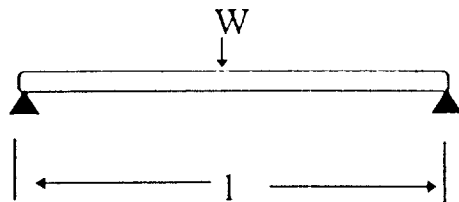
$$\delta = \frac{\sigma \cdot l}{E} \dots\dots\dots (2-2)$$



Ambos extremos libres y la carga concentrada en el medio (Figura 2-2-)

$$\delta = \frac{Wl^3}{48 E \cdot I} \dots\dots(2-39) \quad I = \frac{bh^3}{12}$$

$W = \text{Carga concentrada}$
 $I = \text{Momento de inercia del área}$
 $h = \text{Espesor}$
 $b = \text{Ancho}$



Ambos extremos libres y la carga igualmente distribuida (Figura 2-3)

$$\delta = \frac{Wl^3}{384 E . I} \dots\dots\dots (2-4)$$

W = Carga por unidad de longitud

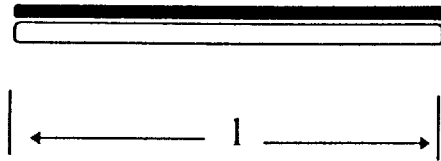


Figura 2-3

Los valores deben ser calculados en Kgs. y Cms.

3. Tamaño del molde.

El diseñador de moldes debe calcular el esfuerzo y la deformación del molde y debe hacerlo tan pequeño como sea posible.

a). Considerando el molde instalado en la máquina. La relación entre el volumen de producción Z y el peso del producto moldeado W para un tipo de molde dado es la siguiente:

$$Z = \frac{K_1 W}{K_2 W + K_3 h^2 + t}$$

K = Constante
 h = Espesor del producto moldeado
 t = Tiempo muerto

Por lo tanto

$$Z = \frac{K_1}{K_2 + (K_3 h^2 + t) / W} \dots (3-1)$$

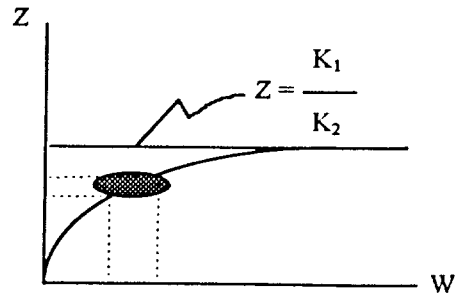


Figura 3-1

La curva producida por la ecuación (3-1) es mostrada en la figura 3-1 y $Z = \kappa_1 / \kappa_2$ es la asíntota. Sin embargo la producción es lograda dentro del 40% - 60% de la capacidad (El área sombreada en la gráfica) así que los moldes deben ser hechos tan pequeños como sea posible para utilizar totalmente la capacidad de la máquina y que el molde sea instalado en pequeñas máquinas de moldeo. Entre menor sea el tamaño del molde mejor.

b). Determinación del número de cavidades en un molde.

El número de cavidades puede ser determinado en relación con las dimensiones del molde. Para esto , tres métodos pueden ser utilizados : (1) El método basado en la cantidad de ordenes recibidas, (2) el método basado en el costo para producir los productos moldeados, y (3) el método basado en la precisión requerida en los productos:

(1) El método basado en el número de ordenes recibidas.

$$n = \frac{D}{\eta \cdot m_1 \cdot m_2} \quad \dots\dots(4-1)$$

D = Número de productos a ser entregados mensualmente
 n = Número de cavidades
 m₁ = Número de disparos por día
 m₂ = Número de días trabajados por mes
 η = Eficiencia de producción.

Sin embargo, la producción puede ser obtenida frecuentemente bajo la condición de que el número de cavidades es reducido obstruyendo venas o entradas debido al hecho de que la precisión en los productos moldeados no es la adecuada. Esto es debido a que la precisión del molde y del moldeo son ignoradas en detrimento de los problemas esencialmente importantes.

(2) El método basado en el costo para producir los productos moldeados

$$\alpha = \frac{tY}{3600(n)(\eta)} + \frac{2nc}{N} \quad \dots\dots(4-2)$$

α = costo requerido (\$/producto)
 N = Número total de productos
 n = Número total de cavidades a Formar
 Y = costo de moldeo (\$/Hr)

t = Tiempo de ciclo (Seg) , η = Eficiencia de moldeo
 c = costo requerido para hacer una cavidad en el molde (\$/cavidad)
 α = La razón de reducción con un incremento en el Número de cavidades formadas

Para obtener el valor mínimo utilizando la ecuación (4-2), se hace la diferencial con respecto a n de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \frac{d\alpha}{dn} &= \frac{-tY}{3600 n^2 \eta} + \frac{\alpha c}{N} \dots(4-3) \\ &= \frac{3600\alpha c n^2 \eta - tYN}{(3600 n^2 \eta) (N)} \end{aligned}$$

El valor de n que satisfaga $d\alpha/dn = 0$ puede ser obtenido de la siguiente ecuación

$$n = \sqrt{\frac{tYN}{3600\alpha c \eta}} \dots (4-4)$$

Con una segunda derivada de la ecuación (4-3), se obtiene :

$$\frac{d^2 \alpha}{dn^2} = \frac{2tY}{3600\eta n^3} > 0$$

Esto significa que el valor de α es mínimo a el valor n mostrado en la ecuación (4-4). También resulta claro de la ecuación (4-2), que cuando el valor de N es mayor, puede ser expresado de la siguiente manera:

$$\alpha = \frac{tY}{3600\eta n}$$

como resultado de esto, si el valor de n es mayor, el valor de α será menor. Sin embargo, si la precisión del molde y el moldeo son ignorados, se obtendrán los mismos resultados obtenidos en el método (1). En este caso (2) los cálculos por este método requieren que la máquina de moldeo a ser usada sea establecida, debido a el hecho de que los costos de moldeo dependen de la misma.

(3) El método basado en la precisión requerida en los productos moldeados.

Diferente a los dos métodos precedentes (1) y (2) , el método (3) para determinar el número de cavidades pueden ser establecidas a través de los siguientes cálculos:

En el caso de un molde de n cavidades, con la precisión de la cavidad No.1 como referencia, la precisión de la cavidad No. 2 puede ser expresada como $b(1+ \beta)$, donde β es la razón de disminución de la precisión siempre que el número de cavidades sea incrementado por 1 , y b es la precisión de un molde con una sola cavidad. De la misma forma , la precisión de la cavidad No. 3 puede ser expresada como $b(1+ \beta)^2$. Como resultado, la precisión de la cavidad No. n puede ser expresada como $b(1+ \beta)^{n-1}$.

La precisión de la cavidad No.1 es tomada como referencia, sin embargo, con la precisión de la cavidad No.2 como referencia, la precisión de la cavidad No.3 a la No. n son consideradas, a continuación, con la precisión de la cavidad No. 3 , la precisión de la No. 4 hasta la n son consideradas y la misma consideración son sucesivamente hechas , la precisión puede ser expresada n veces de ella. Adicionalmente, dado que la precisión de las cavidades debe ser menor que la precisión dimensional C, la siguiente ecuación puede ser obtenida.

$b(1+ \beta)^{n-1}, n \leq c$ donde n = Número de cavidades en el molde

entonces, $n(1+ \beta)^{n-1} \leq c/b \dots(4-5)$

En la ecuación (4-5), n es un integrador positivo, así que un valor cercano a c/b puede ser obtenido sustituyendo un integrador positivo n en la ecuación (4-5). El incremento de el valor de n significa que el valor de b, esto es, la precisión (Maquinado y moldeo) de un molde de cavidad sencilla se incrementa debido a la mayor efectividad comparada con el incremento de b. El valor de β tiene valores de 0.4% en general, sin embargo, es necesario confirmarlo con un molde multicavidades.

Cálculos prácticos se muestran a continuación:

Si $\beta = 0.04$, $b = 0.02$ y $c = \pm 0.15$, entonces $c/b = 7.5$

Cuando $n = 6$, $n(1 + 0.04) = 7.3$

Como resultado, el número de cavidades es de 6, obteniendo un molde de 6 cavidades.

En el moldeo de precisión:

Si $\beta = 0.04$, $b = 0.015$ y $c = \pm 0.035$, entonces, $c/b = 2.33$ cuando $n = 2$, $n(1 + 0.04) = 2.08$ y cuando $n = 3$ $n(1 + 0.04) = 3.24$

Como resultado, un molde de 2 cavidades puede ser obtenido. En el moldeo de precisión, 1 o 2 cavidades pueden ser utilizadas en general.

Los tres métodos explicados para determinar el número de cavidades han sido explicados siendo el método (1) el que se usa normalmente, sin embargo, no es cierto, lo cual puede causar problemas. Como resultado, los cálculos deben ser realizados con los métodos (2) y (3) y en el moldeo de precisión, el método 3 debe ser adoptado. Recientemente, los sistemas de moldeo con cavidades múltiples se han incrementado desde el punto de vista de reducción de costos. Bajo esta circunstancia, moldes de 50-60 cavidades son llamados de multicavidades y otros de 90-100 cavidades están apareciendo en la industria. En tal caso, la planeación debe hacerse considerando la precisión del molde, la diversidad de los productos moldeados y otros factores completamente confirmados y la determinación del número de cavidades debe hacerse a través del método(3).

4. Deformación en cavidades rectangulares.

Una cavidad con forma rectangular puede sufrir una deformación como la mostrada en la Figura 4-1 al recibir una carga debida a la presión de inyección. Tanto la dimensión m_1 como la m_2 son importantes y el valor de la deformación δ se calcula de acuerdo a la ecuación indicada.

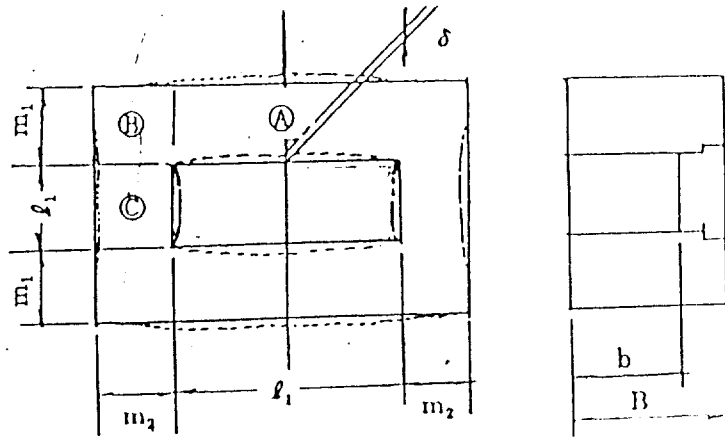


Figura 4-1

$$\delta = K \frac{Pb}{E \cdot B} \left[k_1 \frac{\ell_1^4}{m_1^3} + \frac{1}{m_2^3} \left\{ k_2 (\ell_1^2 - \ell_2^2) \ell_2^2 - k_3 \ell_2^4 \right\} \frac{\ell_1}{\ell_2} + k_4 \frac{\ell_1 \ell_2}{m_2} \right] \dots\dots(4-1)$$

Esta ecuación (4-1) determina la deformación de la parte A y la rotación de la parte B, que no es rígida en la parte central, y la deformación y elongación de la parte C.

P= Presión promedio de la cavidad.

E= Módulo de Elasticidad longitudinal

I= Momento de inercia del área

k= Coeficiente que se determina mediante pruebas. Usualmente es $k= 0.7 \sim 1$

El término secundario en la ecuación anterior es la "rotación." Si se sustituye el valor de 0 para la rotación, obtenemos el siguiente valor:

$$k_2 (\ell_1^2 - \ell_2^2) \ell_2^2 = k_3 \ell_2^4$$

$$\ell_1 / \ell_2 = \sqrt{(k_2 + k_3) / k_2} = 1.17$$

$k_1 =$ Coeficiente 0.10

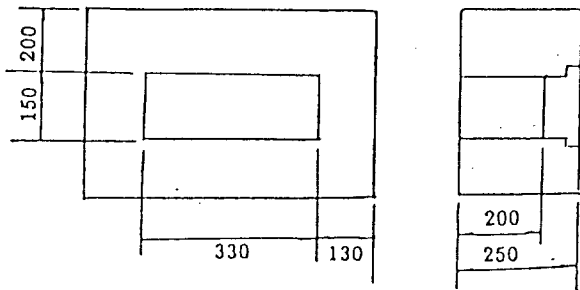
$k_2 =$ Coeficiente 0.135

$k_3 =$ Coeficiente 0.05

$k_4 =$ Coeficiente 0.10

Lo que se describe enseguida es cierto para un diseño ordinario. Cuando $\frac{l_1}{l_2} > 1.25$, la deformación del lado © es por la parte de adentro y cuando $\frac{l_1}{l_2} < 1.25$, la deformación del lado © es por la parte de afuera. Cuando $\frac{l_1}{l_2} = 1.25$ no existe deformación.

La siguiente ecuación 4-1 se aplica a la forma de la figura 4-2



$p = 500 \text{ kg/cm}_2$
 $E = 2.1 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}_2$

Figure 4-2

$$\delta = \frac{500 \times 20}{2.1 \times 10^6 \times 25} \left[0.1 \times \frac{33^4}{20^3} + \frac{1}{13^3} \left\{ 0.135(33^2 - 15^2) - 0.05 \times 15^4 \right\} \times \frac{33}{15} + 0.1 \times \frac{33 \times 15}{13} \right]$$

= 0.0078 cm \Rightarrow 0.078 mm.

Usualmente, en ecuaciones para este tipo de problemas, las líneas a cada lado del lado A, se manejan como si fueran internas. Sin embargo, en esta ecuación el lado B se considera como un cuerpo rígido y por consiguiente como inmóvil. Como se supone que no hay rotación ni elongación en el lado C, así como en el B, se considera que el valor de m_2 no es relevante. La siguiente ecuación representa a un sistema con líneas o rayos internos en ambos lados. La deformación δ es entonces:

$\delta = \frac{w \ell_1^4}{384EI}$ (4-2), así tenemos:

$$\delta = \frac{500 \times 20 \times 33^4}{384 \times 2.1 \times 10^6 \times \frac{25 \times 20^3}{12}} = 8.82 \times 10^{-4} \rightarrow 0.009 \text{ mm}$$

Este es un valor muy pequeño de aproximadamente 1/100. Una operación inversa para un molde con línea interna A, muestra que la deformación es de 0.05 mm. El valor de m_1 para el lado de la cavidad puede calcularse como sigue:

$$m_1 = \left(\frac{\omega \ell_1^4}{384 E x \frac{B}{12} \delta} \right)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(4-3) \qquad m_1 = \left(\frac{500 \times 20 \times 33^4}{384 \times 2.1 \times 10^6 \times 25 \times 0.005} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$m_1 = 11.2 \text{ cm} \Rightarrow 112.2 \text{ mm}$$

Lo mas probable es que un molde con un espesor tan delgado jamás será diseñado. Cuando la profundidad de la cavidad b es de 30 a 40 mm o más; y su utilice un separador (“bushing”) del tipo mostrado en la figura 4-2, posiblemente se presente rebaba longitudinal, difícil de prevenir, y en donde el molde no podrá ser reparado. La rebaba causa asimismo esa deformación. Me causó sorpresa encontrar en una publicación reciente, el diagrama de momento de doblez (BMD: “Bending moment diagram”) el cual solía ser referido en la literatura hace 30 años.

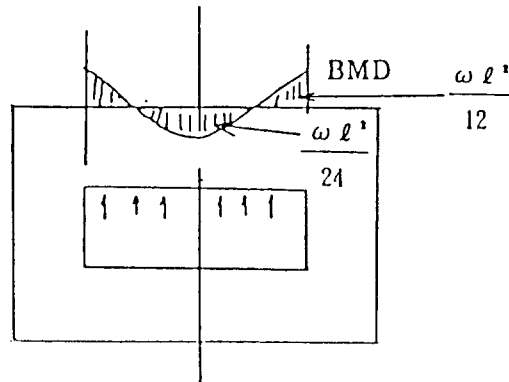


Figura 4-3

En un diseño real, $k_1 \frac{\ell_1^4}{m_1^3}$ es menor que 20-25, por lo que el valor de m_1 debe determinarse antes de otras dimensiones.

Si $0.1 \frac{33^4}{m_1^3} = 23$, entonces m_1 es 17.3 cm, es decir el resultado es 170 mm.

Si se tiene un escalón D, como se muestra en la Figura (4-4) en un diseño real, la deformación normalmente se reduce. Un escalón D deberá ser considerado como un factor de seguridad. Normalmente hemos diseñado un escalón cóncavo y un escalón convexo en un molde de este tipo, pero el escalón del lado C (lado corto) no tiene sentido debido a la deformación interior, por consiguiente deberíamos hacer el diseño como se muestra en la Figura (4-5).

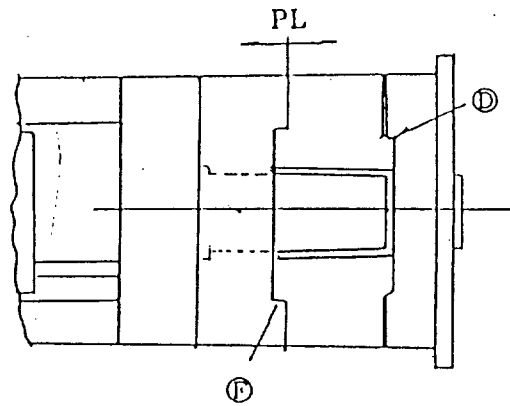


Figura 4-4

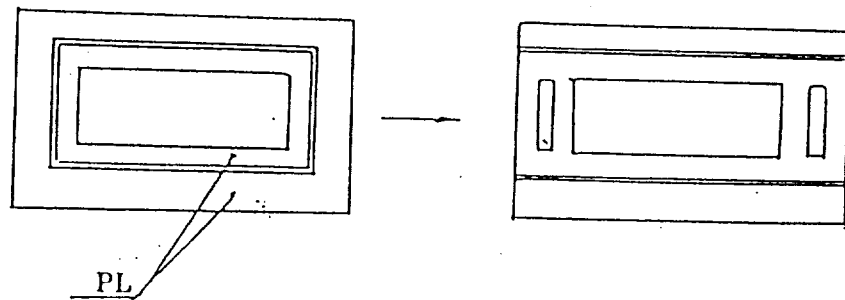
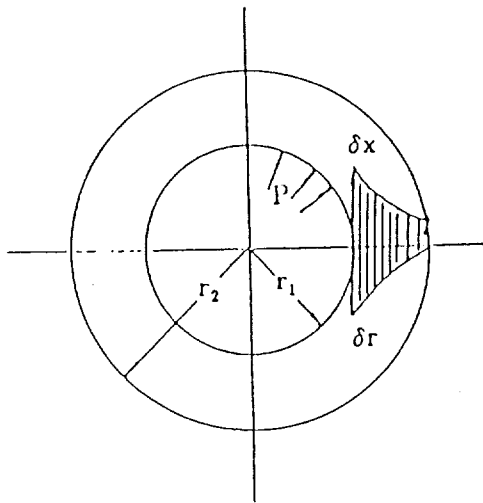


Figura 4-5

5. Deformación en cavidades circulares

Cuando son circulares tanto la cavidad hembra como la cavidad macho, se utiliza la ecuación de cilindro grueso para el cálculo de la deformación.



- σ_t = Esfuerzo en dirección tangencial
- σ_r = Esfuerzo en dirección radial
- $\Delta\gamma$ = Deformación en dirección radial
- E = Módulo de Elasticidad Longitudinal
- m = Número de Poisson

Figura 5-1

$$\sigma_t = \frac{P(r_2^2 + r_1^2)}{r_2^2 - r_1^2} \dots\dots\dots(5-1)$$

$$\sigma_r = -P \quad (r=r_1)$$

$$\Delta r_r = \frac{P r_1 \left\{ (m-1) r_1^2 + (m+1) r_2^2 \right\}}{mE(r_2^2 - r_1^2)} \dots\dots\dots(5-2)$$

$$\Delta r_2 = \frac{2P r_1^2 r_2}{E(r_2^2 - r_1^2)} \dots\dots\dots(5-3)$$

Enseguida se muestra una aplicación real de las fórmulas anteriores.

$$r_1 = \frac{300}{2} \text{ mm}, \dots \dots \dots r_2 = \frac{500}{2} \text{ mm}, \dots \dots \dots P = 400 \text{ kg / cm}^2$$

$$\sigma_t = \frac{400 \times (25^2 + 15^2)}{25^2 - 15^2} = 850 \text{ kg / cm}^2$$

$$\Delta r_1 = \frac{400 \times 15 \left\{ (3-1) \times 15^2 + (3+1) \times 25^2 \right\}}{3 \times 2.1 \times 10^6 \times (25^2 - 15^2)} = 0.007 \text{ cm} \rightarrow 0.07 \text{ mm}$$

$$\Delta r_2 = \frac{2 \times 500 \times 15^2 \times 25}{2.1 \times 10^6 \times (25^2 - 15^2)} = 0.0054 \text{ cm} \rightarrow 0.054 \text{ mm}$$

Un molde se diseña como se muestra en la Figura 5-2

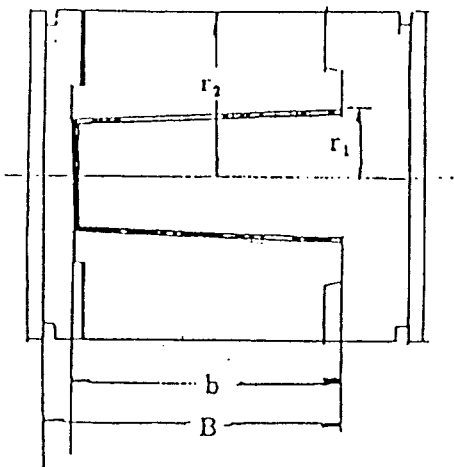


Figura 5-2

$$\Delta r_1 = \frac{b}{B} \cdot \Delta r_1 \dots \dots \dots (5-2)$$

$$\Delta r_2 = \frac{b}{B} \cdot \Delta r_2 \dots \dots \dots (5-3)$$

Si $B=320$ mm y $b= 250$ mm la deformación es

$$\Delta r_1^1 = 0.0055 \text{ cm} \rightarrow 0.055 \text{ mm}$$

$r=r_1$

$$\Delta r_2^1 = 0.0042 \text{ cm} \rightarrow 0.042 \text{ mm}$$

$r=r_2$

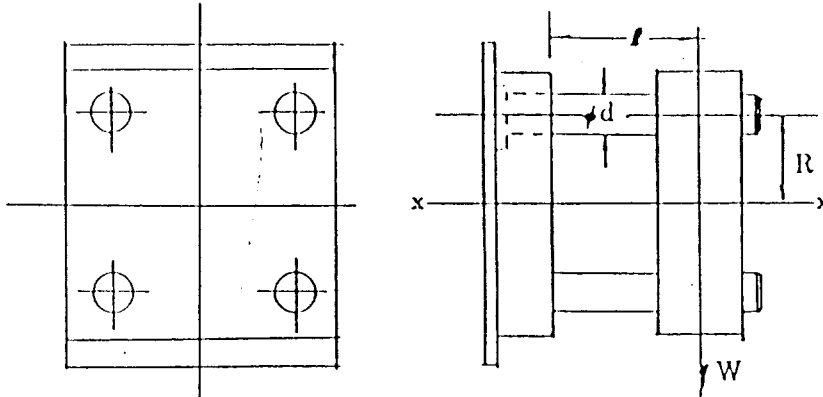
La deformación depende de cual valor se use para la deflexión de la cavidad. Sin embargo, la deflexión no es un problema en el caso señalado arriba. Este tipo de molde a menudo se usa para moldear cubetas y vasijas para el agua de polipropileno y polietileno. Como presión en la cavidad se usa el valor de 300-400 kg/cm^2 , de manera que la deflexión sea menor que la del caso ilustrado arriba.

6. Cálculo de los pernos guía

Molde de tres placas

1) Cálculo del diámetro del perno guía.

Ecuación para la cavidad hembra en donde la carga se concentra en dos pernos guía.



$$\frac{1}{2} W \ell = \frac{\pi d^3 f}{32}$$

$$\dots d = \left(\frac{16 W \ell}{\pi f} \right)^{1/3} \dots$$

$$\dots D = k \cdot d$$

W= Peso de la cavidad hembra

f= Esfuerzo permisible

D= Diámetro

k = Factor de seguridad 1.5 -2.5

ℓ = Distancia de la cavidad hembra al punto de carga (centro de la cavidad hembra)

2) Cálculo de la deformación del perno guía (para dos pernos)

$$I_{x-x} = 2 \left(\frac{\pi l^4}{64} + \frac{1}{4} \cdot \pi D^2 \cdot R^2 \right)$$

$$\dots \delta = \frac{W \ell^3}{3 E I_{x-x}}$$

$$\dots = \frac{W \ell^3}{3 E \left(\frac{1}{32} \pi l^4 + \frac{1}{2} \pi D^2 R^2 \right)}$$

Enseguida se muestra el uso de la ecuación anterior en un cálculo real.

$$W = 25 \times 30 \times 8 \times 7.8 \times \frac{1}{1000} = 46.8 \text{ kg} \dots \dots \dots D = 3 \text{ cm} (\phi)$$

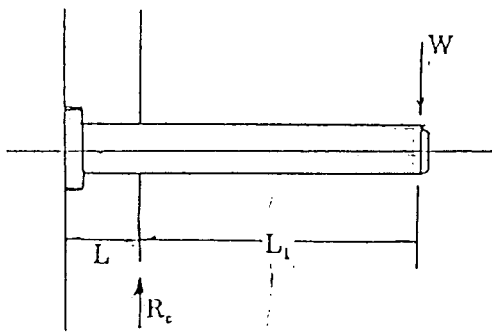
$$\ell = 20 \text{ cm} \dots \dots R = 12.5 \text{ cm}.$$

$$\delta = \frac{25 \times 30 \times 8 \times 7.8 \times \frac{1}{1000} \times 20^3}{3 \times 2.1 \times 10^6 \times \left(\frac{1}{32} \times \pi \times 3^4 + \frac{1}{2} \times \pi \times 3^2 \times 12.5^2 \right)}$$

$$= 2.68 \times 10^{-5} \text{ cm} \rightarrow 2.68 \times 10^{-4} \text{ mm}$$

3) Cálculo de la longitud del perno guía.

La ecuación final se muestra enseguida:



L= Espesor de la placa soporte
 L1=Longitud del perno guía
 Rc= Fuerza de reacción de la placa soporte.

W= carga
 A= Angulo de contacto
 r= Radio del perno guía
 k= factor de seguridad 2.2 a 3.

$$L = k \sqrt{\frac{WL_1 A}{4rxR_c(1 - \cos A)}}$$

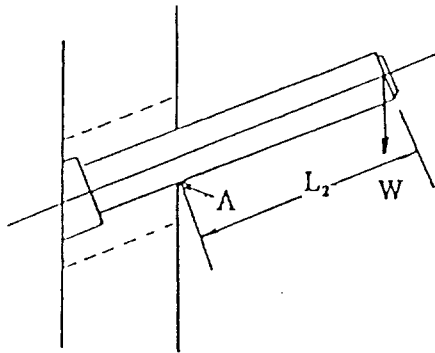
Obtenemos la siguiente ecuación para una placa que pesa 60 kg. que va a ser soportada por dos pernos guía.

$$W = 60 \cdot \frac{1}{2} = 30, \dots \dots \dots L_1 = 15 \text{ cm}, \dots \dots A = \frac{\pi}{6}, \dots \dots r = \frac{3}{2} = 1.5 \text{ cm}.$$

$$R_c = 100 \text{ kg}, \dots \dots k = 2.5$$

$$L = 2.5 \sqrt{\frac{30 \times 15 \times \frac{\pi}{6}}{4 \times 1.5 \times 100 \times (1 - \cos \frac{\pi}{6})}} \rightarrow 4.28 \text{ cm} \rightarrow 45 \text{ mm}$$

4) Perno angular



El punto A en esta configuración es débil, así que tenemos que tomar las siguientes contramedidas indicadas por la ecuación:

- ① Ensachar el área de contacto, esto es, incrementar el radio de ajuste
- ② Usar pernos más largos
- ③ Incrementar la dureza para obtener un valor más grande de R_c .
- ④ Incrementar el valor k .

Estas contramedidas corrigen el problema. Las contramedidas ① y ③ suponen hacer el ajuste usando un forro ("bush") endurecido que permita aumentar el radio r y por consiguiente reducir el valor de L . El valor de w corresponde a la fuerza al "jalar" la cavidad macho y a la fricción en la misma.

8. Deformación de la superficie de la cavidad por los canales de agua de enfriamiento.

El canal de agua de enfriamiento (radio R) se localiza según se muestra en la Figura 8-1. La distancia h es normalmente “h=(1.5 a 3) x 2 R” (el radio del canal de enfriamiento). Sin embargo, al igual que con las esquinas de la cavidad macho, el canal podría tener que ser situado cerca de la superficie de la cavidad. Trataremos de establecer que tanto se podrá reducir la distancia h examinando la deformación en la superficie de la cavidad. La ecuación a la izquierda es para un sistema con ambas puntas libres de líneas o rayos.

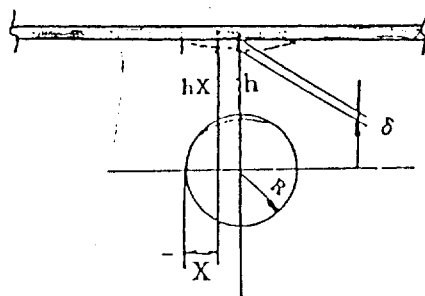


Figura 8-1

$$M = \frac{\omega X^2}{2} - \omega R X$$

$$hX = h + R - \sqrt{2RX - X^2}$$

$$I = \frac{b \cdot h^3 X}{12}$$

$$\frac{d^2 \delta}{dX^2} = \frac{\omega}{2E} \cdot (2RX - X^2) \cdot \frac{12}{b(h + R - \sqrt{2RX - X^2})^3}$$

$$X = R, \dots \frac{d\delta}{dX} = 0$$

$$X = 0, \dots \delta = 0$$

- M= Momento
- ω = Carga por unidad de longitud.
- b= Profundidad
- P= Presión de la cavidad
- δ = Deformación

La siguiente lista se produjo por medio de integración numérica usando una computadora en que se definieron condiciones límite.

	P (kg/cm ²)	R mm	H mm	δ mm
1)	400	3	7	5.4 x 10 ⁻⁵
2)	400	5	7	3.4 x 10 ⁻⁴
3)	400	7	7	1.3 x 10 ⁻³
4)	400	8	8	1.8 x 10 ⁻³
5)	1000	5	7	8.5 x 10 ⁻⁴

Nota: Los números 3 y 4 no deberían ser usados. Si la presión de la cavidad es de 500 kg/cm² en lugar de 400 kg/cm², multiplique usando el valor de 500/400 para derivar el valor de δ en la ecuación (4-2) (modelo de ambas puntas sin líneas o rayos)

El elemento 2) puede obtenerse como sigue:

$$\delta = \frac{5\omega l^4}{384EI} = \frac{5 \times 400 \times b \times l^4 \times 10}{384 \times 2.1 \times 10^6 \times \frac{b \times 0.7^3}{12}} = 8.6 \times 10^{-4} \text{ mm}$$

el resultado que se obtiene es 2 a 3 veces el mostrado en la tabla.

9. Cálculo de la fuerza de separación de insertos en la cavidad macho.

1) Fuerza de separación simple.

Este cálculo determina la presión en la cavidad macho que se genera por la contracción y que es multiplicada por el coeficiente de fricción, en donde también se considera la rugosidad superficial. La configuración de la cavidad macho deslizante se muestra en la Figura 9-1.

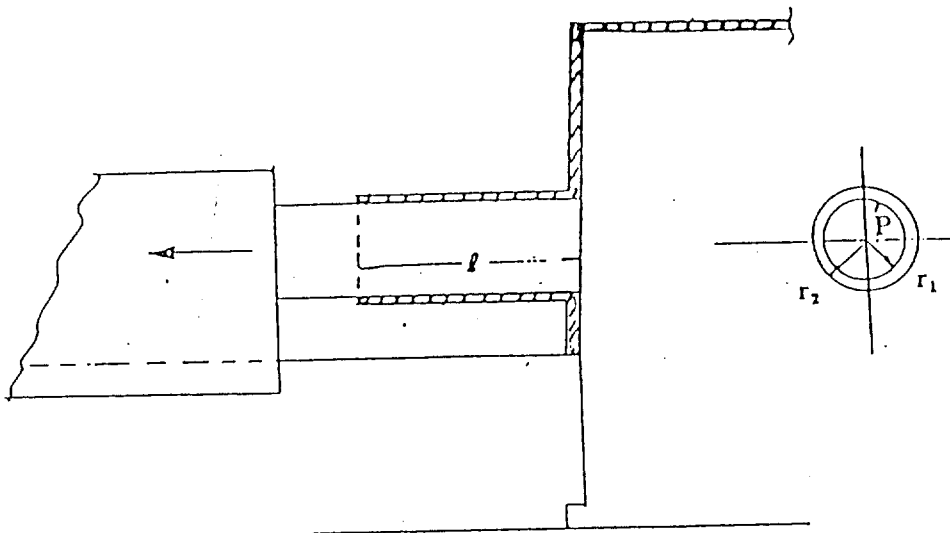


Figura9-1

La ecuación 3-2 da los siguiente cálculos:

$$P = \frac{\Delta r_1 m E (r_2^2 - r_1^2)}{r_1 (m - 1) r_1^2 + (m + 1) r_2^2}$$

$$f = k \cdot \mu \cdot n \cdot P \cdot A$$

Si aplicamos esta ecuación a datos reales, obtenemos lo siguiente:

- Δr : Contracción en dirección radial
- P: Presión interna producida a través de la contracción.
- m: número de Poisson
- α : Radio de encogimiento
- μ : Coeficiente de fricción (0.2-0.3)
- f: Fuerza de separación
- n: Número de cavidades deslizantes
- A: Area
- k: Coeficiente (incluye rugosidad superficial) (1-3)

$$r_1 = 3.5 \times \frac{1}{2} \text{ mm}, \dots r_2 = 4.3 \times \frac{1}{2} \text{ mm}$$

$$m = 3, \dots E = 1.8 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2, \dots \ell = 35 \text{ mm}, \dots n = 1, \dots \mu = 0.25, \dots k = 2$$

$$P = \frac{\frac{3.5 + 4.3}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{5}{1000} \times 3 \times 1.8 \times 10^4}{\frac{3.5}{2} \left\{ (3-1) \times \left(\frac{3.5}{2}\right)^2 + (3+1) \left(\frac{4.3}{2}\right)^2 \right\}} \times \left\{ \left(\frac{4.3}{2}\right)^2 - \left(\frac{3.5}{2}\right)^2 \right\} = 17.8 \text{ kg/cm}^2$$

$$f = 2 \times 0.2 \times 1 \times 17.8 \times 3.5 \times 3.5$$

$$f = 87.2 \text{ kg} \dots \dots \dots \Delta r = \frac{r_1 + r_2}{2} \cdot \text{Encogimiento}$$

10. Cálculo de la resistencia del perno botador.

1) Resistencia al torcimiento

La resistencia se calcula de acuerdo a la ecuación (10-1) y a la longitud límite según la ecuación (10-2).

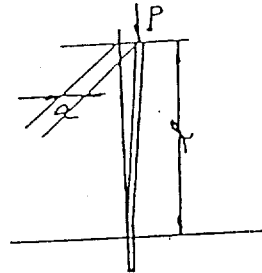
$$\kappa P = K^2 \pi^2 \frac{EI}{\ell^2} \dots\dots\dots(10 - 1)$$

P=Carga de torcimiento
 ℓ=Longitud
 K,k=Coficiente determinado por la condición en ambos lados.

$$\ell = K\pi \sqrt{\frac{EI}{\kappa P}} \dots\dots\dots(10 - 2)$$

donde..K,k...es:

- ϕ1.....K = 1.....k ≤ 2
- ϕ2.....K = 1.....k ≤ 2
- ϕ3.....K = 1.5.....k ≤ 2
- ϕ4.....K = 2.....k ≤ 2



Si se requiere un perno eyector más largo, deberá extrapolarse. La presión de la cavidad no es la causa más común de la ruptura de un perno eyector, sino que es la carga desbalanceada debida a un mal centrado causado por un maquinado defectuoso del agujero del perno eyector de la cavidad macho y de la hembra, así como por el rayado. Por lo tanto lo importante es mejorar la precisión del maquinado (alineación del centro, dimensiones, y rugosidad de la superficie interior) y dar atención en las dimensiones, material y dureza de los pernos eyectores.

2) Doblez debido a excentricidad del perno eyector.

La presión de la cavidad causa que los pernos eyectores se doblen como arcos. En este inciso calcularemos los cambios en la longitud del perno dependiendo de los grados de excentricidad de la cavidad macho y de la placa de botado. La longitud del arco S se calcula usando la ecuación (10-3) y si el resultado se procesa por medio de integración numérica, obtenemos lo siguiente:

$$S = \int_0^\ell \sqrt{1 + a^2 \frac{P}{EI} \left(\text{sen} \sqrt{\frac{P}{EI}} x \right)^2} dx \dots\dots(10 - 3)$$

P=Presión de la cavidad
 a=Grados de excentricidad
 D=Diámetro del perno eyector.

La ecuación muestra que cuando la excentricidad y la longitud del valor ℓ , la longitud del arco se hace mucho más grande. Consecuentemente, es esencial centrar el agujero de la cavidad macho con el agujero de la placa botadora y el diámetro del agujero del perno en la placa botadora debe diseñarse con cuidado (con un claro de 0.1 mm o menos).

Unidad: mm

D	a	ℓ	S
2	0.1	100	100.00044
2	0.2	100	100.00176
2	0.2	150	150.00274
4	0.2	200	200.00088
4	0.3	200	200.00198
4	0.2	300	300.00137

11. Concentración de esfuerzos.

Los daños en el molde usualmente son causados por la concentración de esfuerzos que normalmene se presenta en secciones de las esquinas, boquillas y tornillos.

11-1) Concentración de esfuerzos en las esquinas.

1) Pruebas de tensión en probetas.

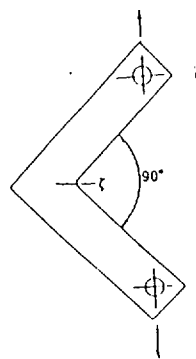


Figura 11-1. Se muestra una probeta de acero expuesta a una prueba de tensión en la dirección de las flechas.

$\delta = 0.1$ ó menos.....1/5 -1/7 (valor normal)

$\delta = 0.5$1/3 (valor normal)

$\delta = 0.8$1/1.5 (valor normal)

$\delta = 1.0$ ó más.....Sin problema

Figura 11-1

2) Aplicaciones prácticas.

Como se muestra en la Figura 11-2, el esfuerzo se concentra en la orilla de las cavidades y aquí es donde la cavidad hembra se rompe. Por eso es necesario redondear las esquinas de los productos moldeados y de los moldes. Esta redondez expresada como un valor de R debería ser de 1R o más (idealmente más de 2R). Tenga en cuenta que las secciones en las esquinas tienen que ser tratadas con cuidado durante el acabado, ya que un defecto de procesamiento podría causar concentración de esfuerzos. Cuando el cliente no quiere una redondez (ver la Figura 11-3a), el molde deberá ser configurado como se muestra en la Figura 11-3b. En esta forma la redondez es mínima en el frente pero más grande en la parte trasera, sin embargo, es necesario que se haga un recorte inclinado de 2% en un lado.

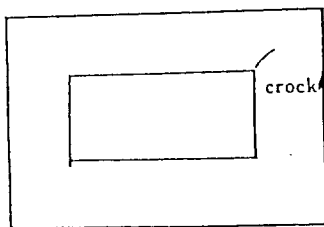


Fig. 11-2
Frente de la
cavidad hembra

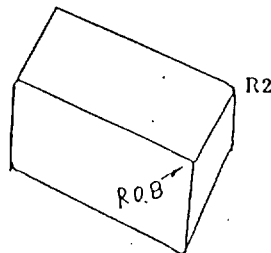


Fig. 11-3a
Producto moldeado

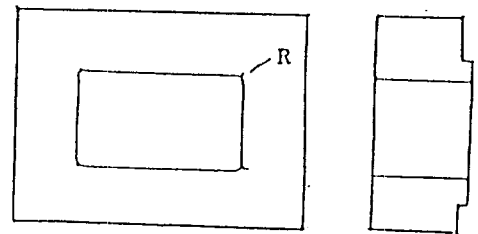
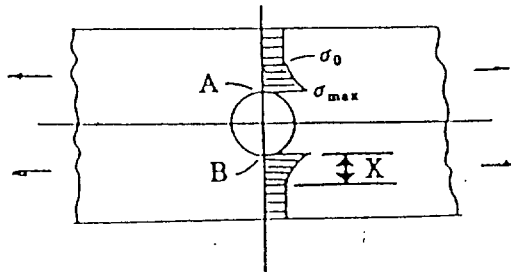


Fig. 11-3b
Cavidad hembra

11-2) Placas planas con agujeros circulares.

Cuando una placa plana, como la mostrada en la Figura 11-4 se expone a una fuerza de tensión, el esfuerzo máximo ocurre en los puntos A y B, mientras que el esfuerzo es tres veces tan grande como afuera de la abertura.



$$\sigma_{max} = 3\sigma_0 \dots\dots\dots(11 - 1)$$

- σ_{max} = Esfuerzo máximo
- σ_0 = Esfuerzo en áreas fuera del agujero
- r = Radio del círculo.

Figura 11-4

Si se usa σ para denotar el esfuerzo en un punto situado a una distancia r más allá de los puntos con máximo esfuerzo (A y B), obtenemos la siguiente ecuación.

$$\sigma = \sigma_0 \sqrt{\frac{r}{x}} \dots\dots\dots(11 - 2)$$

Por lo que x es $\sigma = \sigma_0$ en el punto r y en puntos más alejados permanece como σ_0 .

$$\sigma_0 = \frac{P}{(B - 2r)t}$$

- P: Carga de Tensión.
- B: Ancho
- t: Espesor

Esta ecuación indica que cuando una placa de acero es sujeta con tornillos o pernos, los agujeros deberán estar separados por una distancia que sea al menos igual al radio del agujero.

11-3) Esfuerzo en la parte roscada.

La Figura 11-6 muestra la distribución del esfuerzo cuando se ajusta un tornillo roscado tipo Withworth (Ver Figura 11-5) con un diámetro ϕ de 1".

Como se ve, 70% de la carga es soportada por 3 roscas, lo cual es importante, y también se tiene esta situación para el caso de tornillos de rosca triangular.

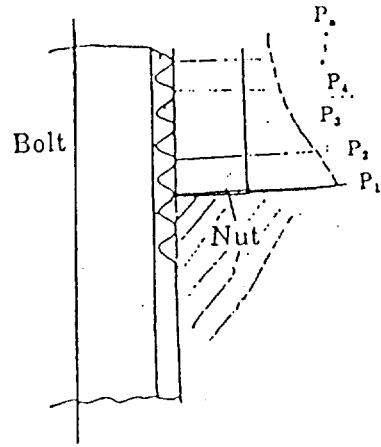


Figure 11-5

Es natural decir que cuando se diseñen tornillos roscados, la longitud de los mismos deberá ser 1.5 a 2 veces su diámetro.

	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀	P _{1~P₃} %
6	33.7	22.9	15.8	11.4	8.7	7.5					72.4
8	33.3	22.3	15.0	10.2	7.0	5.0	3.9	3.3			70.6
10	33.1	22.2	14.9	10.0	6.7	4.6	3.1	2.3	1.6	1.5	70.2

Figura 11-6

Deben tomarse en cuenta los siguiente hechos relacionados con tornillos.

1. Los tornillos se ven expuestos a concentraciones de esfuerzo
2. Alrededor del 30% de la carga la soporta la primera rosca y las primeras 3 roscas soportan el 70% de la carga.
3. En el procesado de tornillos, un procesamiento burdo conduce a la concentración de esfuerzos. Mientras más mala es la precisión de las roscas más mala será la concentración de esfuerzos.
4. Es descable un valor alto de R en la parte del nacimiento de la rosca; una idea básica es que una rosca es una barra muescada redonda.
5. La concentración de esfuerzos disminuye en proporción al incremento en el ángulo de la rosca. Por lo que un tornillo métrico roscado de 60° es mejor que un tornillo roscado Withworth de 55° y es menos probable que ocurra una concentración de esfuerzos si el esfuerzo se recibe en una área inclinada. Esto lleva a la noción aceptada de las roscas reforzadas

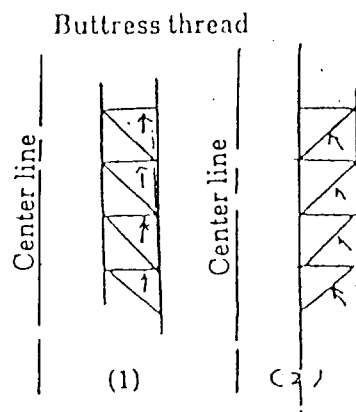


Figura 11-7

(2) es mejor que (1) . Las cuerdas de un tornillo para boquilla de máquina inyectora solían verse como en (1) en que el esfuerzo se recibe en un plano parejo.

11-4) Medidas para disminuir la concentración de esfuerzos en tornillos.

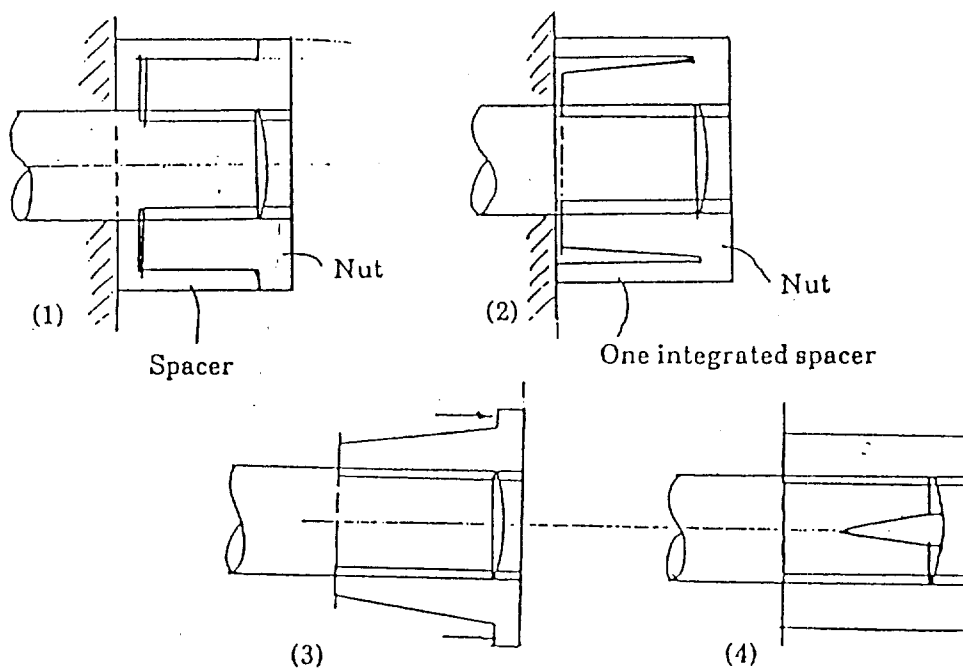


Figura 11-8

El momento de esfuerzo puede ser movido al extremo derecho en las siguientes maneras: (1) insertando un espaciador; (2) integrando el espaciador y la tuerca; (3) disminuyendo la resistencia de la tuerca (ver Figura 11-8) de manera que la fuerza sea distribuída en forma homogénea; (4) haciendo ?? la posición débil del tornillo de manera que la fuerza sea distribuída en forma pareja.

12. Esfuerzo repetido

La ecuación siguiente se conoce como Ecuación de Wöler, la cual se usa para calcular el esfuerzo repetido.

$$\sigma_u = \frac{1}{2} \xi \sigma_u + \sqrt{\sigma_b^2 - \frac{3}{2} \xi \sigma_b \cdot \sigma_u} \dots (15-1)$$

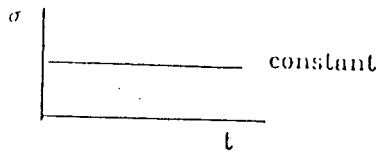
$$\dots \xi = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{\sigma_{max}}$$

σ_u = Esfuerzo límite para carga repetida y reciprocante.

σ_b = Esfuerzo límite para carga estática

ξ = Coeficiente para esfuerzo repetido y reciprocante.

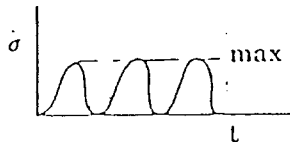
1) Carga constante



$$\xi = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{\sigma_{max}} = 0$$

$$\dots \sigma_u = \sigma_b$$

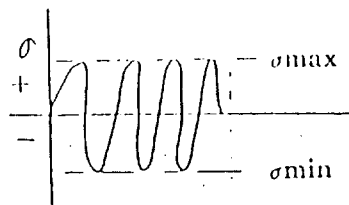
2) Carga repetida



$$\xi = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{\sigma_{max}} = 1$$

$$\dots \sigma_u = 0.605 \sigma_b$$

3) carga reciprocante



$$\xi = 2$$

$$\dots \sigma_u = 0.33 \sigma_b$$

Como se muestra arriba, la ruptura causada por el esfuerzo repetido y el esfuerzo reciprocante ocurre al 60% y al 33%, respectivamente, de los valores de esfuerzo normales.

13. Daños en la columna guía de una máquina de inyección.

El esfuerzo repetido y el esfuerzo recíprocante causan mayor daño con cargas más pequeñas que el que se produce con una carga estática. Sin embargo, veremos que el esfuerzo difiere cuando los tornillos y las tuercas están bien ajustados que cuando no lo están.

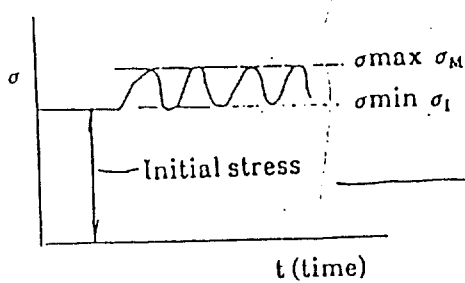


Figura 16-1

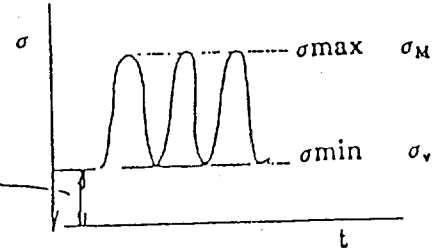


Figura 16-2

$$\xi_1 = \frac{\delta_m - \delta_i}{\delta_m} \dots \dots \dots \xi_2 = \frac{\delta_m - \delta_v}{\delta_m} \dots$$

$$\xi_1 < \xi_2$$

La Figura 16-1 muestra un esfuerzo repetido que ocurre a un alto grado de ajuste del tornillo (muy apretado) y la figura 16-2 muestra el esfuerzo repetido a un **bajo** grado de ajuste.

Un **bajo** grado de ajuste, como se muestra en la Figura 16-2 produce ruptura rápidamente. Por esta razón una columna guía de una máquina de inyección debe ser ajustada perfectamente (apretada). Una columna guía de una máquina de inyección se rompe por el efecto acumulado de una concentración de esfuerzos en las roscas, por debilitamiento por el esfuerzo repetido, la fatiga y una carga excéntrica.

La distribución de cargas en la primera rosca de un tornillo de rosca triangular es 33% (ver Figura 11-6), así que la resistencia es el número inverso de 1.33, esto es, de 75%. La carga repetida es de 60% y si una columna guía soporta 35% de la carga, su resistencia deberá ser el inverso de 1.35, esto es, 74%. Luego, el efecto acumulativo puede derivarse como sigue:

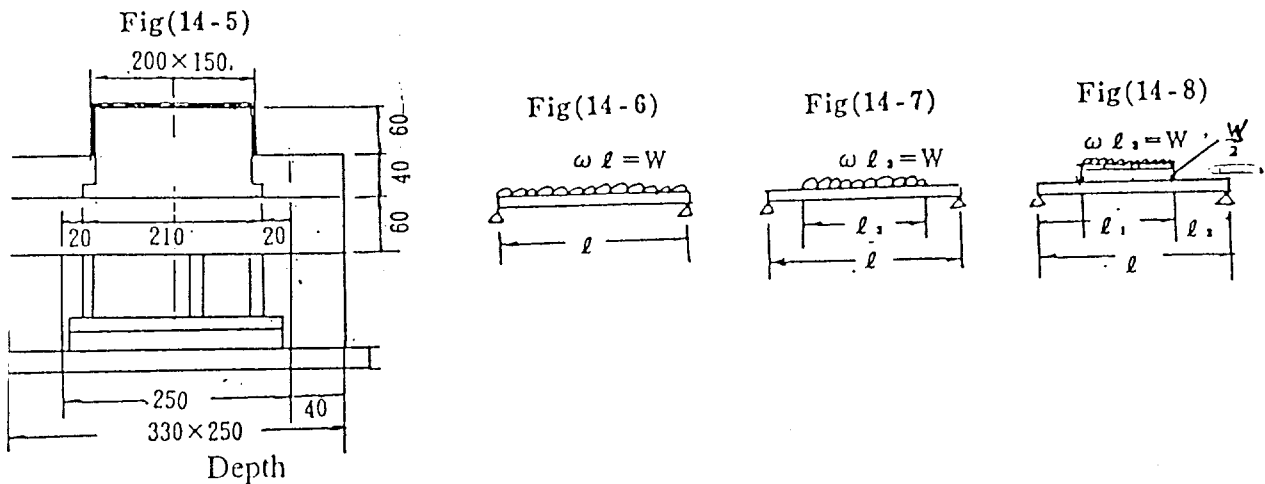
$$0.75 \times 0.60 \times 0.74 = 0.33$$

La resistencia de la columna guía se ve afectada por el tipo de material, el método de tratamiento térmico, y su factor de seguridad. Puede notarse que la columna guía podrá romperse en un valor bajo.

14. Cálculo de la platina.

1) Para calcular la deformación en la platina, deben revisarse varios aspectos con objeto de utilizar la fórmula más apropiada, a partir de lo siguiente:

La Fig. (14-5) muestra una vista seccional del lado móvil del molde. El punto es decidir si se selecciona la Fig. (14-6), Fig (14-7) o (14-8).



La fórmula (2-4) puede ser usada para la Fig. (14-6), las fórmulas (14-6) y (14-7) pueden usarse para las Fig. (14-7) y (14-8), respectivamente.

$$\delta_{x=\frac{l}{2}} = \frac{W \left[e \left\{ 2 \left(\frac{l}{2} \right)^2 - \left(\frac{l_3}{2} \right)^2 \right\} + \frac{l_3^3}{16} \right]}{24EI} \dots\dots\dots(14 - 6)(W = \omega l_3)$$

$$\delta_{x=\frac{l}{2}} = \frac{W l_2 (3l^2 - 4l_2^2)}{48EI} \dots\dots\dots(14 - 7)$$

Ahora, haremos los cálculos con cada fórmula. Las dimensiones en cada sección se muestran en las Fig. (14-5).

Para la Fig. (14-6),..... $\delta = \frac{5 \times 400 \times 15 \times 20 \times 25^2}{384 \times 2.1 \times 10^6 \times \frac{25 \times 6^3}{12}} = 0.0258 \text{cm} \rightarrow 0.258 \text{mm}$

Para la Fig. (14-7),

$$\delta = \frac{400 \times 15 \times 20 \left[25 \left\{ 2x \left(\frac{25}{2} \right)^2 - \left(\frac{20}{2} \right)^2 \right\} + \frac{20^3}{16} \right]}{24 \times 2.1 \times 10^6 \times \frac{25 \times 6^3}{12}} = 0.308 \text{ cm} \rightarrow 0.308 \text{ mm}$$

Para la Fig. (14-8),

$$\delta = \frac{400 \times 15 \times 20 \times 2 (3 \times 25^2 - 4 \times 2^2)}{48 \times 2.1 \times 10^6 \times \frac{25 \times 6^3}{12}} = 0.0098 \text{ cm} \rightarrow 0.098 \text{ mm}$$

Los resultados señalados muestran algunas diferencias. El valor más apropiado es el de la Fig. (14-8), el cual es un tercio del obtenido en la Fig. (14-7). Por consiguiente, se usa un valor intermedio entre estos valores el cual se obtiene según la forma más simplificada de la Fig. (14-6) y la fórmula (2-4).

2) Resistencia en placas de acero.

Para el molde se utilizan placas de acero (varias piezas). En este inciso, se revisa si estas placas aumentan la resistencia del molde. Usando la misma forma (tanto la anchura *b* como el espesor *h* son idénticos), se marca como No.1 una placa de un solo bloque según la Fig. (14-9) y se marca con el No.2 una placa formada por varias piezas según la Fig. (14-10).

Fig. (14-9)

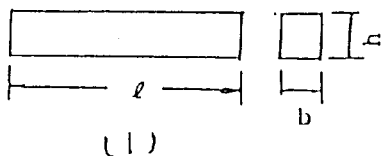
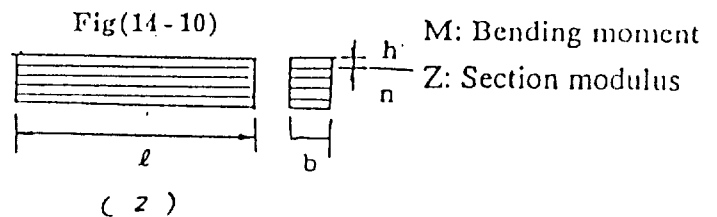


Fig. (14-10)



El momento de doblez M_1 para 1 es:

$$M_1 = \sigma Z_1$$

$$M_1 = \sigma \frac{bh^2}{6} \dots\dots\dots \left(Z_1 = \frac{bh^2}{6} \right)$$

El momento de doblez “m” aplicado en una pieza (placa) simple, según 2, y usando el módulo de sección z, es:

$$m = \sigma \cdot z$$

$$\dots = \frac{\sigma bh^2}{6n^2} \dots\dots\dots z = \frac{b}{6} \cdot \left(\frac{h}{n} \right)^2$$

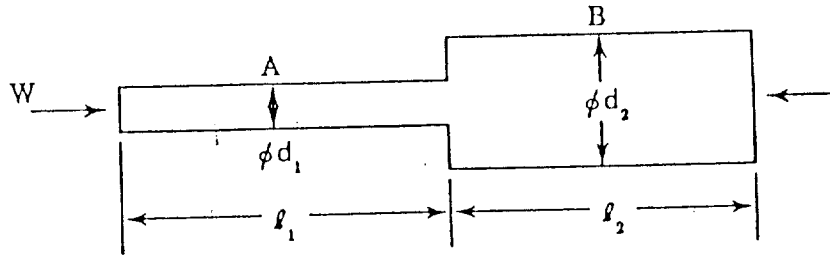
Por consiguiente, si se sobreponen n piezas (placas). $M_2 = nm$

$$M_2 = \frac{\frac{\sigma \cdot b \cdot h^2}{6}}{\frac{\sigma \cdot b \cdot h^2}{6n}} = n$$

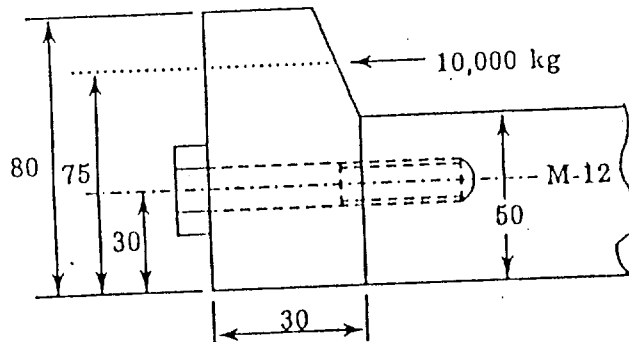
M_1 es más grande que M_2 en “n” veces

Ejercicios:

1. ¿Cuánto encogimiento se espera que tenga el siguiente perno en las posiciones A y B ?



2. Por favor calcule la elongación del tornillo de la figura siguiente.



[J-C-*-S-14-(PRECISIÓN) (PE)]

- Cuánto se reduce la precisión de un molde al aumentar el número de cavidades?
Se reduce un 4 % de precisión por cavidad aumentada.
- $b(1+b)^{n-1}$ donde n ($\leq c$). (?).

[J-C-*-15-PIS]

- Demasiado tiempo en apertura de un molde que no esta en funcionamiento, poner otro orificio para facilitar manejo
- Para posteriores diseños de moldes, colocar perno guía en parte móvil [protección de corazón]
- Como hacer el cálculo de cavidades para un molde que requiere precisión:

$$bn(1+\beta)^{n-1} \square C$$

Donde:

- b: Precisión que requiere cada cavidad
- β : % que baja en precisión por aumentar cavidades extras.
- C: Precisión requerida del producto
- n: Cantidad de cavidades

Ellos no sabían definir cuanta precisión requiere para hacer ese producto.

[J-C-*-19-(DISEÑO DEL MOLDE)-FIN]

La posición del gancho para colgar el molde no es adecuada, por eso es difícil abrirlo. Además no tiene hueco para poder abrirlo, por consiguiente se tiene que abrir con barra por lo que se está lastimando la línea de partición del molde. Es un molde prestado así que es recomendable consultar con el cliente sobre este problema al momento de hacer la primera prueba.

[J-C-1-*-20-(ESTUCHE DE LENTE)-PE]

Baush and Lomb.

Estuche para lentes Baush and Lomb. (entrada túnel y venas).

El entrada túnel no opera bien. El perno de jalado esta muy cerca y es mejor alejarlo de 15 - 20 mm para no forzarlo tanto. Reparar la punta del entrada túnel con equipo de EDM para evitar que salga el punto de inyección.

J-C-**-21-PERNO DE SOPORTE

1) CÁLCULO DEL ESPESOR Y SOPORTE DEL BACK PLATE

Para simplificar el cálculo nosotros asumiremos que el peso (presión en la cavidad) está concentrado en el centro, ambas orillas del back plate están libres, pero al centro hay un pin de altura h que soporta en sección transversal (Figura 7-1).

Δh : Deformación del soporte (contracción)

δ_1 : Deformación del back plate debido al peso w

R : Fuerza de reacción del pin de soporte

δ_2 : Deformación del back plate debido a R

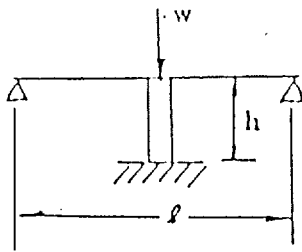


Figure 7-1

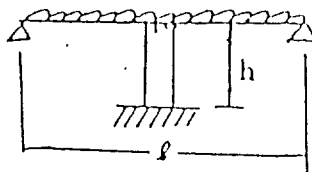
$$\delta_1 = \frac{Wl^3}{48EI}, \quad \delta_2 = \frac{Rl^3}{48EI}$$

$$\Delta h = \frac{Rh}{AE} = \frac{Wl^3}{48EI} - \frac{Rl^3}{48EI}$$

$$R = \frac{\frac{Wl^3}{48I}}{\frac{h}{A} + \frac{l^3}{48I}}$$

El valor I es determinado por las dimensiones del back plate. Cuando A y I del soporte son determinados, la reacción de soporte del pin R puede ser calculado por la ecuación en la figura 7 - 3. El valor R es usado en la ecuación que muestra la figura 7 - 2 para calcular la deformación del pin de soporte. Si la deformación es 0.05 mm, la altura del pin de soporte podría ser 0.03 - 0.02mas alto que el espacio más alto para mantener la deformación 0.02 - 0.03 mm y prevenir rebabas.

El ejemplo anterior es un peso concentrado en el centro, pero igualmente distribuido como se muestra en la figura 7 - 2 que puede ser manejado de la misma manera con la siguiente ecuación.

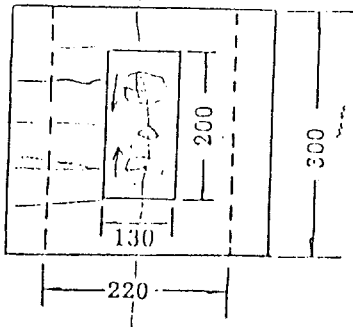


$$wl = W$$

$$R = \frac{\frac{55Wl^3}{384I}}{\frac{h}{A} + \frac{l^3}{48I}}$$

Cálculo de el peso concentrado. Las dimensiones del molde son las que se muestran en la figura 7 - 3. El espesor del back plate es 40 mm, la altura del espacio es 70 mm y la presión en la cavidad es de 400 kg/cm².

De esta manera si se requieren dos pin de soporte con un diámetro de 40 mm: La altura y de el espaciador es de 70 mm y la presión de la cavidad es 400 Kg/cm².



Figuro 7-3

$$\delta = \frac{13 \times 20 \times 400 \times 22^3}{48 \times 2.1 \times 10^4 \times \frac{30 \times 4^3}{12}}$$

$$= 0.069 \text{ CM} \rightarrow 0.69 \text{ mm}$$

$$R = \frac{\frac{13 \times 20 \times 400 \times 22^3}{48 \times \frac{30 \times 4^3}{12}}}{\frac{7}{\frac{\pi}{4} \times 4^2 \times 2} + \frac{22^3}{48 \times \frac{30 \times 4^3}{12}}} = 86622.4 \text{ kg}$$

$$\delta_3 = \Delta h = \frac{86622.4 \times 7}{\pi \times \frac{2 \times \pi}{4} \times 4^2 \times 2.1 \times 10^4} = \frac{0.715 \text{ cm}}{0.0115} \rightarrow 0.0115 \text{ mm}$$

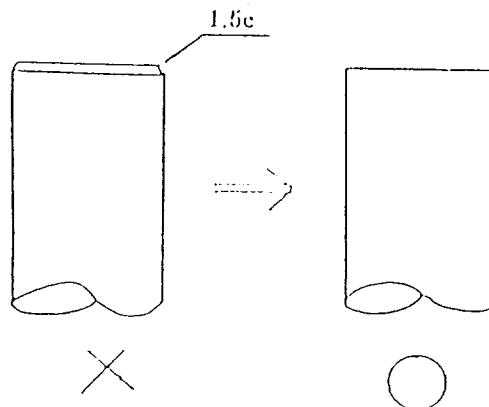
La deformación es grande. Si tu recalculas la ecuación asumiendo que el espesor del back plate is 40 a 50 mm y el diámetro de los dos pin de soporte son diám 40 x 2 diám. 45 x 2 mm, la deformación es la sigiente Ah= 0.0075 cm -- 0.075 m.

Entonces, para mantener al menos =0.03 - 0.035 mm, si la altura del pin de soporte es 0.04 - 0.045 mm más alto que el espacio de altura, tu puedes tener una deformación de (0.03 - 0.035 mm), pero la condición es que la cabeza del soporte del pin no debe ser biselada.

Como se muestra en la figura 7 - 4, Algunas veces son usados pin de soporte biselados. El biselado maximiza el stress de la cabeza y maximiza la deformación. La ecuación de abajo calcula la proporción del área de la superficie para un pin de soporte con un diámetro de 40 mm y un biselado de 1.5 mm.

$$\frac{37^2}{40^2} = 0.856$$

De esta manera el stress y la deformación de la cabeza incrementa un 15%.



Esto significa que un plato block moment M_1 es más grande por n veces dividido en n piezas, no importa como algunas piezas están colocadas, es como una sola pieza. En este caso la fuerza de fricción entre los platos no es considerada. Ahora el resultado del stress (sigma) nuevamente es revisado. Con $M_1 = M_2$.

$$M_1 = \frac{\sigma_2 b h^3}{6}, \quad M_2 = \frac{\sigma_1 n \cdot b \left(\frac{h}{n}\right)^3}{6}$$

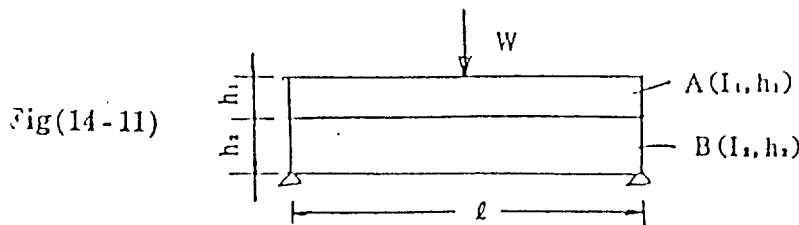
Por lo tanto

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{\frac{\sigma_2 b h^3}{6}}{\frac{\sigma_1 n \cdot b \left(\frac{h}{n}\right)^3}{6}} = \frac{\sigma_2 n}{\sigma_1}, \quad \frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{1}{n}$$

Como resultado, sigma 1 es 1/n de sigma 2. Esto significa que la resistencia está asegurada. En contraste la resistencia no es aumentada no importa como algunas piezas sean puestas, con tal que allí no hay fuerza de fricción entre los platos.

3) Deformación

Como se muestra en la figura (2-2), si la fuerza esta sobre un solo plato, la deformación está dada por la formula (2-3). Si dos platos (A, B) son usados como en la figura (14-11), el resultado debe ser considerado. asumiendo que cada momento de inercia del área es I_1 e I_2 la deformación sigma 2 del plato A se deriva del peso W , La deformación sigma dos del plato A se deriva de la fuerza de reacción R del plato B, y sigma 3 del plato B se deriva de la fuerza de reacción R , la relación esta dada abajo.



$$\delta_1 = \delta_2 = \delta_3$$

$$\frac{W l^3}{48 E I_1} = \frac{R l^3}{48 E I_1} = \frac{R l^3}{48 E I_2} \quad R = \frac{W I_1}{I_1 + I_2}$$

$$\delta_3 = \frac{W \cdot l^3}{48 E (I_1 + I_2)}$$

Para las corridas generalmente son diseñados diámetros grandes, las corridas grandes requieren más tiempo para el enfriamiento lo cual reduce el número de tiros por hora, esto es gran pérdida para el factor de moldeo por inyección.

Una corrida grande causa presión residual que subsecuentemente puede causar rebaba en el moldeo por inyección.

Por lo tanto, las corridas deben ser hechas tan pequeñas como sea posible y determinar por cálculos la disminución de la presión.

1) El flujo en partes circulares es aplicable a sprues, runners, la parte circular del molde.

$$P_1 = \sqrt[n]{\frac{L^{(n+1)} 2^{(n+1)} (n+3) (n+4)}{KR^{(n+3)}}$$

P_1 = Presión -disminución (Kg/cm²)
 n = Índice no Newtoniano (cm/seg)
 L = Longitud del flujo (cm)

$$P_2 = \sqrt[n]{\frac{L^{(n+1)} 2^{(n+1)} (n+3) (n+4)}{Ks^{(n+3)}}$$

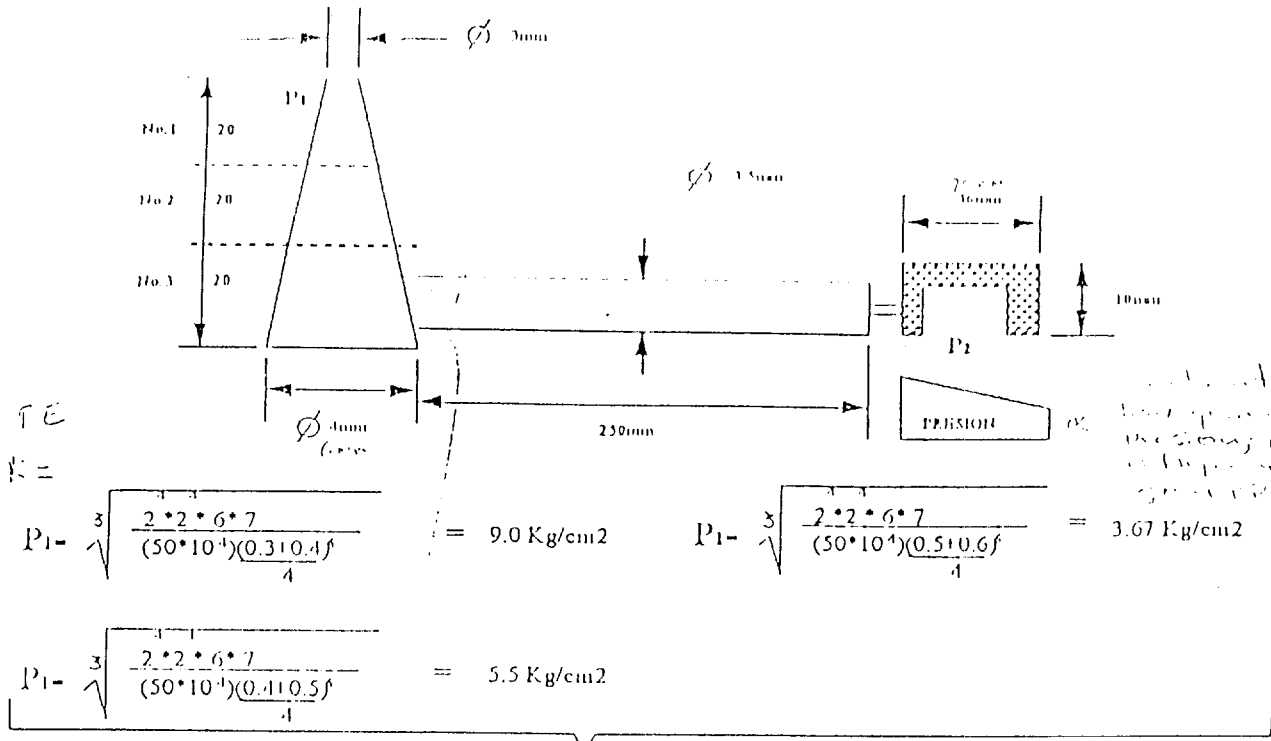
P_2 = Presión - disminución (kg/cm²)
 R = Radio de la corrida (runners)
 S = Espesor (cm)
 K = Parámetro de flujo (cm/seg)

Calcular la disminución de presión en el sprue, corrida (runner) y cavidad, en el moldeo por inyección es posible si es almenos 70 - 80% de la capacidad de la máquina, y si la presión en la corrida es almenos 70 - 100 kg/cm² con una máquina de moldeo de 200 ton (fuerza de cierre).

El diámetro de la corrida debe ser determinado para satisfacer estos valores.

Material	Non - Newton Index (n)	Flow - Prameter K(Por 10 ⁴)
PE	3	30 - 50
PP	3	50 - 130
ABS	3	16 - 25
PMMA	3	8
POM	3	6
PA	3	20
PS	4	20 - 30
AS	4	30
PC	4	2
PVC	5	0.60

1.- SIDE GATE.



CALCULOS PARA CAIDA DE PRESION DE SPRUE

(1) Flujo en parte Circular - Aplicable a Sprues, Venas

$$P1 = \sqrt[n]{\frac{L^{(n+1)} 2^{(n+2)} (n+3)(n+4)}{KR^{(n+3)}}}$$

P1: caída de presión Kg/cm2
 n: Indice no-Newtoniano cm/sec
 L: Longitud de flujo cm

(2) Flujo en parte de corte

$$P2 = \sqrt[n]{\frac{L^{(n+1)} 2^{(n+3)} (n+2)(n+3)}{Ks^{(n+3)}}}$$

P2= caída de presión Kg/cm2
 R: Radio de Vena cm
 S: Espesor cm
 K: Parametro Flujo cm/sec

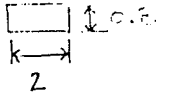
CALCULOS PARA CAIDA DE PRESION DE RUNNER

$$P_1 = \sqrt[5]{\frac{25 * 2 * 6 * 7}{(50 * 10^4) \frac{(0.35)^6}{2}}} = 263.4 \text{ Kg/cm}^2$$

CALCULOS PARA CAIDA DE PRESION DE GATE

$$P_1 = \frac{0.2 * 2 * 6 * 7}{(50 * 10^4) \frac{(D)^6}{2}} = 1.37 * 10^{-4} \text{ Kg/cm}^2$$

$$D = \frac{4 * 2 * 0.8}{2 * 2 * 0.8 * 2}$$



CALCULOS PARA CAIDA DE PRESION DE CAVIDAD

$$P_2 = \sqrt[3]{\frac{(1 * 2 + 2) * 2 * (3 + 2) * (3 + 3)}{(50 * 10^4) (0.1)^6}} = 62.6 \text{ Kg/cm}^2$$

SPRUE P1 + RUNNER P1 + GATE P1 + CAVITY P2 + d <= PRESIÓN DE INYECCIÓN

0.7---0.8

$$18.24 + 263.41 + 1.37 * 10^{-4} + 67.637 + 50 = 394.27 \text{ Kg/cm}^2 / 0.8 = 493 \text{ Kg/cm}^2$$

+1
 si este valor es menor,
 se puede tener el soldado
 30 - 4% el valor, sino
 es difícil calcular los
 parámetros de soldado.
 Fuente de inyección

CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE MOLDES

1.- PESO DEL PRODUCTO < CAPACIDAD DE LA MAQUINA

(PRODUCTO + VENAS + SPRUE)

2.- FUERZA DE CIERRE > AREA PROYECTADA

(+ AREA DE VENA)

400 -- 500 Kg/cm²

400 Kg/cm² (en cavidad)

500 Kg/cm² (en venas)

3.- CAIDA DE PRESIÓN

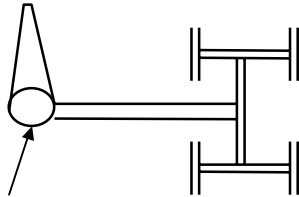
P1 = CIRCULO (SPRUE, VENAS Y GATE)

P2 = SLIT (CAVIDAD)

J-D

[J-D-*-Q-1-ESTRELLA-PR]

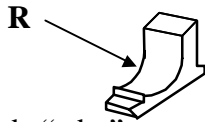
- Producto ESTRELLA.



Aumentar de
0.2 - 0.3 mm de espesor (tomar en cuenta para el próximo diseño)

[J-D-*-3-FIN]

- Calcular cual es la longitud óptima, para que el perno no se doble o quiebre.
- Hacer un radio más abierto en el pin.



- En máquina de “edm” se estaba usando aceite sobre el electrodo, lo cual puede provocar un incendio.

[J-D-*-T-4-PATALAVADORA-PM]

Cada máquina debe tener un juego de estándares de calidad (a pie de máquina) tales como: estándar de inspección, de empaque, muestras estándar, y hoja de condiciones de operación de máquina.

Al momento de hacer la inyección de Santopreno hay que definir la posición del tornillo en el molde.

Elaborar prueba de tonto para la colocación de inserto doble de TPE(Termo Plastic Elastmer) para el producto Santopren.

[J-D-*-T-6-ACTIVADOR-FOR]

- Producto : Activador

Problema - Solución: Caras interior y exterior del producto presentan una alta rugosidad, esto causa que la carga se concentre en el perno de botado, el operador esta aplicando desmoldante, es necesario el pulido de la superficie, pero dado la forma del molde es muy complicado, utilizar para su maquinado electro - erosión con Si

[J-D-*-7-EDM-PE]

Máquina de erosión por descarga EDM.

- Mantener el nivel de aceite en la cuba hidráulica de la máquina EDM 10 cm sobre el nivel de la pieza a trabajar. El aceite debe estar bien filtrado para evitar posibilidad de incendios
- Usar SiO₂ de tamaño de partícula de 10-15 µm. En proporción de 2-3% en peso.

[J-D-*-8-(MÉTODO DE ENDURECIMIENTO DE SUPERFICIE DEL MOLDE)]

Véase documento anexo

J-D-**-8- METODOS DE ENDURECIMIENTO DE SUPERFICIE DEL MOLDE

1) Método de Carburación (Sólido, líquido, gas)

Carbón menos de 0.3% no tiene efecto de endurecimiento por templado.

Para templar y infiltración de carbón espesor 0.5~1.5 mm
max.2.5 mm

S20C	HRC52
SCM21	56

2) Método nitruración.

Retención de calentamiento en gas amoníaco en 500~550°C
Mo (Molibdeno) contenga más de 0.3%. Si Molibdeno contiene menos porcentaje se baja el valor de impacto durante largas horas de calentamiento.

En general SACMI, CCM, SKD, SUS.

Grado de dureza HRC65 espesor 0.1~0.2 mm

Nitruración se quitan las capas débiles con honing (0.01~0.05 mm)

	Dureza de superficie Hr	(HrC)	Espesor
S20C	450~500	(45~50)	15-20
SS41	500	(50)	5~7
S45C2	400~ 500	(48~50)	15~20
SCM8	550~600	(52~56)	10~15
FC20	450~500	(45~50)	7 ~ 10
SUS27	1,200~1,400	(MAS DE 65)	30~40
SKS	450	(45)	7~10
SKD	900	(MAS DE 65)	15~20
SACMI	1,000	(MAS DE 65)	3~ 5

3) Método de Nitruración blando (Tatto ride)

Empapar en agua salada 1 a 3 horas

Acero Nitroruro compuesto (Fe₃N, Fe₄N)

4) Templado de Alta frecuencia

Mejorar la endurezamiento de superficie con calentamiento de Yuru (excepto acero para dado, acero de resistencia al calor, acero alta velocidad)

1.- Esferoidal, recocido, necesita tratamientos anteriores.

2.- Parte la orilla, parte de candados donde se puede quebrar fácil hay que hacer con mucho cuidado.

J-E BALANCE DE VENAS

[J-E-*-Q-1-ESTRELLA-PR]

- diseño de venas no muy adecuado (tomar en cuenta los cálculos para el diseño del nuevo molde, presión en cavidades)

- Balance entre entrada y vena.

Haciendo tiros cortos (short shot) para checar el balance, este debe de existir en todos lados en igual.

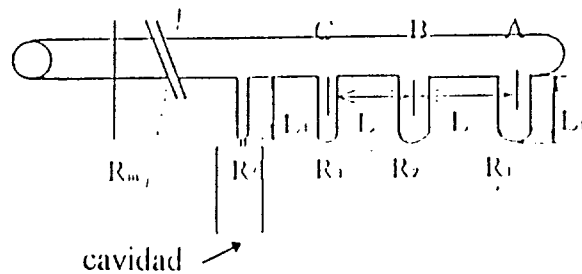
J-E--2**

1.-FÓRMULA (VENA CIRCULAR)

$$Q = \frac{k \pi R^{n+3} P^n}{2^n (n+3) L^{2n}} \rightarrow P = \left(\frac{2^n (n+3) Q}{k \pi} \right)^{\frac{1}{n}} \cdot \left(\frac{L}{R^{\frac{n+3}{n}}} \right)$$

Donde Q= Flujo volumétrico (cm³/seg), R= radio, P= Caída de presión (Kg/cm²),
L= Longitud del flujo (cm), n= coeficiente no newtoniano (adimensional).

1) En el caso de una vena con salida por un solo lado:



R= radio de la vena principal

R₁, R₂----radios

L₁, L₂----longitud de las venas secundarias

Resistencia de la vena secundaria, R₂ = resistencia de (la vena principal A-B + vena sec R₁)

Resistencia de la vena secundaria, R₃ = resistencia de (la vena principal A-B + vena sec R₂)

P₂-----resistencia de la vena sec R₂ (caída de presión).

$$P_2 = \left[\frac{2^n (n+3) Q}{k \pi} \right]^{\frac{1}{n}} \cdot \left(\frac{L_2}{R_2^{\frac{n+3}{n}}} \right)$$

P_{AB}-----Resistencia de la vena principal A-B

$$P_{AB} = \left[\frac{2^n (n+3) Q}{k \pi} \right]^{\frac{1}{n}} \cdot \left(\frac{L}{R^{\frac{n+3}{n}}} \right)$$

Resistencia de la vena sec R₁

$$P_1 = \left[\frac{2^n (n+3) Q}{k \pi} \right]^{\frac{1}{n}} \cdot \left(\frac{L_1}{R_1^{\frac{n+3}{n}}} \right)$$

BALANCE DE VENAS

$P_2 = P_{AB} + P_1$ entonces

$$\frac{L_2}{R^2 \frac{n+3}{n}} = \frac{L}{R^2 \frac{n+3}{n}} + \frac{L_1}{R_1^2 \frac{n+3}{n}}$$

Mediante el mismo cálculo se tiene

$$\frac{L_3}{R_3^2 \frac{n+3}{n}} = \frac{2 \frac{1}{n} L}{R^2 \frac{n+3}{n}} + P_2 = \left(1 + 2 \frac{1}{n}\right) \frac{L}{R^2 \frac{n+3}{n}} + \frac{L_1}{R_1^2 \frac{n+3}{n}}$$

en la vena emésima

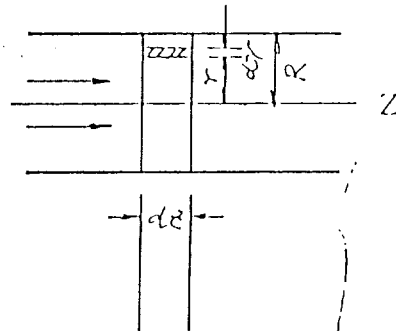
$$\frac{L_M}{R_M^2 \frac{n+3}{n}} = \left(1 + 2 \frac{1}{n} + 3 \frac{1}{n} + \dots + (M-1) \frac{1}{n}\right) \frac{L}{R^2 \frac{n+3}{n}} + \frac{L_1}{R_1^2 \frac{n+3}{n}} \quad \text{--- (1)}$$

Si la longitud de las venas secundarias son todas pequeñas y $n=3$, tenemos:

$$L_1 \left(\frac{1}{R_M^2} - \frac{1}{R_1^2} \right) = \left(1 + 2 \frac{1}{3} + 3 \frac{1}{3} + \dots + (M-1) \frac{1}{3} \right) \frac{L}{R^2}$$

BALANCE DE VENAS

CÁLCULO DEL FLUJO EN UNA VENA CIRCULAR



Fórmula para el flujo $\tau =$ esfuerzo de corte, $v =$ velocidad

$$dP \pi r^2 = 2 \pi r \tau dz \rightarrow \tau = \frac{1}{2} r \frac{dP}{dz} \quad (1)$$

$$\tau = -\eta \frac{dv}{dr} \quad (2)$$

substituyendo la fórmula (1) en la fórmula (2)

$$\frac{dv}{dr} = -\frac{1}{\eta} \left(\frac{r}{2} \right)^n \left(\frac{dP}{dz} \right)^n \quad (3)$$

La viscosidad η es una función de dv/dr , entonces $\eta = C_1 (dv/dr)^{c_2}$, (3)

La fórmula aproximada para el ABS, $\eta = 41521.948 (dv/dr)^{-0.5267924}$

$$\left(\frac{dV}{dr} \right)^{c_2+1} = -\frac{1}{C_1} \left(\frac{r}{2} \right)^n \left(\frac{dP}{dz} \right)^n \rightarrow v = -\left(\frac{1}{C_1} \right)^{\frac{1}{c_2+1}} \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{n}{c_2+1}} \left(\frac{dP}{dz} \right)^{\frac{n}{c_2+1}} \frac{C_2+1}{n+C_2+1} r^{\frac{n+C_2+1}{c_2+1}} + C \quad (4)$$

$$dQ = 2 \pi r v dr \quad (5)$$

Substituir la fórmula (4) en (5) y calcular (donde Q = flujo volumétrico)

$$Q = \pi \left(\frac{1}{C_1} \right)^{\frac{1}{c_2+1}} \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{n}{c_2+1}} \left(\frac{dP}{dz} \right)^{\frac{n}{c_2+1}} \frac{(C_2+1) R^{\frac{n+3C_2+3}{c_2+1}}}{n+3C_2+3}$$

BALANCE DE VENAS

En caso de que η no esté relacionada con la velocidad de corte, usar la fórmula (5)

En caso de que η esté relacionada con la velocidad de corte, usar la fórmula (6)

$$R_m = \left(\frac{L_m}{\left(1 + 2 \frac{1}{n} + 3 \frac{1}{n} + \dots \right) \frac{L}{R \frac{n}{n}} + \frac{L_1}{R_1 \frac{n}{n}}} \right)^{\frac{n}{n+3}} \quad (5)$$

L, R = longitud, Radio

TABLA No. 1

L_m, R_m = Longitud requerida
y Radio de la vena

$$R_m = \left(\frac{L_m}{\left(1 + 2 \frac{C_2+1}{n} + 3 \frac{C_2+1}{n} + \dots \right) \frac{L}{R \frac{n+3C_2+3}{n}} + \frac{L_1}{R_1 \frac{n+3C_2+3}{n}}} \right)^{\frac{n}{n+3C_2+3}} \quad (6)$$

TABLA No. 2

La tabla se muestra en la siguiente página

Si $C_2 = 0$, Fórmula (5) = Fórmula (6), η es una función de la potencia y siempre $C_2 \leq 0$.

Mientras más grande sea C_2 , más pequeña será R_n . Este es el caso de una vena de una sola salida.

En el caso de una vena con salida por ambos lados, la fórmula es la siguiente:

$$R_m = \left(\frac{L_m}{2 \frac{1}{n} \left(1 + 2 \frac{1}{n} + 3 \frac{1}{n} + \dots \right) \frac{L}{R \frac{n}{n}} + \frac{L_1}{R_1 \frac{n}{n}}} \right)^{\frac{n}{n+3}} \quad (5)$$

BALANCE DE VENAS
 +E-Q-2-SUZUKI

CADA UNA DE LAS TABLAS CORRESPONDE A UN MATERIAL DIFERENTE

unite mm *licir de ka*
venas

A	B	C	D	F	F	G	H	I
L	R	L/(R)²	L1,R1	Lm/Rm²		SUM	Rm(Rad.)	φ (dia.)
1	20, 1.5	8.888889	20, 1.5	8.888889	1.259921	2.259921	1.0606502	2.1213203
2	20, 1.5	8.888889	20, 1.5	8.888889	1.4422496	3.7021706	0.8307832	1.6615664
3	20, 1.5	8.888889	20, 1.5	8.888889	1.5874011	5.2895717	0.6917387	1.3834774
4	20, 1.5	8.888889	20, 1.5	8.888889	1.7099759	6.9995476	0.5981095	1.1962191
5	20, 1.5	8.888889	20, 1.5	8.888889	1.8171206	8.8166682	0.5303451	1.0606902
6	20, 1.5	8.888889	20, 1.5	8.888889	1.9129312	10.729599	0.4787505	0.9575009

TABLA No. 1

A	B	C	D	F	F	G	H	I
L	R	L/R	L1,R1	Lm/Rm		SUM	Rm(Rad.)	φ (dia.)
1	20, 1.5	11.005565	20, 1.5	11.005565	1	1	1.5	3
2	20, 1.5	11.005565	20, 1.5	11.005565	1.1155073	2.1155073	1.2346115	2.4692231
3	20, 1.5	11.005565	20, 1.5	11.005565	1.1891647	3.3046721	1.1822017	2.3644034
4	20, 1.5	11.005565	20, 1.5	11.005565	1.2443566	4.5490287	1.1339285	2.2678569
5	20, 1.5	11.005565	20, 1.5	11.005565	1.2889248	5.8379535	1.089679	2.179358
6	20, 1.5	11.005565	20, 1.5	11.005565	1.326522	7.1644754	1.0491487	2.0982974
7	20, 1.5	11.005565	20, 1.5	11.005565	1.3591643	8.5236397	1.0119818	2.0239637

TABLA No. 2

J-G ACCESORIOS DEL MOLDE

[J-G-*-*-1-EA]

- El tamaño de ganchos para levantar moldes no estaban en proporción al peso del molde (para mayor seguridad). La proporción debe de ser de 3- 5 veces a el peso del molde.

J-H MATERIAL DEL MOLDE

[J-H-* -A1-1-PIS]

- Como esta planeando alta producción (2`600,000 pzas), para hacer molde de material de aluminio, pero cuando es producción alta es imposible que no haya rebaba, por lo tanto el Sr. Suzuki recomienda que sea de acero pre-endurecido.

[J-H-* -*-2-(ENCHAPADO METALICO PARA EL MOLDE)]

Enchapado con cromo duro (Industrial Hr-Cr)

Enchapado con Cr (Blando, brillo, Cr enchapado) capas de enchapado muy aspero.

Cu20 μ , Ni 10 μ , sobre enchapado de Cr 0.5 μ .

Enchapado con cromo duro (Hr-Cr)

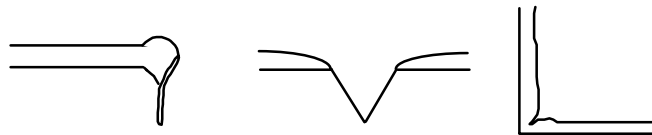
Base aspero, espesor de enchapado 5 - 80 μ

Molde para moldeo de inyección 100 - 120 μ

Dureza de enchapado HRC mas de 60 cuando enchapado usan con gas de hidrogeno cristalina.

1.- Desventaja de electro de posición

- a. Depende de la área de chapado varia el espesor de soldadura



- b. Orificio de perno enchapada se ve mas grande que la bse de orificio del perno (pin hole)

2.- Sin electrolizador enchapado Niquel (Ni)

Es un métdo enchapado química se sumerge en el líquido agua salada metalica

La capa de enchapado se puede terminar muy uniforme

Espesor enchapada 125 μ variación menos del 10%

J-H-*-*2- ENCHAPADO METALICO PARA EL MOLDE

1) Enchapado con cromo duro (Industrial Hr-Cr)

Enchapado con Cr (Blando, brillo, Cr enchapado) capas de enchapado muy aspero.

Cu 20μ , Ni 10μ , sobre enchapado de Cr 0.5μ .

Enchapado con cromo duro (Hr-Cr)

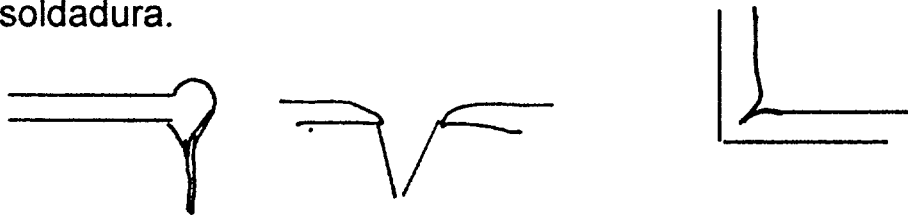
Base aspero, espesor de enchapado $5 \sim 80\mu$

Molde para moldeo de inyeccion $100\mu \sim 120\mu$

Dureza de enchapado HRC mas de 60 cuando enchapado usan con gas de hidrogeno cristalina.

1.- Desventaja de electro de posición

1)Depende de la area de chapado varia el espesor de soldadura.



2)Orificio de perno enchapada se ve mas grande que la base de orificio del perno (pin hole)

2.- Sin electrolizador enchapado Niquel(Ni)

Es un método enchapado quimica se sumerge en el líquido agua salada metalica

1. La capa de enchapado se puede terminar muy uniforme
Espesor enchapada 125μ variacion menos del 10%

J-J Puntos de Precaución al Realizar Diseño

Boletín de los casos reales de accidentes :

El texto que sigue aquí es una parte del material didáctico elaborado, recopilando los casos de accidentes reales que enfrentó una fabricante de piezas electrónicas en la etapa inicial de uso masivo de plásticos, con el fin de ayudar a los ingenieros del diseño.

1) En el caso de que sólo se busca la precisión en dimensión

No hay discusión acerca de la necesidad de contar con un molde que tiene alto grado de precisión incluyendo la proporción de contracción por moldeo. Al mismo tiempo, se recomienda, como el criterio de selección del material, emplear AS, ABS, policarbonato etc., que tienen menor proporción de contracción por moldeo además de que la contracción es isotrópica. La resina que se describió aquí se denomina como la resina no cristalizada.

En cambio, la resina cristalizada como son *polyacetal*, poliamídica, PBT, PET etc., presenta mayor proporción de la contracción por moldeo además de que la contracción no es uniforme.

La resina fortalecida por la fibra óptica muestra una orientación de fibras dependiendo del flujo de la resina y tampoco es uniforme su contracción.

Dentro de la resina no cristalizada *polycarbonate* es propenso a generar el rechupe en el interior de pieza moldeada en forma de burbuja, por lo cual, es muy fácil lograr precisión en la dimensión exterior.

La resina no cristalizada, no sólo *polycarbonate* sino en general es poco resistente al solvente orgánico. Como regla general un producto de resina al ser afectado por el solvente orgánico empieza a diluirse por la superficie, hincharse así como aparecer fisura fina que se conoce como “*craze*”. Sin embargo en el caso del *polycarbonate* se presenta a veces la gran fisura llamada “*stress crack*” (fisura por esfuerzo) repentinamente. Se dice que esto debe a distorsión interna. Ciertamente, se nota este fenómeno cuando el producto se emplea bajo la condición en que se le genere distorsión como el apretamiento y la forja fría.

Es el material muy conveniente para emplearse en varias razones, sin embargo se tiene que usarlo conociendo suficientemente el punto arriba mencionado.

2) En el caso de que se reciba una carga durante largo tiempo

¿El producto que Usted tiene en su mente no será usado tal manera que esté sujeto a una carga durante largo tiempo?

Este punto debe ser cuidado y preocupado antes que nada al momento de diseñar un producto moldeado.

El material para el moldeo que nosotros usamos comúnmente es resina termoplástica que tiene la característica de ser fluida en medida del aumento de la temperatura al aplicar el calor y de ser sólida conforme a la bajada de la temperatura. La resina termoplástica tiene su molécula en forma de un hilo separado como se señala en la figura 17, y las moléculas se enredan entre sí formando una figura como si fuera bola de estambre.

Debido a que cada una de las moléculas es separada básicamente, aunque se deforma un poco por el esfuerzo del tiempo se recupera la figura original. Sin embargo, si se empuja o jala hacia una sola dirección durante mucho tiempo, esto desfasa las partes de unión de las moléculas gradualmente provocando la deformación permanente que ya no permite recuperar su forma original.

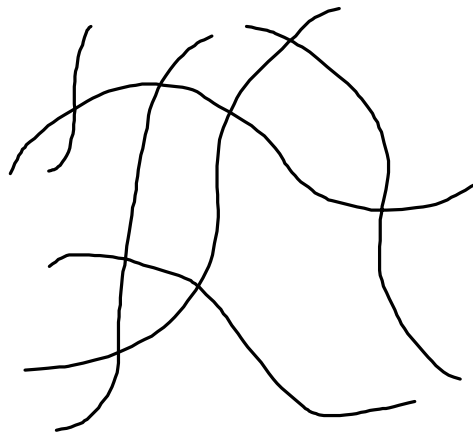


Figura 17
La estructura de la molécula de la resina termoplástica

Este fenómeno se denomina como la deformación “*creep*” o el fenómeno de “*creep*”. Es una de las características básicas de la resina termoplástica. Se ha presentado con frecuencia el accidente después de un cierto lapso del tiempo debido al avance cronológico del fenómeno que no fue detectado en el inicio del uso. Por lo tanto es necesario realizar suficientemente la prueba de verificación.

Como el método de prueba, se puede agregar la prueba de torque de apretado a la del ciclo de la temperatura del exterior durante la prueba de uso. Esta prueba nos permite a grandes rasgos prever el fenómeno.

La resistencia a la tracción y a compresión sirven de referencia como el valor del propiedad material. En general se puede decir que la resina cristalizada y la fortalecida

de fibra óptica, que son de alta cristalización, son más resistentes que la resina no cristalizada.

Por otro lado cabe mencionar que el producto de resina es notablemente vulnerable ante la carga de tracción más que la de compresión. Por lo tanto se debe procurar en la medida posible el diseño que evite la carga de tracción al mismo tiempo de la aplicación de prueba de verificación pertinentemente en el caso de que no se pueda evitar la misma carga.

En cambio, la resina termofija tiene la estructura de red en que la cadena de cada molécula se une una con otra formando una malla. Se puede pensar que es una sola molécula gigante en totalidad. (Figura 18, 19)

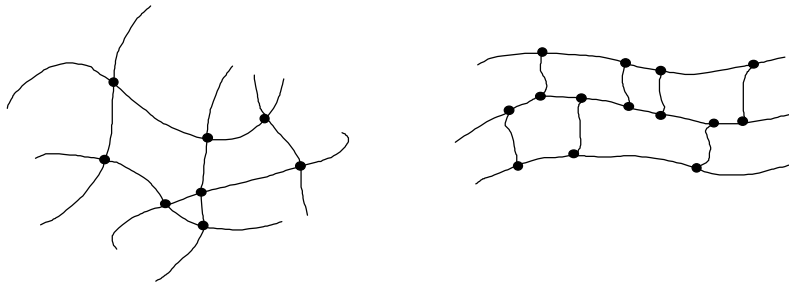


Figura 18 **Figura 19**
La estructura de la molécula de la resina termofija

Por lo tanto, debido a la imposibilidad en el cambio de la posición mutua de las moléculas no se genera el fenómeno de “*creep*” aunque se aplica la carga.

La diferencia observada con respecto al propiedad de “*creep*” entre la termoplaticidad y la termofijación se marca más notablemente a medida que aumente la temperatura.

A la resina termofija que se emplea en práctica, se le esparce un tipo del aditivo plástico como es el material laminado del punzonado en frio, con el propósito de facilitar el punzonado, así mismo con el material de moldeo que tiene la cadena lateral larga la propia cadena se comporta como si fuera el material termoplástico. En esos casos, a veces se presenta el fenómeno de “*creep*”.

3) **En el caso de que se recibe una carga al aplicar el calor**

Es sumamente importante suponer a qué grado de temperatura pueda estar expuesto el producto cuando se quiera moldear con la resina termoplástica.

En la cuestión práctica cada uno de los productos puede ser expuesto a la temperatura muy alta y/o baja durante su almacenamiento y/o transportación, fuera del rango de la

temperatura para el uso que garantiza su función. Independientemente de lo anterior, a veces se somete a una operación de alta temperatura como es la soldadura en el proceso de ensamble o en el lugar de su uso. Bajo estas condiciones a la resina termofija no le pasa nada mientras no se observen la fisura y expansión visible en el producto. De hecho es bastante resistente a la alta temperatura.

En cambio la termoplástica es sumamente débil ante el calor. En particular si se aplica una fuerza externa además del calor, es mejor, como un principio, suponer que no resistirá .

En el caso de aplicación de soldadura a un producto moldeado con la inserción de terminales, quizá no se genere un problema al mojar la tarjeta impresa en la que ya previamente el producto se haya montado, en la tina de soldadura. Pero si se aplica la soldadura manualmente a la parte en que la terminal enredada por alambre está insertada, podría generar una deformación en la parte de unión o provocar terminal zafada aunque se efectue la soldadura con mucho cuidado.

Como se ha señalado, la termoplástica es poco resistente al esfuerzo de la alta temperatura por lo que se debe estudiar no solamente la temperatura en que se usa el producto sino también la relación entre la temperatura y carga en todos los aspectos desde el proceso intermedio y transportación hasta almacenamiento etc. Si se supone que no podría resistir, debería de emplear la resina termofija aunque subiera moderadamente el costo.

4) En el caso de que se reciba un esfuerzo repetitivo (impacto)

Existe mayor número de casos que uno se imagina en que se emplea el producto moldeado bajo el esfuerzo repetitivo. Por ejemplo, un resorte plana que se deja encorvar repetidamente y una pieza que se usa como tope de una parte que se mueve tanto vertical como horizontalmente.

En el caso del uso que exige alta flexibilidad, es necesario considerar una estructura que permita corvadura de tramo largo, y en el caso del empleo como es de tope, se tiene que procurar una estructura que reciba el impacto sobre la totalidad del producto.

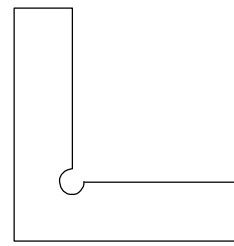
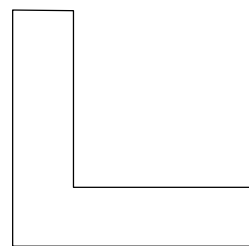
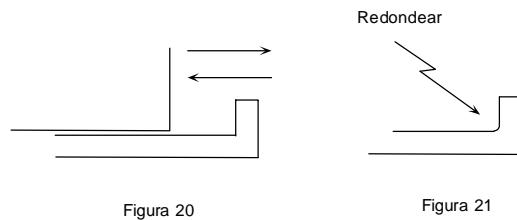
La resistencia al impacto que se anota en catálogos indica la fuerza que destruye muestra con una vez del golpe. Sería gran error si se piensa que entre más grande que sea el valor de resistencia el producto pueda aguantar al impacto cuantas veces que sean.

La resistencia al impacto que tiene la resina de *polycarbonate* es 10 veces mayor que la de la resina de *polyacetal* en el término de valor numérico, sin embargo la primera es muy vulnerable ante el impacto del golpe que se repita. La resina como la de *polycarbonate* es apta para un casco de plástico, sin embargo no sería adecuada para el uso de tope que tenga que recibir el impacto repetidamente.

No se ha perfeccionado todavía un método de prueba que indique la propiedad de resistencia hasta qué grado se aguanta ante el esfuerzo repetitivo mencionado. No habría otra manera más que verificar por medio de pruebas con muestra física.

Se dice que el número de las veces de prueba de este tipo que garantiza es 10^7 , o sea 10 millones de veces.

Al realizar el diseño de producto, se debe tomar en consideración el hecho de que el esfuerzo tanto de impacto como de distorción no concentre en un solo punto (Figura 20 a 23).



Como material, la resina de alta cristalización es la más adecuada como son;

Resina de *polyacetal*

Resina poliamídica

Resina de poliéster saturado.

Cabe mencionar que la resina fortalecida de fibra óptica, igual que la de *polycarbonate*, tiene poca resistencia al impacto repetido aunque es fuerte contra una vez de golpe.

5) El material que provoca el problema en el contacto eléctrico

Algunas personas deben de acordar una noticia de periódico que transmitió el hecho de que el fijador de cabello provocó el paro de un calentador de ventilación eléctrico. El fijador de cabello contiene la resina silicónica de bajo volumen molecular que polimeriza esparciéndola sobre cabello para facilitar el peinado. Lo que sucedió fue que la resina silicónica fue aspirada por el calentador y quedó asentada sobre el

contacto eléctrico. La resina polimerizó en ese punto y formó una película gruesa provocando finalmente falla en el contacto.

Como se muestra aquí, la resina silicónica reactiva es volátil en el estado de molécula sencilla y/o baja. Tiene característica de asentarse en cualquier lugar solidificándose para formar película sólida y resistente.

Como uno de los problemas comunes en piso de producción, se puede mencionar la falla en conductividad debido al uso de la resina silicónica y/o al uso del hule silicónico para barniz de aislamiento con el fin de solidificar bobina del motor, sin curarlos suficientemente.

Hay adhesivo instantáneo de acrilato de cianuro del uso común, que es volátil igual que la resina silicónica en el estado de molécula sencilla, asentándose en cualquier lugar provocando problemas.

Al asentarse sobre cualquier cosa ordinaria, se ve como escarcha y se denomina como el fenómeno blanqueador. Es necesario tener consciencia de no emplear este tipo de adhesivo alrededor de contacto eléctrico.

Se han mencionado los casos de problema común en el contacto eléctrico en general. Además, existe el fenómeno propio del contacto de plata. A continuación se presentarán algunos casos de inestabilidad en contacto aunque no lleguen a causar falla en conductividad pero que provocan ruidos en el aparato auditivo y/o de comunicación que requieren ligera corriente eléctrica.

No es necesario mencionar que el peor enemigo de plata es azufre. La plata combinándose con el azufre forma *silver sulfide* del color negro causando el problema de la falla en el contacto. Hule ordinariamente pasa por el proceso de vulcanización y se le denomina como hule vulcanizado. Si hule vulcanizado está en contacto con el punto de contacto de plata, indiscutiblemente provoca la falla en contacto. Aun cuando no esté en contacto, si se encuentran ambos en el mismo recipiente cerrado, se convierte en la causa de la falla en contacto. Es el factor muy conocido sin embargo sigue siendo la causa de este tipo de problema. El *molybdenum disulfide* como lubricante también provoca el mismo problema.

A continuación se presentan causas del contacto inestable que genera gran problema en el aparato de sonido, aunque no llegue a la falla en el contacto.

Una de las causas digamos la del descuido u olvidada es la influencia del aditivo lubricante mezclado normalmente dentro del material de moldeo. No todos son necesariamente nocivos sino que el ácido de grasa (*fatty acid*) como el ácido *stearin* y sus sales están relacionados con dicho fenómeno. Todos estos se denominan como el jabón metálico y se utiliza frecuentemente para el material lubricante como es grasa.

El producto moldeado que contenga este tipo de lubricante no afectaría mucho por solo un toque ligero con el contacto sin embargo si lo pega estrechamente por medio de remache por ejemplo, se genera la influencia negativa inmediatamente.

Se puede también mencionar acerca del aditivo anti inflamable (*flame retarder*). Normalmente se emplea el compuesto químico de la familia de *halogen*, y de ellos, la familia de sales es nociva.

La resina de fenol se emplea ampliamente como el material termofijo de moldeo. El material normalmente contiene hexametileno como el aditivo endurecedor y al descomponerse durante el moldeo el mismo genera amonio. El amonio a su vez reactiva con plata generando un elemento intermedio llamado *ammine complex salt*. La plata, una vez que esté en ese estado, se convierte azufrizada rápidamente, provocando la inestabilidad en el contacto hasta la falla en el mismo. Por lo tanto, cuando se moldea por inserción una parte del contacto de plata, sin duda, es mejor emplear resina de *diallyl* (DAP) y la resina poliéster (PRIMIX), evitando el uso de la resina de fenol. Es recomendable emplear el mismo tipo de material cuando se utiliza el producto moldeado junto con la plata en un lugar hermético. Si no se puede evitar el uso de la resina de fenol, es indispensable emplear la misma pero de la categoría que no contenga amonio, llamadas como “libre de amonio” o “sin amonio”.

Lo mismo se puede mencionar con respecto al moldeo por espuma. No habría problema si se generan espumas por inyección e impregnación del gas nitrógeno y propano. Pero se requiere de mucha precaución si espuma se forma dentro del molde por el gas generado por la descomposición del aditivo espumador integrado en el material de moldeo.

Esto debe a que la mayoría de aditivo espumador es el compuesto de nitrógeno y el gas generado del mismo siempre contiene amonio y nitrógeno oxidado (NOx). El compuesto de nitrógeno, igual que el ejemplo anterior, convierte la plata en el compuesto intermediario que se convierte a su vez fácilmente en sulfuro.

De todas formas la plata, mientras se mantiene pura, es resistente o más bien cambia poco su propiedad, demostrando su calidad de metal precioso. Sin embargo una vez que se mezcla con material no puro y/o se somete a alguna reacción química, se convierte tan fácilmente en una composición química.

6) En el caso de que se usa con movimiento deslizante

Hay muchos casos en que la resina se emplea como parte del movimiento deslizante y/o la parte receptora del movimiento.

No habría que preocuparse mucho si la velocidad deslizante fuese lenta, hubiese gran espacio, fuese pequeña la carga así como no existiera el problema del tacto sensorial. Sin embargo la realidad es muy diferente.

Los puntos que se deben considerar son los siguientes tres; el coeficiente de fricción entre materiales, el valor PV y el grado de deterioro.

En el coeficiente de fricción existen el de la fricción estática y de la fricción dinámica. No se conoce la razón proporcional directa entre las dos fricciones, sin embargo existe

cierta relación entre ambas por lo tanto es mejor elegir una combinación de los coeficientes más pequeños. Naturalmente el coeficiente de fricción varía según el tipo de material objeto y también de acuerdo con el estado en que cual de los dos se mueve.

En general un catálogo solo demuestra el coeficiente entre sí (entre los mismos materiales) y el coeficiente de fricción contra el acero. Se puede estimar a partir de estos datos pero se recomienda adquirir el costumbre de juzgar con base en valor numérico exacto.

Durante se está dando el efecto de fricción, si el valor PV , el multiplicado de carga P y velocidad de deslizamiento V , excede a un cierto valor, el material con fricción queda fundido debido a la temperatura de fricción. Este fenómeno se llama “quemado”.

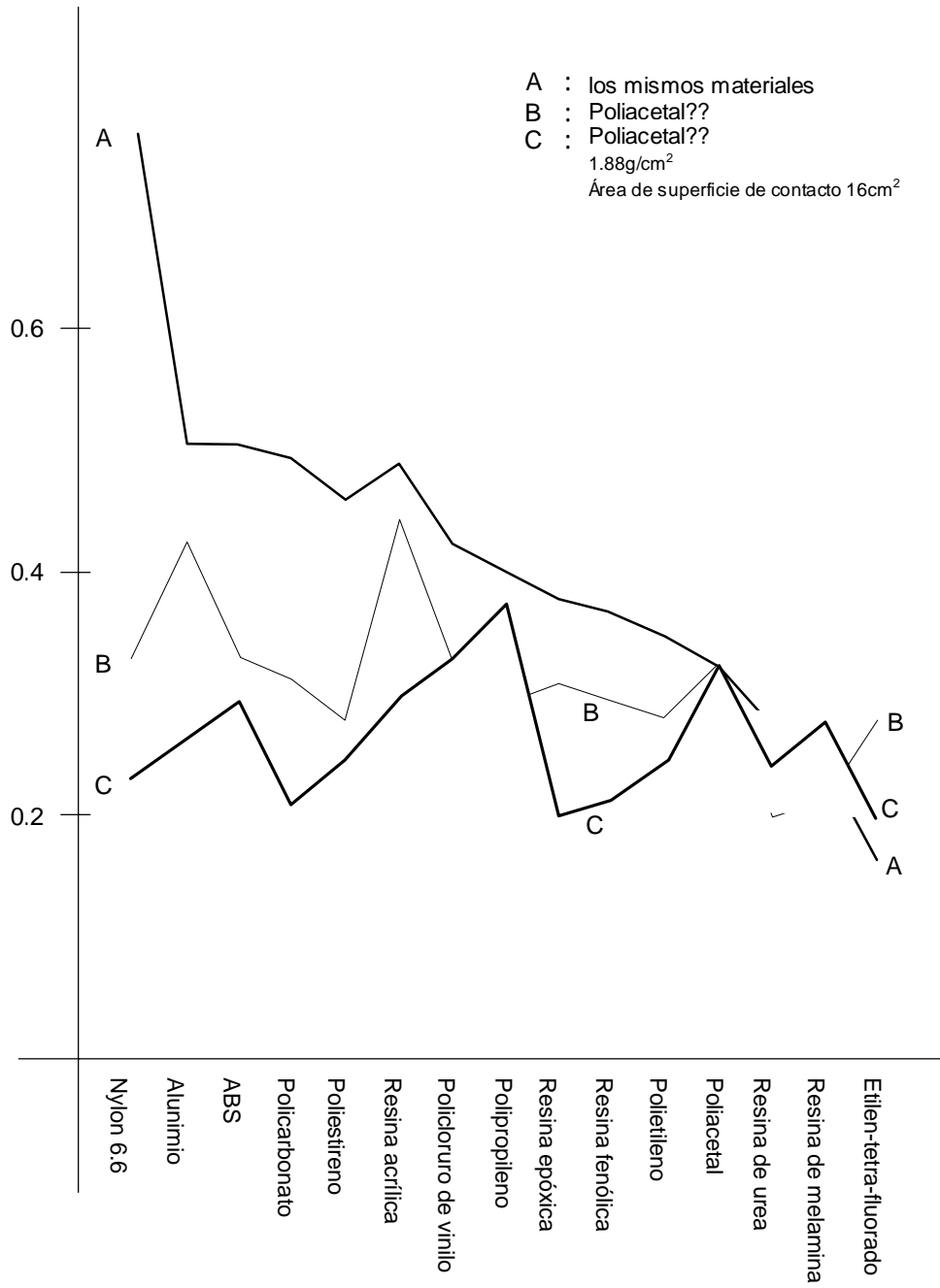
Como regla general, es mejor combinar materiales de diferentes coeficientes de fricción y diferentes valores de PV que el combinar los mismos materiales que tienen el mismo valor de ellos.

Seguido a esto, se viene el grado de deterioro. Hay muchos que piensan que el incremento del grado de dureza superficial pueda disminuir el desgaste. Sin embargo en el caso del empleo del producto como la parte del movimiento deslizante, se puede mencionar que la fricción y la dureza superficial no tienen correlación entre una y otra.

El grado de desgaste varía considerablemente según el modo de prueba además el valor de referencia en los catálogos proviene de las pruebas drásticas como es el rozamiento con lija. Por lo tanto no debe de creerlo ciegamente.

En el caso del empleo del producto como la parte del movimiento deslizante, el grado de desgaste es a la función del coeficiente de fricción. No se equivocará si se considera que la combinación de los materiales de pequeño coeficiente es a su vez el menor grado de desgaste.

En el Cuadro No.1 y No.2, se señala la relación del coeficiente de fricción y la comparación del grado de desgaste según distintas pruebas.



Cuadro 1:
Coefficiente de Fricción Estática entre Poliacetal y Cada Material

	<u>T bar</u>	<u>Ball Mill</u>	Wire drug	<i>Sander</i>	<i>Filament brush</i>
Nilón 6.6	1	1	1	1	1
Poliacetal	2 ~ 5	4 ~ 6	5 ~ 6	3 ~4	2 ~ 3
Poliestireno	9 ~ 26	15 ~ 20	33 ~ 37		10 ~ 11
ABS	8 ~ 10	10 ~ 20			
Acetato de celulosa	9 ~ 10				
Acetato de celulosa butírica	9 ~ 15	10 ~ 20	14 ~ 16		
Resina acrílica	2 ~ 5	10 ~ 20	19 ~ 21		
Cloruro de polivinileno	9 ~ 12				5 ~ 6
Resina de melamina		15 ~ 20			
Resina fenólica	4 ~12				
Hule rígido		9 ~ 11		3 ~ 5	
Aluminio de fundición a presión		10 ~ 12		4 ~ 5	
Acero dulce		15 ~ 20			
Cuero	21 ~ 23				

**Cuadro 2: Prueba de desgaste y comparación del volumen de desgaste
(Considerando que el nilón 6.6 sea 1)**

A continuación se presentan resinas que se consideran generalmente adecuadas que tienen pequeño coeficiente de fricción para el producto con el movimiento deslizante.

a) Resina termofija en general

En la resina de fenol, se vende en mercado la categoría especial de poco desgaste. La resina de urea no es empleada para este propósito.

b) Resina de la familia poliamídica

En general, esta resina se llama nilón y el coeficiente de fricción es baj grande entre las mismas, sin embargo su comportamiento ante otros materiales, en particular metales, es favorable y realiza buen estado de deslizamiento.

c) Resina de polyacetal

Generalmente es favorable y se emplea muy ampliamente.

d) Resina de la familia flúor

El etilen-tetra-fluorado (Teflón de Dupont es muy conocido) tiene un coeficiente sumamente pequeño y es empleado muy ampliamente. Sin embargo su grado de desgaste es relativamente alto.

Las resinas arriba presentes se llaman en general la resina de autolubricante y es muy eficiente si se emplea este tipo, por lo menos para una parte del producto de movimiento deslizante.

Inclusive si se requiere bajar todavía más el coeficiente de fricción, se mezcla en la resina y/o se aplica en la superficie de la misma, el polvo de etilen-tetra-fluorado, grafito y *molybdenum disulfide*.

Cabe mencionar que existe la resina llamada la de *polyacetal* conocida como la resina que contiene grasa, preparada por el esparcimiento de lubricante en el estado de bruma (*mist*), que tiene mejor comportamiento con respecto al movimiento deslizante. Sin embargo esta resina exige condiciones difíciles en el moldeo por lo que no es muy generalizada su uso.

Para el producto en forma de engrane, se puede aplicar a grandes rasgos el mismo modo de pensar ya mencionado, aunque es distinto un poco que el movimiento deslizante. Sin embargo la resina termofija no se puede moldear en forma directa. Se aplica el maquinado de corte al material previamente moldeado para el fin de formar engrane.

La resina de *polyacetal* se emplea más comunmente para este tipo de moldeo seguido por la resina de la familia poliamídica.

Para moldear engrane del tamaño relativamente grande y además de que se exija la precisión y resistente a la gran carga, se emplea la categoría de la resina llamada MC Nilón por medio del moldeo de compresión.

7) **En el caso de que se mantenga a alta temperatura durante largo tiempo**

La composición química orgánica, no solamente como es la resina, tiene propiedad de ser empeorada gradualmente al exponerse bajo la alta temperatura. La temperatura de norma para la resistencia del tiempo que UL y otros intentaron a establecer fue la temperatura que permitiera mantener más de 50% de la resistencia mecánica inicial del producto después de exponerlo durante 20,000 horas ante dicha temperatura.

Este concepto no fue desarrollado en gran medida, perdiendo su importancia mientras no se esclareció bien otras condiciones en detalle como fue la humedad y la forma de medición de la resistencia. Pero es importante que se tenga en mente al realizar diseño de producto.

Con respecto a otras propiedades fuera de la resistencia, la resina que contiene el aditivo de plasticidad es muy sensible. Por ejemplo PVC blando es el material más comunmente usado seguido por la resina poliamídica que tiene el uso especial como es la absorción de ruidos.

Sería fácil comprender en forma general que el aditivo de plasticidad es un tipo de solvente difícil de ser volátil. Sin embargo, si se deja bajo alta temperatura durante largo tiempo se provoca su volatilidad y se pierde gradualmente su función.

Si se trata del producto hecho por PVC, se pierde su flexibilidad endureciéndose y queda vulnerable. De la misma forma, si se trata del producto hecho por la resina poliamídica con el propósito de ensamblar engrane sin ruidos, se perderá su característica de absorber ruidos.

Cabe mencionar que la resina poliamídica cambia su naturaleza por el grado de absorción de humedad. Por lo tanto de acuerdo con la temperatura y la cantidad de humedad que contiene se varia también su propiedad.

Con respecto a la resina de *polyacetal*, hay gran diferencia en la resistencia al empeoramiento bajo alta temperatura entre la *homopolymer* y *copolymer*. La de *copolymer* es mucho mejor en la resistencia al calor. Pero muchas propiedades relacionadas a la resistencia mecánica en general, la de *homopolymer* es mejor. Por lo tanto a veces es necesario distinguir su uso respectivamente dependiendo del objetivo.

8) **Temperatura de deformación térmica y de distorsión interior**

Al diseñar y emplear resina no existe mucha precaución con respecto a su propiedad ante la baja temperatura salvo al tratarse de la resina especial para el uso especial.

Como una referencia para conocer el comportamiento de resina bajo la alta temperatura, existe la temperatura de deformación térmica. Se refiere a una temperatura definida por la aplicación de una carga determinada sobre el área unitaria (*unit area*) de pieza de prueba de un cierto espesor en que se observa dicha temperatura al momento de la aparición de una determinada deformación. Quedan determinados el espesor y el grado de deformación respectivamente.

- Una barra de prueba de la sección 12.7mm x 12.7mm y de 127mm de altura se sostiene dentro del líquido por dos postes con la distancia de 101.6mm. Se le aplica el esfuerzo de doblado con la carga de 18.6kg/cm² (ó 4.7kg/cm²) a la barra en el centro del mismo por medio de la barrita cargadora. Se va subiendo la temperatura del líquido por 2 grados centígrados por minuto. Es la temperatura en que la flexión por la carga llegue a 0.254mm. (ASTM y JIS obedecen al mismo)

Cuando no hay notas, se puede pensar que es la temperatura de deformación bajo carga grande. Es erróneo pensar que el producto ordinario moldeado puede resistir incondicionalmente hasta la temperatura de deformación con carga, ya que este tipo de producto normalmente no se expone a la carga. En realidad, queda la distorsión generada durante el moldeo como el esfuerzo residual adentro del producto terminado.

El esfuerzo residual es más grande que uno se imagina. En general, bajo el estado sin carga, se inicia la deformación a partir de 10 a 20 grados más bajo que la temperatura de deformación con al alto grado de carga.

Sin la presencia del esfuerzo residual, la temperatura de la verdadera deformación es muy cercana a la de fusión ó suavización. Por lo tanto, si se requiere evitar la deformación por la alta temperatura es necesario moldear bajo ciertas condiciones y

mediante algún método que no permitan (o poco) generar distorsión interna y/o que permitan distribuir la misma.

Para obtener el producto moldeado que tenga poca distorsión interna, se diseña la puerta grande, se aplica la presión de sosten para enfriar. Hay varias medidas como son el templado etc., el uso del espumante y rellenado que tienen el mismo objetivo.

La resistencia al calor de la resina termofija es muy distinta que la de la resina termoplástica. No hay que considerar mucho la deformación térmica por la distorsión interna. La temperatura de resistencia al calor señalada en la relación de propiedad de la resina termofija se mide en una forma distinta que la de la termoplástica. Es decir se expone durante 2 horas el producto a una temperatura definida y se observa si aparece o no una deformación visible como es fisura o hinchadura. Por lo tanto si no se aplica la carga o si es corto tiempo la aplicación de la carga, es factible usar el producto bajo la temperatura considerablemente mayor que la señalada como la resistente.

9) Resistencia al aceite y solventes

La resina, como regla general, se puede clasificar en dos grupos; uno que es resistente al ácido y álcali, otro que es resistente a solvente orgánico. Generalmente se puede pensar que la resina que es resistente al ácido y álcali es poco resistente al solvente orgánico y vice versa.

Solvente orgánico se puede clasificar a grandes rasgos en;

- a) alcohol, glicol, cadena de hidrocarburo
- b) aromáticos, *ketones*
- c) ester
- d) solvente de familia de cloruro

Alcohol, glicol y cadena de hidrocarburo, clasificados en el grupo a) tienen el menos peligro entre todos. En cambio aromáticos y *ketones* clasificados en el grupo b) son más fuertes. Cualquier resina de poca resistencia al solvente orgánico no aguantará a los mismos. El grupo de ester del c) se emplea como si fuera el aditivo de plasticidad. El solvente de familia de cloruro también es relativamente fuerte.

Aceite y grasa se presenta más en forma de grasa y se puede clasificar en ;

- a) familia de grasa
- b) familia de aceite mineral (cadena de hidrocarburo)
- c) aceite sintetizado
 - familia de glicol
 - familia de ester

otros (aceite de silicio, etc.)

De ellos, a), b) y la familia de glicol en el inciso c) no afectan mucho. La grasa de baja temperatura que tiene una función especial es mayormente de la familia de ester y se requiere una precaución.

El aditivo de recuperación de contacto y la grasa de silicio frecuentemente contiene solvente de aromáticos.

La resina que es resistente a la grasa y solvente orgánico.

- La resina termofija en general
Fenol, poliéster no saturado, *diallyl*, *epoxy*, etc.
- Poliéster saturado
PET, PBT, etc.
- Poliamídica (nilón)
- *Polyacetal*
Resina que tiene poca resistencia a grasa y solvente orgánico.
- *Styrene*, AS, ABS
- Policarbonato, PPE metamórfico, etc.
- *Vinyl chloride*
- Hules

10) **Absorción del agua (*hygroscopicity*, absorción de aceite)**

El grado de absorción del agua y *hygroscopicity* se emplean casi como el mismo sentido, sin embargo en la definición estricta son diferentes. Hay casos en que aunque no es necesario aplicar el tratamiento de repelente al agua (*water repellent*), no se puede evitar la absorción de humedad.

La característica de la absorción del agua se mide por el cambio del peso después de sumergir material en el agua a una cierta temperatura durante un determinado tiempo. Por lo tanto si no están señalados la temperatura y el tiempo, no tendrá mucho sentido. Es decir debe expresar en forma de “cuántos grados C”, “cuanto % de impregnación” y “cuantas horas” ó “cuantos grados C” y “% de saturación”.

Como regla general, entre más alta la humedad y entre más largo el tiempo, la condición se empeora. La saturación demuestra el volumen máximo de absorción del agua a una cierta temperatura.

Hygroscopicity es el valor numérico que demuestra el cambio de peso bajo una cierta temperatura y el ambiente de humedad durante un tiempo definido. Por lo tanto igual

que la razón de absorción del agua (absorbimiento del agua), se demuestra por medio de “cuantos grados C” y “cuanto %”, “cuantos grados C” y “cuantos %”, “% de RH (equilibrio)”. RH (equilibrio) significa el grado máximo de *hygroscopicity* dentro del medio ambiente.

En este caso también, entre más alta la temperatura y humedad, se empeora la condición. Humedad es la proporción del agua existente en ese momento bajo una cierta temperatura respecto al volumen máximo del agua (saturada) que se pueda contener en ese ambiente y bajo cierta temperatura.

Resina, como material, generalmente tiende a perder sus varias propiedades debido a la absorción del agua y de la humedad.

La variación dimensional en el caso de la absorción del agua es aproximadamente un décimo del volumen del agua absorbida.

El mismo concepto se puede aplicar para el solvente aceitoso y el ambiente aceitoso también.

11) El coeficiente de expansión y la combinación de diferentes materiales

Material	Coeficiente de expansión	Material	Coeficiente de expansión
Aluminio	24×10^{-6}	ABS	$7\sim 11 \times 10^{-5}$
Oro	14×10^{-6}	6 nilón	8×10^{-5}
Cobre	17×10^{-6}	610 nilón	12×10^{-5}
Plata	20×10^{-6}	6.6 nilón	10×10^{-5}
Hierro	14×10^{-6}	Polyacetal	8.45×10^{-5}
Plomo	14×10^{-6}	Acetylcellulose	$8\sim 16 \times 10^{-5}$
Níquel	15×10^{-6}	Acetylbutylcellulose	$11\sim 17 \times 10^{-5}$
Fenol (relleno inorgánico)	$15\sim 30 \times 10^{-6}$	Polietileno suave	22×10^{-5}
Fenol (<i>wood meal</i>)	$30\sim 50 \times 10^{-6}$	Polietileno duro	11×10^{-5}
Epoxy (para moldeo)	$10\sim 50 \times 10^{-5}$ (nota)	Polipropileno	11×10^{-5}
Epoxy (sin relleno)	$4\sim 10 \times 10^{-5}$ (nota)	Materiales a continuación contienen fibra óptica :	
Sterol	7×10^{-5}	Polyacetal	$4.0\sim 8.45 \times 10^{-5}$
AS	$6\sim 8 \times 10^{-5}$	6 nilón	2.2×10^{-5}
Acrílico	$7\sim 8 \times 10^{-5}$	6.6 nilón	3.0×10^{-5}
		F – R PET	
		PBT	$2.4\sim 9.7 \times 10^{-5}$

Nota de traductora : el número es ilegible.

Al observar el cuadro arriba citado, se nota una tendencia. Es decir todo el metal muestra el valor numérico correspondiente a la cifra de dos dígitos inferiores, en orden de 10^{-6} . Por otro lado la resina sin el aditivo de relleno muestra alrededor de 10 y en orden de 10^{-5} . No se equivocaría si se piensa que el coeficiente de expansión sea aproximadamente 10 veces. Si está incluida la fibra óptica, la mayoría de las resinas muestra aproximadamente 3×10^{-5} . Esto debe a que la fibra óptica funciona hacia la dirección de impedimento de expansión. En el caso de que no se logre la dispersión de la fibra óptica suficientemente y si se incline hacia una sola dirección, el coeficiente de expansión a lo largo de la dirección perpendicular a la fibra óptica sería casi igual que la del caso de sin relleno.

Un producto que se emplea bajo una condición ordinaria es garantizado ante la diferencia térmica de aproximadamente 100 grados centígrados. ($-30C \sim +70C$). En estos casos, la diferencia de un dígito que se observa en el coeficiente de expansión afecta como se indica a continuación.

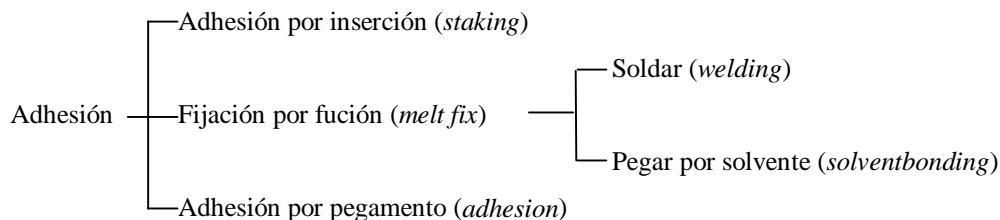
Se supone que la longitud de un producto sea 10mm.

$10\text{mm} \times 10 \times 10^{-5} \times 100 - 10\text{mm} \times 10 \times 10^{-6} \times 100 = 0.09\text{mm}$. Es decir que llega a ser aproximadamente 0.1mm. Aunque el coeficiente se quede a 10, que es el mínimo, se generaría una variación alrededor de 0.1mm. Este fenómeno en la parte fija de un producto afectaría solamente en ligero aumento del esfuerzo. Sin embargo, en la parte del movimiento deslizante el fenómeno jugaría un papel fatal. En el primer caso, aunque no se presente el fenómeno por una prueba de corto tiempo, se conoce definitivamente que no es favorable. Por lo tanto, en el caso de que se combinan la resina con metal, diferente tipo de resinas, particularmente la que tiene el aditivo relleno por ejemplo el de la fibra óptica y la que no contiene el mismo, es muy importante estudiar este fenómeno y emplear los materiales que tengan el coeficiente de expansión similar así como es necesario considerar suficiente tolerancia para la parte del movimiento deslizante.

Cabe mencionar que en el caso del empleo del relleno fibrilado, como es el de fibra óptica, se tiene que tener precaución sobre máquina y molde con el fin de propiciar suficiente dispersión de la misma.

12) Adherencia

Se denomina en forma general “adhesión”, pero en realidad se puede clasificar este comportamiento como se señala a continuación.



a) Adhesión por inserción

Es en realidad la inserción de palo y no se podría clasificarlo en la adhesión en su sentido estricto. Sin embargo, recientemente se ha visto un desarrollo notable en aparatos de adhesión por ultrasonido. Como consecuencia, se utiliza con alta frecuencia el método de insertar palito metálico en la resina termoplástica.

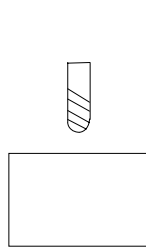


Figura 36

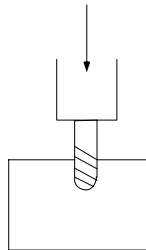


Figura 37

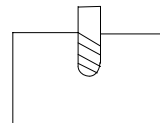


Figura 38

b) Soldadura

Este método consiste en la adhesión del material objeto por medio de fundir la cara de contacto y/o barra soldadora empleando la alta frecuencia, ultrasonido, aire caliente, cautín entre otros.

Se emplea este método entre las resinas termoplásticas familiares y de fundición similar, como el material objeto de adhesión.

El método, salvo el mismo por medio de la alta frecuencia, se emplea principalmente para el solvente de polietileno, polipropileno, *polyacetal* etc., así como otras resinas que carecen de pegamento efectivo.

La soldadura por alta frecuencia se emplea mucho para pegar hojas de *vinyl chloride*.

c) Pegamento de solvente

Este método consiste en la adhesión mediante la dilución de caras a unir empleando solvente.

Se aplica entre los materiales familiares que tenga dilución similar además de que se tenga un solvente adecuado.

Se emplea este método comunmente para estireno, vinilo, celulosa etc.

d) Adhesivo

Se podría mencionar que este es el método más fiel a su definición ya que otros tres métodos arriba referidos no tienen una capa intermediaria sino caras de los materiales objetos de adhesión se contactan directamente. En cambio este método, más bien la forma de unir materiales mediante el método de pegamento, tiene como característica de unir el amplio rango de materiales mediante la existencia de una capa de adhesión intermediaria.

La sustancia que forma la capa de adhesión se llama adhesivo.

En otras expresiones, el adhesivo se puede definir como una sustancia que permite pegar varios materiales mediante su propia intervención entre ellos.

Distintos modos de adhesión y su ventaja y desventaja

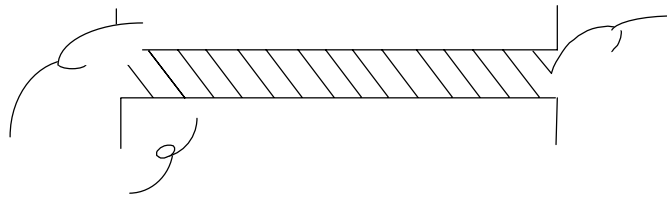


Figura 39

a) Soldadura ultrasónica

Se le aplica vibración ultrasónica a la cara sujeta a la adhesión. La energía de la vibración ultrasónica convertida en el calor funde la resina de ambas caras y logra adherirlas.

Este método permite realizar la adhesión aparentemente imposible de lograr. Sin embargo en cambio no se logra alto nivel de precisión debido a la aplicación de vibración mecánica.

b) Soldadura de alta frecuencia

Se aprovecha una propiedad de que la energía perdida se convierte en el calor al colocar el material que tenga alto grado de la pérdida dieléctrica en un campo eléctrico de alta frecuencia, para adherir hojas vinílicas etc., y el empleo de este método es muy amplio. Es fácil sin embargo hay limitaciones con respecto al tipo de material y el espesor del mismo. No es muy adecuado para material grueso y/o el espesor desigual.

De hecho, no se emplea mucho más que adherir películas de hoja de *vinyl chloride*.

c) Soldadura térmica

Es el mismo concepto que la soldadura de metales. En general se emplea barra de soldadura. Desventaja que tiene este modo es la necesidad de alto grado de habilidad para su operación y la carencia en el alto volumen de producción.

d) Adhesión por solvente

Hay gente que se acuerde de un artículo de periódico en que fue reconocido el caso de la enfermedad causada por *benzol* evaporado como el daño laboral que fue utilizado para pegar zapatos vinílicos fabricados en forma casera. Para adherir resina con caracter de solvente fácilmente diluible, este modo es muy fácil y económico que se emplea ampliamente.

Sin embargo, generalmente se utiliza el solvente orgánico volatil en particular el de aromáticos (*benzol, toluole*) y *ketones* (acetona, MEK etc.) debido a su operatividad y adherencia. Al inhalarlo en gran cantidad, afecta gravemente a la salud humana además de que es inflamable por lo que es altamente peligroso.

e) Adhesión por pegamento

	Tipo de adhesión	Comportamiento
Adhesivo	Adhesivo tipo solvente	Transformación reversible
	Adhesivo por endurecimiento	Transformación irreversible
	Tipo <i>hot-melt</i> , tipo viscoso	Transformación reversible

i) Adhesivo del tipo solvente

La mayoría del adhesivo conocido desde el remoto tiempo pertenece a este tipo. Se refieren a pegamento de fécula, *glue, rubber cement*, pegamento arábico etc. Se aplica en forma de solvente sobre una cara del material sujeto a la adhesión y se encima otro material objeto de adhesión. Se le presiona adecuadamente y se cumple la adhesión al extender el solvente y solidificar el adhesivo.

El adhesivo del tipo emulsión que se usa en gran medida recientemente se puede pensar que es un tipo de adhesivo tipo solvente.

Ventajas : relativamente barato, es fácil su manejo y hay pocos errores en su operación debido a que se ha venido empleando desde hace mucho tiempo.

Defectos : es difícil adherir materiales cuyo tipo y forma no permiten fácilmente la extensión y evaporación del solvente. Algunos de estos solventes son nocivos e inflamables.

ii) Adhesivo del tipo endurecedor

Es un adhesivo relativamente nuevo perteneciente de la familia urea y fenol. El de la familia *epoxy* y acrilato de cianuro que es muy popular así como el adhesivo anaeróbico pertenecen a este tipo.

Una de las características de este tipo de adhesivo es que el proceso de adhesión es irreversible por lo que no se blanda la capa adhesiva, por el uso de solvente, una vez que el endurecimiento se complete (aunque hay aditivo que permite exfoliar). La mayoría de este tipo no aloja el gas ni agua en el proceso de endurecimiento además de que la fuerza de adhesión es relativamente alta.

Ventajas : adhesivo del tipo polimerizado (la mayoría del adhesivo del tipo endurecedor permanece a este) no requiere la extensión del gas y solvente por lo tanto permite adherir materiales que no cuenten con ventilación y absorción del solvente además de que no se pueda extraer el aire como es lámina metálica. En general cuenta con alto grado de fuerza adhesiva.

Defectos : es proporcionalmente caro comparando con el tipo solvente.

El modo de durecimiento no es uniforme por lo tanto no se logra el objetivo si se equivoca en el manejo.

iii) Tipo hot-melt, tipo viscoso

El tipo viscoso se puede describir como esparadrapo que permite pegar y despegar cuantas veces que quiera. El tipo *hot-melt* consiste en lo siguiente; resina termoplástica se lamina sobre el material sujeto a la adhesión previamente. Se coloca otra parte del material, insertándose así la parte laminada de resina entre los dos. Se aprieta al mismo tiempo de la aplicación de calor mediante el rodillo caliente y/o la plancha caliente. En seguida se le aplica el rodillo frío y/o placa fría permitiéndose la radiación bajo la aplicación de presión. Con esto se finaliza la adhesión.

Ventajas : tiene alta capacidad de producción en serie para la adhesión continua de películas y hojas. Por lo tanto en mayoría de los casos se emplea para adherir por lo menos uno de los materiales en forma de película y/u hoja.

Defectos : se genera “*creep*” debido al esfuerzo de largo tiempo.

Es poco resistente al calor. El tipo viscoso en particular cuenta con poca adherencia.

13) Infiltración del líquido por la parte unida (humedad, agua, flux)

La parte unida de resina y metal en el moldeo de inserción de terminales metálicas se encuentra pegada firmemente y se ve que es hermética. Sin embargo es totalmente fuera de lo que se espera y en muchos casos están en contacto mecánica nada más.

Particularmente en el caso de la resina termoplástica, debe de pensar que existe el espacio micro. En el caso de un producto moldeado señalado en la Figura No.24, humedad y agua del exterior se introducen a lo largo de la superficie unida del objeto insertado más que por medio de la delgada cubierta de resina.

Se ha comprobado que el flux al momento de soldadura se gasifica e invade con ímpetu. Ante este tipo de invasión temporal, se puede tomar medida señalada en la Figura No.25 que consiste en doblar de la parte insertada para que el camino de invasión quede en la forma cigüeñal.

En el caso del empleo de la resina termofija, el riesgo de invasión disminuye notablemente comparando con el caso de la resina termoplástica. Esto debe a que la resina termofija en su forma natural contiene propiedad de adhesivo. De todas maneras se conoce que la permeabilidad de humedad es más alta mediante la superficie metálica que la misma por medio de capa de resina.

Otro punto poco cuidado es la invasión del agua a través del cable cubierto de *vinyl chloride*. Al referirse a productos intemperies, la parte de unión de la cubierta y recipiente se permeabiliza con cuidado. Sin embargo, tratándose de la parte unida de la cubierta con el cable y la cubierta con su cubierta exterior, uno suele confiar en que están pegados firmemente y que se mantenga buena hermeticidad. Si el producto es hermético, en el caso de que se genere una diferencia de presión atmosférica entre el interior y exterior del producto, se permite fácilmente la invasión del agua.

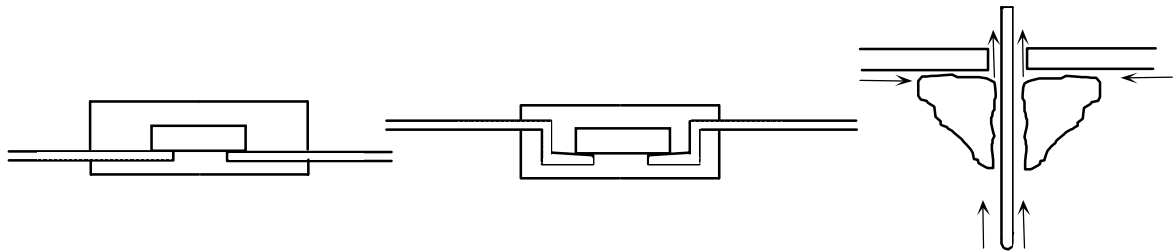


Figura 24

Figura 25

Figura 26

En la Figura 26, se señala un intento de impedir la invasión de flux rellenando el espacio con un adhesivo. Sin embargo, la superficie del material sujeto a la adhesión fue tratada del modo repelente al agua (*water repellent*) llamado impermeabilización. Por lo tanto no se dio el efecto de relleno del espacio sin poder lograr el objetivo inicial. En este caso, si se sube con exceso la temperatura con el fin de aumentar la velocidad de adhesión, provocando espuma, resultaría en el hecho de permitir la invasión por medio de propia capa de adhesión.

Como el caso presentado aquí, la cara unida a veces se encuentra en contacto nada más por lo tanto es necesario tomar en consideración las condiciones de ambas caras de acuerdo con el objetivo de la adhesión.

Por otro lado de vez en cuando hay mal entendido de que; impermeabilización = repelente del agua (*water repellent*) = tratamiento contra *hygroscopicity*. En el caso de la aplicación del aditivo de *water repellent* como es el silicio, esto repela el agua en el estado líquido pero no impide de ninguna forma el agua en el estado de gas, es decir no impide el vapor. Por lo tanto no da ningún efecto contra la humedad. Es importante entender y conocer que impermeabilización no es igual que desecación.

14) Fenómeno de traslado de colores

Probablemente hay gente que haya tenido experiencia de que al dejar enredado cable vinílico alrededor del aparato eléctrico hecho por la resina ABS y/o la de poliestireno, el color del cable se traslada al aparato y lo ensucia.

También es común que al dejar encimadas una hoja vinílica con una hoja de copia fotostática, las letras de la copia quedan pegadas a la hoja vinílica.

La causa principal de estos hechos es un tipo de solvente llamado aditivo de plasticidad (*plasticizer*) contenido dentro del vinilo.

La resina de estireno empezando con ABS es propensa a ser afectada por aditivo de plasticidad (*plasticizer*) y este tipo de fenómeno es considerablemente común. Se genera este fenómeno notablemente cuando hay presencia de sustancia solvente. Aunque no haya sustancia de este tipo, puede suceder el fenómeno según el tipo de resina y el tipo de color.

Al tocar el tema del traslado, se mencionará a continuación un fenómeno conocido como la migración de plata.

Un caso más problemático es en que el voltaje de corriente directa se carga entre dos puntos sobre el laminado de fenol en papel y se usa plata en el electrodo del lado positivo. La plata ionizada se atrae gradualmente hacia el lado negativo permitiendo el crecimiento ramal de cristales y finalmente al llegar al electrodo negativo se provoca el corto circuito.

Al nivel experimental este fenómeno surge 1 siempre y cuando 2 electrodos se encuentran conectado

15) Uso del material reciclado

En el proceso de moldeo por inyección y en otros métodos de moldeo es casi inevitable generar una parte innecesaria denominada a veces “rebaba” y en otras veces “desperdicio”.

Estas partes innecesarias, en general se clasifican según su destino de la siguiente manera :

Se usa como material reciclado mezclándolo con material virgen.

Se usa como material de reproducción para la fabricación de producto de segunda calidad.

(En Japón la diferencia de la denominación entre “material reciclado” y “material de reproducción” se clasifica según el uso de material de acuerdo con la costumbre, y no tiene diferencia práctica. En Europa y los Estados Unidos de América, sobre todo en Alemania existen opiniones de que se debe utilizar las palabras “reproducción”, “reciclaje” y “*resenation*” en forma diferenciada.)

Se tira.

Aquí vamos a analizar este tema del reuso del material limitando a las siguientes condiciones; el método de moldeo es de inyección, el material es resina termoplástica, el uso es como el material reciclado como se mencionó en el ① antes referido.

Lo que primeramente se puede mencionar es que la resina termoplástica, con excepción de casos especiales, teóricamente no modifica sus propiedades después de reciclarse cuantas veces que sean, siempre y cuando las condiciones sean adecuadas.

Entonces, cuáles son los “casos especiales” arriba mencionados? Son los siguientes;

- Cuando la fibra u otros rellenos fáciles de romperse están incluidos.
- Cuando la sustancia volátil como el plastificante está incluida.
- Cuando se degrada por algunos factores como el calor y además este proceso de degradación se desarrolla en forma de *Jipper*.

Ahora, vamos a pensar cuáles son los casos en que las condiciones no son adecuadas. Son los siguientes casos;

- Cuando se moldea con una alta temperatura innecesaria.
- Cuando se moldea con una máquina de moldeo que tiene mucha retención de resina.
- Cuando se moldea con una resina que tiene insuficiencia en el secado.
- Cuando se moldea teniendo mucha contaminación de las sustancias externas como aceite, polvo, etc.
- Cuando se mezcla con material que ya ha iniciado su deterioro por alguna razón.

A continuación vamos a analizar caso por caso.

(a) el inciso (1) de los casos especiales antes mencionado

Actualmente se usa mucho fibra como relleno, sobre todo se usa considerablemente la fibra de vidrio. Estas fibras se pueden clasificar de la siguiente forma general ;unas relativamente largas, otras relativamente cortas y otras en forma casi de polvo. En los últimos años empezaron a usarse mucho las que tienen forma de chaquiras. De estas diferentes formas, se puede considerar que el reciclaje que da mucho impacto a las propiedades físicas es sólo el tipo de fibras largas. Esto se debe en su mayoría a la fractura de las fibras de vidrio. Como es de su conocimiento, las máquinas inyectoras tienen el tipo de husillo y el de *Plunger* (émbolo). Este último tipo no es muy apto para el moldeo de la resina con fibra larga ya que no es eficiente para la dispersión de la fibra, por lo tanto para este tipo de resina se usa una inyectora del tipo de husillo. La inyectora del husillo siempre fractura la fibra en el momento de mezclar la resina, y además al moler en *frakes* el material de desperdicio para facilitar su uso también se fractura. Debido a estas fracturas repetidas, la resistencia que está sostenida

principalmente por la resistencia de la fibra disminuye (la resistencia a la tensión, resistencia al impacto, resistencia al dobléz, etc.)

La causa de esta disminución está en la fractura de la fibra antes mencionada, por lo tanto se puede considerar que el nivel al que llega esta disminución sería un nivel similar al que tiene la resina que contiene como relleno la fibra muy corta o la fibra en polvo.

Sin embargo, la fractura de la fibra causa no sólo el cambio en la resistencia sino también en la tasa de contracción de moldeo así como el coeficiente de expansión térmica, por lo tanto es necesario revisar estos cambios también y poner atención especial para evitar una mala distribución del material reciclado en la mezcla.

En condiciones extremas, en caso de tener que usar el material reciclado, se podría decir que es más deseable usar la fibra de tipo corto y de chaquiras mientras las propiedades lo permitan.

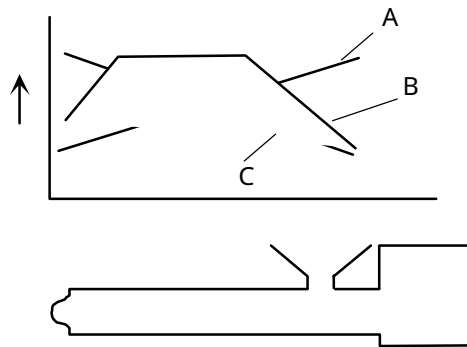
(b) el inciso (2) y (3) de los casos especiales antes mencionado

Se podría considerar que los casos a los que nosotros nos enfrentamos normalmente en el caso (2) son del grupo de vinilo, el de celulosa, el de hule, y en el caso (3) son de vinilo nada más.

De todos modos, si se considera que el problema proviene de esta causa, en muchas ocasiones resulta más ventajoso tirar todo el material a menos que se sea especialista en esto. Como uno de los criterios para tomar una decisión, el olor en el momento del moldeo normal sirve como primera referencia. Se puede considerar que las resinas que sueltan un olor o gases fuertes al momento del moldeo o que pierden en forma drástica la elasticidad por los moldeos repetidos, son las que corresponden a esto.

(c) el inciso (1) de los casos con condiciones inadecuadas antes mencionados

Si se trata sólo del trabajo de moldeo y estamos fijándonos sólo en las condiciones de temperatura adecuada, es cierto que el equivocarse en la temperatura hacia arriba nos facilita la elaboración del producto. Por esto, el operador con poca experiencia en el piso de producción tiende a subir las condiciones hacia una temperatura mayor. A diferencia del moldeo por extrusión, la operación del moldeo por inyección es intermitente, por lo que el exceso en la temperatura, en especial la del cilindro principal afecta en forma importante y deteriora las propiedades físicas.



Dibujo: Zonas de la inyección

La distribución de la temperatura en la parte de inyección tiene 3 tipos como arriba son mencionados;

El tipo A se usa para un tipo de extrusor, pero no se utiliza normalmente para el moldeo por inyección.

El tipo B es el más común y se usa mucho.

Mientras que es fácil el establecimiento de las condiciones, la temperatura establecida tiende a ser menos estricta. Sobre todo, si la máquina tiende a generar retención de resina en el cilindro o si se para la máquina por mucho tiempo durante la operación, es fácil provocar problemas.

El tipo C es el más eficiente, y se usa mucho en el proceso de extrusión sobre todo en el que se da importancia a la capacidad de extrusión.

En la práctica se considera que el mejor sería el tipo B que está muy cercano al tipo C. De todos modos, es importante mantener a la temperatura adecuada a la parte principal del cilindro así como no provocar ninguna retención de resina innecesaria en el cilindro.

(d) el inciso (2) de los casos de las condiciones inadecuadas antes mencionados

Hablando de la retención de la resina, es necesario analizarla clasificandola en dos tipos; uno que proviene del problema de que la propia máquina inyectora tiene un defecto estructural lo que permite dejar por un largo tiempo una parte de la resina en pozo frío en el mecanismo de extrusión o en el de inyección como en el husillo, cilindro, cabezal de dado, plato quebrador (*breaker plate*), boquilla, después de extruir la mayoría de la resina. El otro no proviene del problema de la máquina sino del uso inadecuado de la máquina, haciendo el moldeo no apto para la máquina.

En cuanto a la inyectora, la forma óptima de su uso sería generalmente con un 70% de la capacidad de inyección de la misma. Dicen que no es muy adecuado usarla con menos de 30%, y sobre todo, si se hace el moldeo con menos de 10% de la capacidad, este se afecta notablemente.

(e) el inciso (3) de los casos de las condiciones inadecuadas antes mencionados

Si el material para el moldeo contiene un poco de humedad o está pegado por alguna sustancia volátil, estos gasifican por el calor al momento de la plastificación dejando una huella de línea plateada, y si estos son de alto volumen, se provoca un estado de espumado. Estas sustancias volátiles disminuyen generalmente el peso molecular de la resina, deteriorando las propiedades físicas. Aun esto, con la excepción de la resina del grupo de poliéster, a menos que se presente el estado completo de espumado, aunque se vea mal la apariencia, no disminuyen tanto las propiedades físicas. Pero, en caso de la resina del grupo de poliéster como Policarbonato, PET, PBT, etc., se debe cuidar mucho ya que aunque sea muy poca la cantidad de agua, se provoca un notable deterioro de las propiedades físicas.

(f) el inciso (4) de los casos de las condiciones inadecuadas antes mencionados

Si el material reciclado está mal almacenado y está sucio con el aceite y/o el polvo y luego se calienta para plastificarse, se considera que estas sustancias extrañas

funcionan como catalizador para la degradación.

Por lo tanto, se debe cuidar mucho de eliminar el rocío del aceite o del agua que pueden provenir de la fuga de aceite de la máquina, del cilindro de aire, del aire que se usa para botar el producto.

- (i) El recipiente que recibe el producto, el recipiente para *sprue* y/o para la vena debe siempre estar limpio y ser fácil de limpiar.
- (ii) El recipiente que está sucio por el aceite, el recipiente metálico oxidado, el recipiente despintado, el recipiente de madera, sobre todo el que no está cepillado, es el más inadecuado.
- (iii) El uso del material reciclado debe hacerse lo más pronto posible. Es decir, es necesario considerarlo, con tanta rapidez que se debe tener la disposición mental de instalar un molino pequeño junto a la máquina de moldeo para poder reciclarlo inmediatamente. En el caso de tener que almacenar el material reciclado por un tiempo largo, como principio se debe almacenar en forma de pellet, y luego se debe cerrar herméticamente en el estado de *sprue-runner*. Se debe considerar que la peor forma de almacenarlo es hacerlo por un largo tiempo en el estado de *frakes* después de moler sin hacer nada.
- (iv) Por otra parte, el polvo que se genera en el proceso de molido, se debe eliminar sin escatimarlos.

(g) el inciso (5) de los casos de las condiciones inadecuadas antes mencionados

La resina que ha iniciado el deterioro, acelera el deterioro de otra resina. Por lo tanto, si el material de purga ya inició el deterioro o se podría considerar que ya está iniciando su deterioro, es mejor deshacerse de él sin escatimarlos. Si no, como hay un dicho, “por ahorrar un peso, se perderán cien pesos”.

Criterios básicos para el uso del material reciclado

- (1) Si se sigue haciendo reciclaje completo en la proporción de 1 : 1 entre el material virgen y el material reciclado puro, la calidad de este producto se va a acercar cada vez a la del producto moldeado sólo con el material del primer reciclaje.
- (2) Si se sigue haciendo reciclaje completo en la proporción de 2 : 1 entre el material virgen y el material reciclado puro, la calidad de este producto se va a acercar cada vez más a la del producto moldeado con el material mezclado en la proporción 1 : 1 entre el material virgen y el material del primer reciclaje.
Por lo tanto, sería recomendable hacer la prueba con una muestra del estado con cierta holgura de acuerdo con las condiciones de ese momento para decidir el uso del material reciclado.
- (3) Al hacer cálculo, se da cuenta de que si se sigue reciclando con más del 50% del material reciclado, la proporción de éste va a aumentar. Por lo que el porcentaje de la mezcla debe ser inferior al 50%, pero si se toma en consideración la seguridad, más prudente sería menor al 30%.
s en un plano continuo independientemente del tipo de material. En realidad el que causa el problema con frecuencia es el caso anteriormente mencionado en que el material de base es fenol en papel y el electrodo es de plata.

ANEXO : USO Y CONTROL DEL MATERIAL RECICLADO

En el moldeo por inyección, como principio es inevitable la generación de desperdicio como el *sprue* y la vena. Sin embargo, si este desperdicio es resina termoplástica, con excepción de los casos especiales, es factible el reuso. Si el método es adecuado, se podría reciclar teóricamente cuantas veces se quiera, pero en la práctica no se puede hacer así.

a) Consideraciones sobre el porcentaje de la mezcla

Al hacer el cálculo, se dará cuenta pronto de que si se sigue reciclando con un porcentaje de mezcla de mayor de 50% del material reciclado, el material reciclado viejo va acumulándose, por lo que la resina va cada vez más va incrementando el deterioro. Por esto, la proporción de la mezcla debe ser menor al 50%. Sin embargo, si se considera la seguridad, la proporción máxima de mezcla razonable debe ser una tercera parte, o 30%.

b) Consideraciones sobre las propiedades físicas

- (1) Si se sigue haciendo reciclaje completo con una proporción de 1 : 1 entre el material virgen y el material del primer reciclaje, la calidad de este producto se va a acercar cada vez más a la del producto moldeado sólo con el material del primer reciclaje.
- (2) Si se sigue haciendo reciclaje completo con la proporción de 2 : 1 entre el material virgen y el material de primer reciclaje, la calidad de este producto se va a acercar cada vez más a la del producto moldeado con un material mezclado en la proporción 1 : 1 entre el material virgen y el material del primer reciclaje.

Por lo tanto, sería recomendable hacer la prueba con una muestra del estado con cierta holgura de acuerdo con estas condiciones para decidir el uso del material reciclado o el porcentaje de la mezcla.

c) Puntos claves para el control

Si el material reciclado está mal almacenado o conservado, y está sucio con el aceite y/o el polvo y luego se calienta para plastificarse, se considera que estas sustancias extrañas funcionan como catalizador para la degradación y el deterioro.

Por lo tanto, se debe cuidar mucho de eliminar el rocío del aceite o del agua que puedan provenir de la fuga de aceite de la máquina, del cilindro de aire, del aire que se usa para botar el producto.

Además, se deben cuidar los siguientes puntos.

- (1) El recipiente que recibe el producto, el recipiente para *sprue* y/o para la vena deben siempre estar limpios y ser fáciles de limpiarse.
- (2) El recipiente que está sucio de aceite, el recipiente metálico oxidado, el recipiente despintado, el recipiente de madera, sobre todo el que no está cepillado y la caja de cartón dañada son los más inadecuados.
- (3) El uso del material reciclado debe hacerse lo más pronto posible. Es decir, es necesario considerarlo con tanta rapidez que se debe tener la disposición mental de instalar un molino pequeño junto a la máquina de moldeo para poder reciclarlo inmediatamente. En el caso de

tener que almacenar el material reciclado por un tiempo largo, como principio se debe almacenar en forma de pellet, y luego se debe cerrar herméticamente en estado de sprue y runner. Se debe considerar que la peor forma de almacenarlo es hacerlo por un largo tiempo en el estado de frakes después de molerlo sin hacer nada.

- (4) Por otra parte, el polvo que se genera en el proceso de molido, se debe eliminar sin escatimarlos.
- (5) La resina que inició el deterioro acelera el deterioro de otra resina. Por lo tanto, si el material de purga ya inició el deterioro o se podría considerar que ya está iniciando su deterioro, es mejor deshacerse de ello él sin escatimarlos. Si no, como hay un dicho, “por ahorrar un peso, se perderán cien pesos”.

d) Recomendacion del molde sin *sprue*

La base para reducir el porcentaje de la mezcla del material reciclado es disminuir la producción de desperdicio.

En un tiempo se utilizó mucho la colada caliente con el propósito de reducir hasta a nivel de cero la generación de desperdicio. El hecho de estar utilizando varios tipos diferentes de la estructura de la entrada significaría cierta efectividad de la misma. Se podría decir que la colada caliente es un tipo de la entrada directa (entrada ilimitada) de forma modificada, y tiene sus ventajas y desventajas. Sobre todo, si es de múltiples entradas o de muchas cavidades, no sólo sale caro el precio sino también se hace más difícil el balance de las entradas, por lo tanto no resultaría tan recomendable.

Después de todo, la entrada es un punto clave importante del *Know How* para la técnica del moldeo.

En cambio, se podría considerar que el *sprue* es totalmente inútil. Así que al cambiar al sistema sin *sprue* (*sprueless*), se hace factible reducir la vena en general a menos de una quinta parte. Además, al eliminar *el sprue*, que tomaba más tiempo de lo que se imaginaba para el enfriamiento, se contribuye al mejoramiento del ciclo de disparo.

Como las medidas para hacer el sistema del *sprueless*, se usa normalmente la boquilla de extensión con el sistema de un juego de colada caliente.

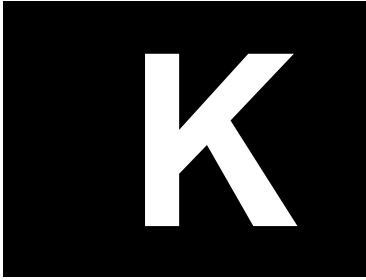
A continuación se hará el cálculo comparativo del caso en que; el producto pesa 70g, el *sprue* 15g, la vena 15g, y el otro caso es del *sprueless*.

<Rendimiento del producto>

$$\frac{70}{15 + 15 + 70} = 70 \%$$

Al cambiar al sistema del *sprueless*, la vena se reduce a una quinta parte.

$$\frac{70}{3 + 70} = 96\%$$



**PROCESO SECUNDARIO
DEL PLÁSTICO**

K Procesamiento Secundario del Plástico

El procesamiento secundario de productos de plástico se divide en dos: maquinado como corte y procesamiento químico encabezado por la decoración como adhesión e impresión.

KA Maquinado

Se pueden realizar todos los maquinados comunes tales como corte, troquelado, calafateo, forjado, rodadura, etc. Pero hay materiales fáciles de procesar y difíciles de manejar, y aunque existen en algunos intentos de establecer una teoría, todavía no se ha logrado, por lo que es necesario tener conocimientos por experiencia.

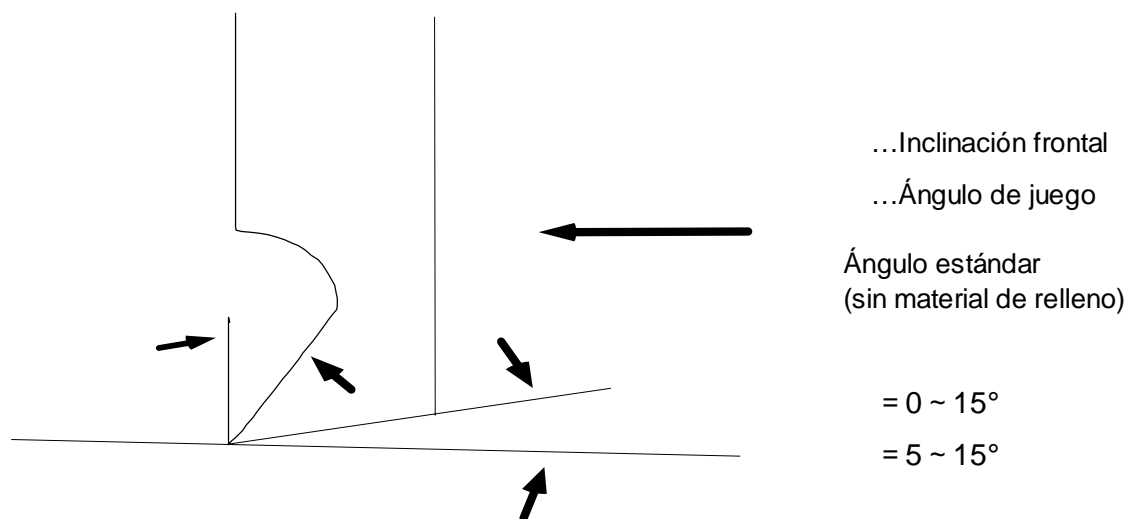


Figura [A] Forma básica de la cuchilla para cortar raspando

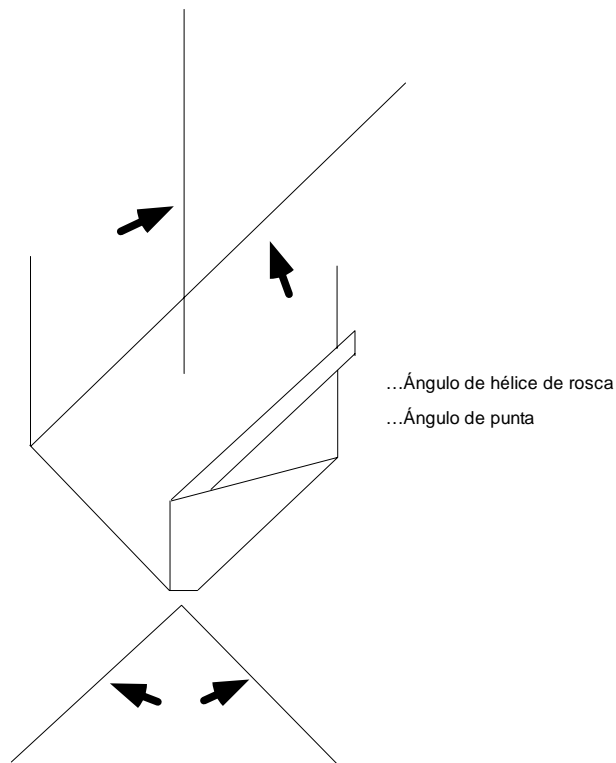


Figura [B] Forma básica del taladro

Por poner un ejemplo, cuando se realiza troquelado utilizando punzón y dado con tabla laminada de resina termofija, se forman superficies de corte casi del mismo modo que las del metal. Asimismo, la resina termoplástica también muestra cierta tendencia que es similar cuando su espesor es relativamente grueso.

Sin embargo, cuando se trata de productos delgados (hoja, película) de resina termoplástica, es común que se presenten rebabas como una especie de barba en algunas partes (no en toda la superficie). Este es un fenómeno que sucede también en el caso de *shearing* (corte de metal) aunque hay diferencia en su grado.

Algunas tablas laminadas de resina termofija se pueden troquelar fácilmente en frío (material para ser perforado en frío) y otras que son difíciles (material para ser perforado

en caliente). Hay diferencia en sus propiedades por lo tanto se debe prestar atención al momento de utilizarlas.

Por lo general no hay problema con la resina termoplástica, pero algunos poliestirenos son difíciles de troquelarse, por lo que se debe tener cuidado.

Es alta la eficiencia del trabajo llamado maquinado de plástico en frío como rodadura, forjado, calafateo, por lo que son utilizados ampliamente según el objetivo. Pero también existen materiales fáciles para realizar dicho maquinado así como difíciles de hacerlo. Hay casos en que se puede llevar a cabo con mayor facilidad al calentar un poco y mantenerlo en un estado no muy caliente. (sólo para el producto termoplástico)

Aunque sólo para el caso del termoplástico, el corte con alambre caliente se practica ampliamente en los productos de espesor delgado así como en el bloque de poliestireno espumado llamado “pan cake”. Los dibujos [A] y [B] son de herramientas de corte comunes. La inclinación frontal y el ángulo de juego de estas cuchillas cambian según el material que van a cortar, pero básicamente cuánto más alta sea la viscoelasticidad del material a cortar, tanto más grandes deben ser estos dos ángulos, especialmente la inclinación frontal para ser más aguda la punta de cuchilla.

Mientras el diámetro del orificio es pequeño, se puede usar el taladro para los metales, pero a medida que el diámetro aumente, se debe hacer más grande el ángulo de hélice de rosca y bajar la velocidad de rotación. Esto es porque cuando sea más pequeño el ángulo de hélice de rosca, vuelve a ser más pequeña la inclinación frontal que es un punto clave para la facilidad de corte, y en consecuencia la capacidad del corte va a disminuir. Cabe mencionar que el ángulo de punta del taladro debe ser más agudo que el del taladro para metal.

Haciendo una síntesis de todo lo anterior, se podría decir que para perforar el plástico, es

más conveniente usar el taladro cuyo forma se asemeje al taladro para madera que el taladro para metal.

En lo que se refiere al método de trabajo, uno de los grandes enemigos del corte es la generación de calor. La velocidad de la cuchilla debe ser lenta y para hacer salir los desperdicios del corte debe alejarse la cuchilla del objeto en ocasiones. De ser posible debe tratarse de soplar los desperdicios con aire, lo cual sirve para el enfriamiento.

Para que se obtenga dicho efecto, lo mejor sería utilizar el aire de enfriamiento. Cuando hay problema de la generación de calor al momento del corte y hay que cortar pocos productos, es conveniente utilizar el spray de enfriamiento para IC que se vende en el mercado.

Las herramientas para el trabajo de madera nos tienen buenas referencias no sólo para herramienta de corte sino también para cepillo rotativo, broca de perforación, lijadora de banda entre otros.

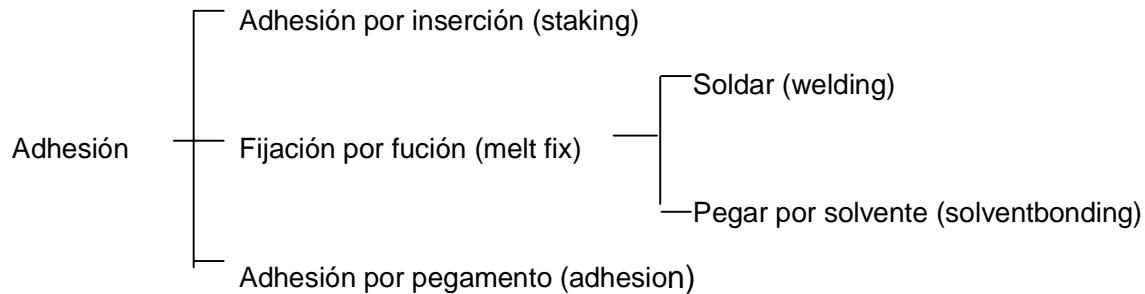
KB Adhesión

Aunque se trate únicamente de adhesión, hay varias formas.

1) Adhesión por clavado

Es un tipo de “clavado de pilote” y en un sentido adecuado no se podría llamar adhesión, pero últimamente la soldadura ultrasónica mostró un desarrollo notable y ha llegado a ser utilizado ampliamente el método de adherir (juntar) por clavado metiendo un material como pin metálico en el plástico termoplástico.

Se puede decir que este tipo de unión entre el metal y el plástico es posible físicamente sólo por el efecto de anclaje.



2) Soldadura

Es el método con el que se adhiere el objeto al fundir la cara de contacto o varilla de soldadura utilizando una alta frecuencia, onda ultrasónica, gas caliente, o paleta térmico entre otros.

Siempre se realiza entre plásticos termoplásticos de la misma familia que tengan una buena compatibilidad y miscibilidad.

En principio, excepto la soldadura de alta frecuencia, estas técnicas se aplican a los plásticos que carecen de buenos solventes y eficientes adhesivos como para los casos del poliestireno, polipropireno, poliacetal. En cuanto a la soldadura de alta frecuencia, se utiliza ampliamente en la soldadura de hoja de vinil de cloruro.

3) Adhesión por solvente

Se trata del método con el que se disuelve la superficie de contacto con el solvente para adherir. Este método también se emplea cuando los objetos a adherir son del mismo tipo o familia que tengan una alta compatibilidad y miscibilidad y que cuenten con un solvente apropiado.

Se utiliza frecuentemente para el estireno, vinil, celulosa entre otros.

4) Adhesión por pegamento

Si yo dijera que ésta es la verdadera adhesión en un sentido propio, sonaría raro, pero en

los métodos antes mencionados no cuentan con la capa de adhesión por decirlo así, puesto que los objetos a adherir tienen mutuamente contacto directo. En cambio, este método de unión llamado adhesión por pegamento o simplemente adhesión, es caracterizado por su disposición de unir una amplia gama de objetos por la intervención de la capa intermedia llamada capa de adhesión entre los objetos.

Al material que constituye la capa de adhesión se le llama pegamento. Por lo tanto se puede definir que el pegamento es el material que une varios objetos con la intervención de sí mismo de tal manera que no se separan, .

	Tipo de adhesión	Comportamiento
Adhesivo	Adhesivo tipo solvente	Transformación reversible
	Adhesivo por endurecimiento	Transformación irreversible
	Tipo <i>hot-melt</i> , tipo viscoso	Transformación reversible

5) Diferentes métodos de adhesión y sus méritos y deméritos

a. Soldadura ultrasónica

Al aplicar una vibración ultrasónica a la cara de adhesión, se genera calor a través de la conversión de dicha vibración a energía. Por este calor se funde el plástico que está en la cara de unión y de esta manera se concluye la adhesión.

Este método hace posible la adhesión que parece imposible con otros métodos como adhesión por clavado. En cambio, en cuanto a la precisión no es muy alta debido a la vibración mecánica.

b. Soldadura por alta frecuencia

Este método se utiliza ampliamente para la soldadura de hoja de vinil entre otros, aprovechando el calor generado con la conversión de la energía perdida al poner en el campo eléctrico de alta frecuencia el material de alta pérdida dieléctrica. Es un método muy sencillo, pero hay limitaciones en la calidad del material y el espesor: no es apropiado para material grueso ni de espesor no uniforme. De hecho no está en

uso práctico excepto para la adhesión entre las hojas y películas de vinil de cloruro.

c) Soldadura térmica

Es el mismo concepto que el de la soldadura de metal y por lo general se utiliza con la varilla de soldadura. Su defecto es que se requiere de habilidad técnica y que no es apropiada para producción masiva.

d) Adhesión por solvente

Se gotea el solvente en la cara de contacto previamente unida de materiales, por lo que es muy conveniente para la unión de los plástico fáciles de fundirse. Pero, por otra parte, la mayoría de los solventes que se utilizan son aromáticos como benzol y tolueno o de la familia de las cetonas como acetona y MEK con alta volatilidad por lo tanto existe una elevada posibilidad de afectar la salud y provocar dasastres e incendios.

e) Adhesión por pegamento

e-1) Pegamento de tipo solución

La mayoría de los pegamentos conocidos tradicionalmente pertenecen a este grupo. El almidón, cola, goma en polvo, goma arábico entre otros son de esta clase.

Estos, en estado líquido, se aplican a un objeto y se junta uno con otro ejerciendo una presión adecuada de tal manera que el solvente se extienda. Cuando se solidifique el pegamento, se concluye la adhesión.

El pegamento de tipo emulsión que se utiliza en grandes cantidades últimamente, se podría considerar como un tipo de solvente.

Mérito: Es relativamente barato. El trabajo es sencillo y se ha empleado desde hace mucho tiempo, por lo que hay pocos errores en la operación.

Demérito: Es difícil adherir los materiales cuya propiedad y/o forma hace(n)

difícil(es) dispersar y evaporar el solvente. Algunos solventes son nocivos e inflamables.

e-2) Pegamento de tipo solidificador

Es un pegamento relativamente nuevo, por lo tanto aunque busquemos algunos pegamentos antiguos dentro de este grupo, son bastante nuevos como la familia de yusoa o la de fenol que se han utilizado para la tablarroca. Los pegamentos de la familia epóxica, la ciano-acrilato que últimamente están llamando la atención del mercado y el pegamento anaeróbico, pertenecen a este tipo.

Las características de este tipo de pegamentos son: el proceso de adhesión no es reversible, por lo que una vez que se concluya la solidificación de la capa de adhesión, nunca se ablandará por medio del solvente u otras sustancias. (aunque sí existe algo parecido al removedor); hay muchos que no hacen separar ni gas ni agua en el proceso de solidificación; la mayoría de pegamentos de este grupo posee adhesividad relativamente alta, entre otros.

Mérito: El pegamento de tipo polimerización (la mayoría de los pegamentos que se quedan endurecidos pertenecen a éste) no necesita la dispersión del gas ni de solvente, lo cual hace posible la adhesión de materiales cuya estructura no cuente con permeabilidad de aire ni característica de absorber el solvente ni desaereación. Además, generalmente, tiene una adhesividad muy fuerte.

Demérito: Por lo general, es más caro que el tipo solvente. La forma de solidificación no es uniforme, por lo que si uno se equivoca en el uso, no podrá cumplir el objetivo deseado.

e-3) Tipo fundición en caliente, tipo adhesivo

Para entender fácilmente el tipo adhesivo, se puede comparar con esparadrapo. Se

pega y se quita: se puede repetir esto cuantas veces se requiera. Y el tipo fundición en caliente se efectúa de la siguiente manera: previamente se lamina el plástico termoplástico en el objeto a adherir y se junta teniendo como intermedio la cara laminada. Luego se calienta con rodillo térmico o tabla térmica y se adhiere por presión, o bien se hace gotear la resina fundida en un lado del punto de adhesión y se junta al otro lado apretando, esperando hasta enfriarse para concluir la adhesión.

Mérito: Es conveniente para la producción masiva con adhesión continua como para película, hoja, cartón, etc..

Demérito: Se genera deformación (*creep*) por el esfuerzo de la aplicación durante largo tiempo. Es poco resistente al calor. Sobre todo, el tipo adhesivo tiene poca fuerza de adherencia.

KC Pintado

Al proceso de formar un recubrimiento uniforme de la pintura en toda o amplia superficie del objeto se le llama pintado.

Para formar este recubrimiento uniforme, primero debe aplicarse la pintura. Su método se clasifica que sigue;

- 1) Soplado
- 2) Impregnación (Incluye el pintado en cama fluidificada)
- 3) Pintado (con brocha, etc.)

1) Soplado

Generalmente con la utilización de pistola pulverizadora u otro instrumento, se sopla la pintura al producto para formar una película de pintura. Es alta la eficiencia de trabajo, pero el rendimiento de la pintura es bajo. La pintura dispersa constituye la causa de

accidentes laborales, por lo que se hizo obligatorio prevenir el esparcimiento con alguna medida como el uso de una cortina de agua.

Cabe mencionar que se está utilizando en la práctica el pintado electrostático que evita la dispersión del polvo de pintura con la generación de electricidad estática, pero todavía no es tan común.

2) Impregnación

Se sumerge el producto en el depósito lleno de pintura líquida y luego se sacude para que se quite el sobrante de pintura para luego hacer endurecer la capa de la pintura. Es el método clásico, pero se está aplicando arraigadamente según el caso.

Últimamente se está aplicando con bastante aceptación el método del pintado en cama fluidificada que usa la pintura en polvo. Se trata del método con el que se mete la pintura en polvo en una caja denominada “cama fluidificada”, cuyo fondo tiene numerosas perforaciones. Se sopla el aire de abajo hacia arriba para hacer flotar dicho polvo. Ahí se mete el producto calentado. Como el polvo está flotando el producto se sumerge en el mismo. De acuerdo con la capacidad térmica se pega la capa de pintura en la superficie del producto, la cual luego se recalienta para obtener una superficie lisa y de esta manera se elabora el pintado.

3) Pintado

Es el método más clásico. Utilizando brocha u otros utensilios, se aplica la pintura en la superficie del producto. Cuando el volumen de producción es bajo, se sigue acudiendo aún ahora a este método con base en el pintado con brocha.

ED Enchapado (planchado)

El enchapado para productos moldeados empezó con el deseo de decorar la superficie

con el brillo metálico.

Por lo tanto, la resina a la que se aplicó el enchapado por primera vez fue la resina ABS. Corroían su superficie con el ácido mezclado (bicromato potásico + ácido sulfúrico concentrado) para disolver y eliminar el butadieno encontrado en la resina ABS y así formar una superficie áspera. Luego aprovechando la reacción del espejo de plata, se forma una película delgada de plata y después se hace electrodeposición de níquel, y por último se le aplica la película de protección de cromo.

Seguido de lo anterior, hizo su aparición como uno de los métodos de fabricación del circuito impreso. Se introduce en la tarjeta laminada el agente de reacción para cobre libre de electrón, llamado activador, y se tapa la parte innecesaria para que se precipite el cobre libre de electrón y posteriormente se cubre con electrolisis.

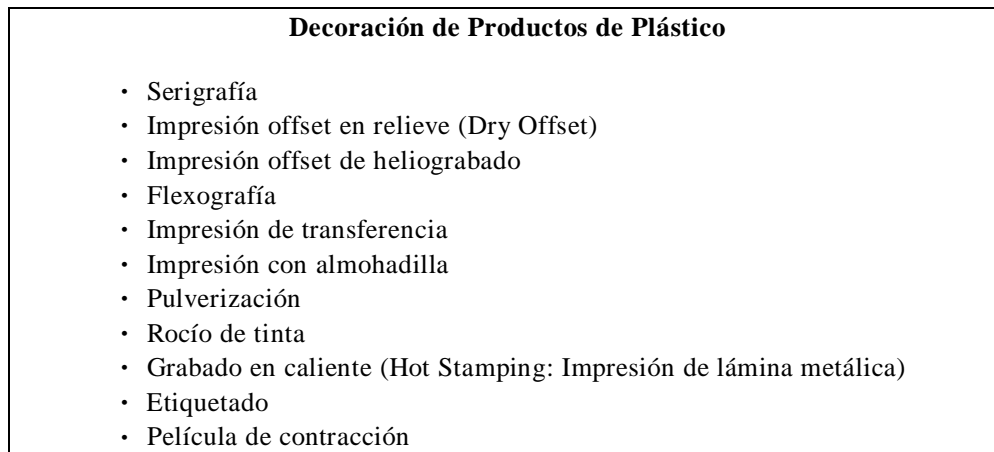
Como el método más desarrollado, existe uno con el que se hace impresión directamente en la tarjeta laminada sin meter el activador en él, y está en uso práctico aunque no está muy generalizado.

Aparte de esto, está empezando a ser el foco de atención el enchapado del lado interior del cuerpo del producto electrónico con el fin de sellar la onda electromagnética. Se consideraría que el método que utiliza el activador será el principal, pero todavía no se sabe bien. Con respecto al material de enchapado, tampoco se ha determinado cuál va a ser el principal, el cobre libre de electrón o el níquel libre de electrón.

KE Decoración de Productos de Plástico

En la siguiente tabla, se muestran los principales métodos de decoración que se aplican a los productos de plástico. La técnica más ampliamente adoptada para productos soplados (recipientes) es primeramente la serigrafía, y luego vienen la

impresión offset en relieve, el etiquetado, el enrollado de película de contracción impresa que podría considerarse como una especie de etiquetado, el grabado en caliente (Hot Stamping) para dar brillo metálico, entre otras.



1) Serigrafía:

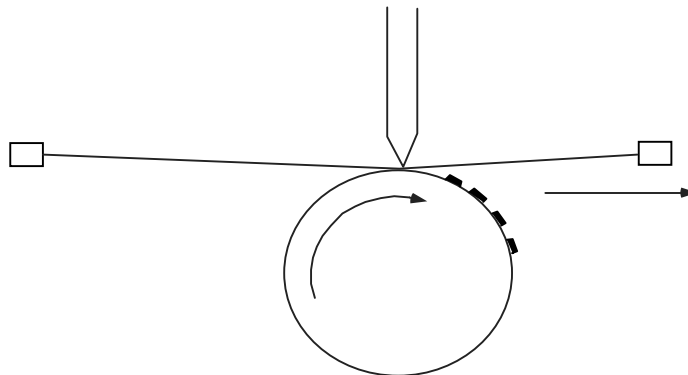


Figura [C]

La figura [c] presenta el concepto de la serigrafía sobre un recipiente en forma de botella. Dentro de un marco cuadrado, se encuentra un tejido estirado suficientemente por todos lados con la misma tensión, a cuya superficie se aplica el agente fotosensitivo.

Después, se expone a la luz con la placa fotográfica de la imagen que se desea imprimir y se revela, para que se elimine el agente fotosensitivo de la superficie donde se va a imprimir. Se pone la tinta en esta plancha y se mueve la escobilla de goma sobre la superficie, de manera que la tinta pase hacia abajo por los poros que hayan quedado sin el agente fotosensitivo, quedando así la tinta sobre el producto, y de este modo se realiza la impresión. Por lo general, no se mueven ni la plancha ni el objeto sobre el que se imprime la imagen, sino que la impresión es efectuada sólo con el desplazamiento de la escobilla. Sin embargo, en el caso de la impresión sobre productos soplados, la escobilla queda fija y la plancha se desplaza en la dirección indicada por la flecha, haciendo girar en forma sincronizada el objeto sobre el que se imprime. En este caso, es probable que el producto sufra deformación debido a la presión de la escobilla, a menos que tenga un grosor de pared suficientemente resistente, por lo que se previene la incidencia de deformación con la introducción de aire en el recipiente.

2) Impresión offset en relieve (Dry Offset):

La figura [D] muestra el concepto de la impresión offset en relieve. La tinta aplicada sobre la plancha en relieve se transmite en primer lugar al cilindro de transferencia, que después la transporta al objeto sobre el que se imprime la imagen.

En el caso de la serigrafía, la tinta tiene un aspecto relevado dando volumen a la impresión. En cambio, la impresión offset en relieve deja la imagen plana. No obstante ello, permite obtener impresión de letras y líneas finas con mayor claridad.

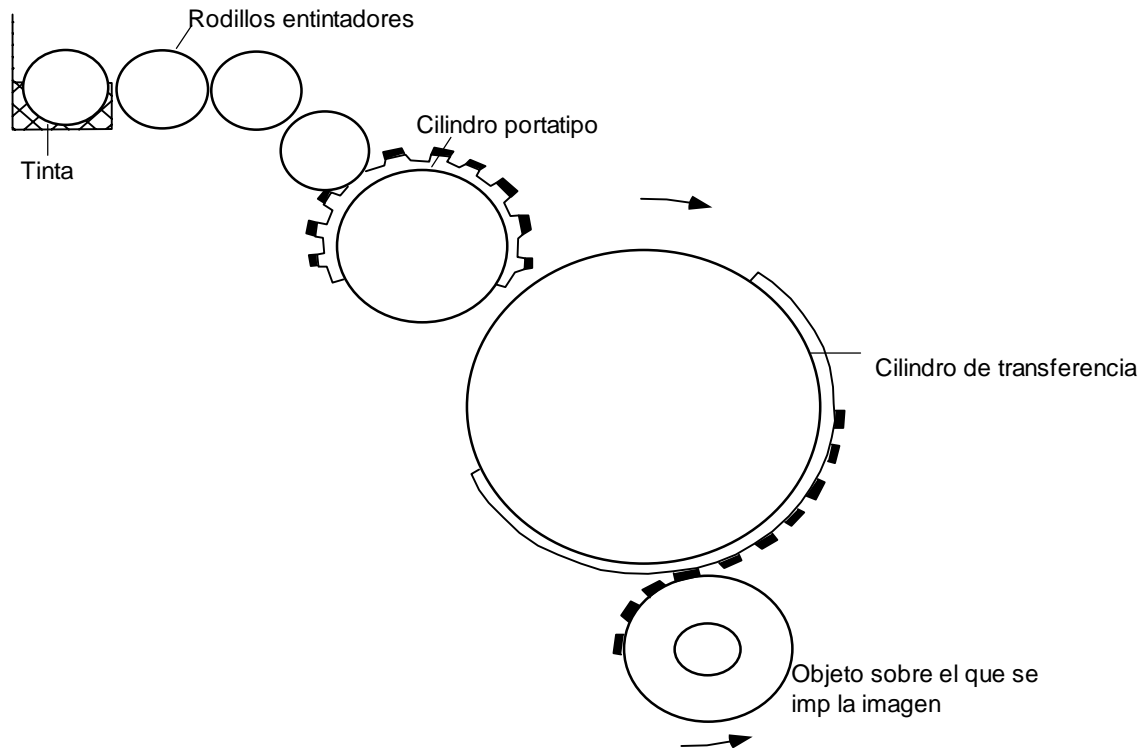


Figura [D] Impresión *offset* en relieve (*dry offset*)

3) Etiquetado:

Se ha practicado el etiquetado desde los tiempos antiguos, sea la adhesión o el enrollado directo a la superficie del recipiente con un agente adhesivo o pegamento. Aunque este trabajo es realizado a mano en la mayoría de los casos, ha surgido también el etiquetado automático debido al aumento de la demanda cuantitativa.

Aparte, se ha creado otro sistema que permite realizar el etiquetado al momento del moldeo, del cual se presentará el dibujo conceptual.

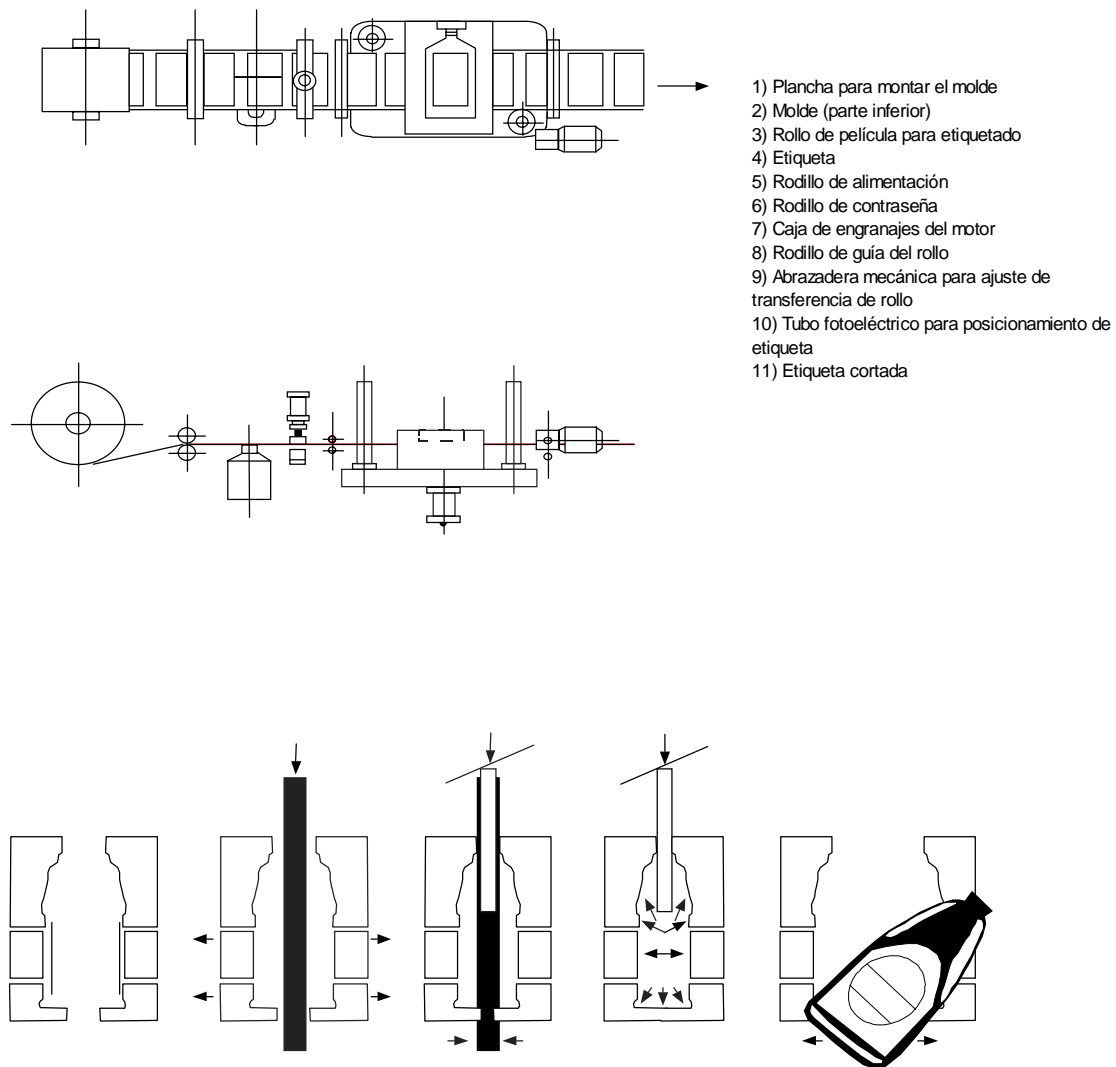


Figura [E] Dibujo conceptual de etiquetado interior

4) Uso de la película de contracción:

Se retiene en un lugar determinado la película de contracción impresa en forma de cilindro y se le aplica calentamiento o irradiación de rayos infrarrojos, para obtener el efecto de contracción que permite realizar el enrollado.

Además de este fin, la película de contracción se usa ampliamente para el sellado de abertura (boca).

5) Grabado en caliente (Hot Stamping; impresión de lámina metálica):

Es el método de decoración representativo para dar brillos metálicos. Como se muestra en el Dibujo 38, se coloca la película de transferencia sobre el producto, para ser presionada hacia el objeto por un molde caliente. En el lado del contacto con el molde, se derrite la capa del adhesivo en caliente y se adhiere al producto. Después, al ser removida la película, las partes del adhesivo que tuvieron contacto con el molde permanecen adheridas al producto y se desprenden otras partes innecesarias.

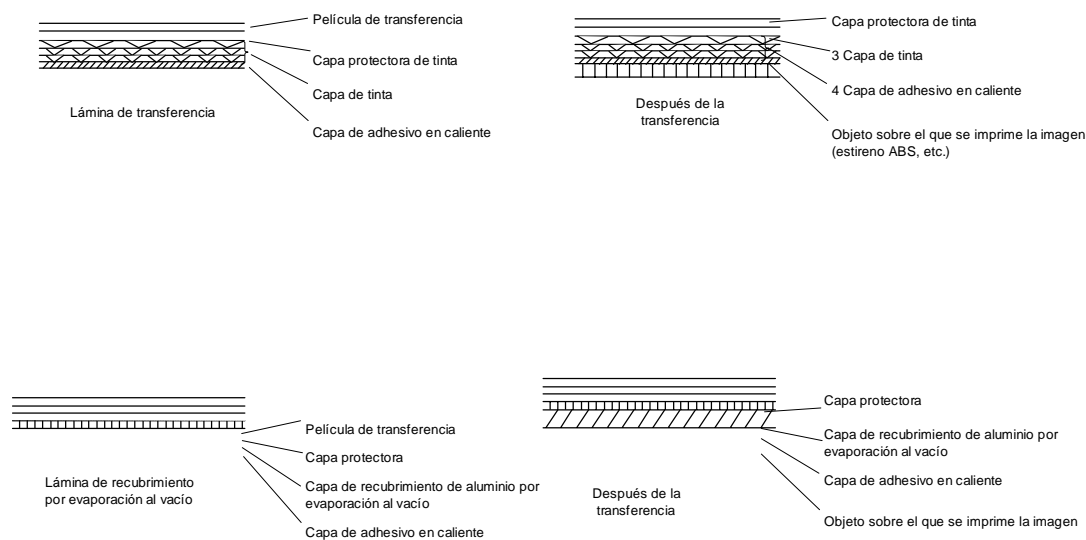


Figura [F] Ejemplo de la lámina de transferencia

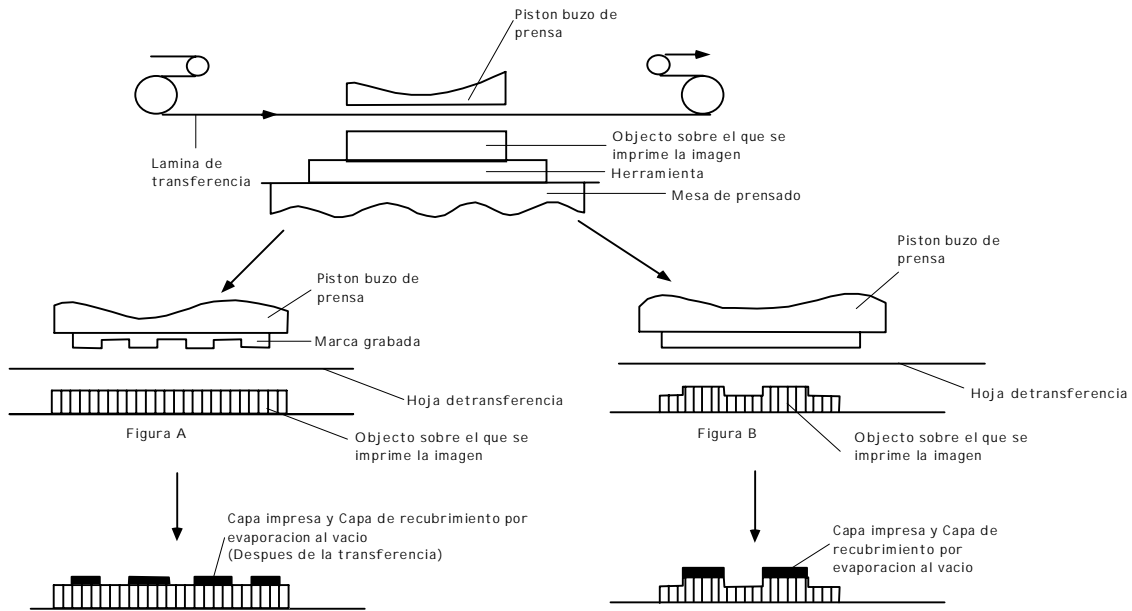


Figura [G] Ejemplo de la lámina de transferencia

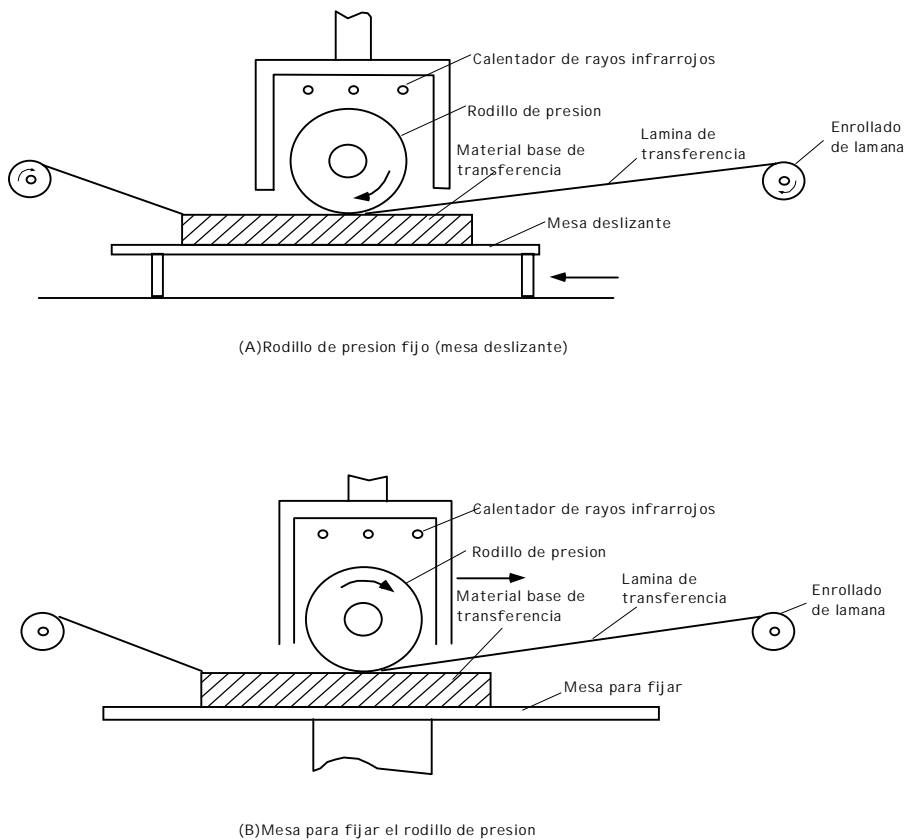


Figura [H] Ejemplo de la impresión de transferencia

Para el molde, se usan materias termorresistentes y elásticas como el caucho de silicona en el caso de requerirse un grabado de lámina en una superficie amplia, mientras que se utilizan metales para grabar diseños relativamente finos como letras o líneas.

Se le denomina en conjunto como la impresión en superficie curva a la técnica de impresión que se aplica a las superficies no planas, como es el caso de los productos de moldeo por soplado.

KF Tratamiento Superficial de Productos de Moldeo por Soplado:

La mayor parte de la decoración de productos de plástico es realizada con tinta a través de alguna de las técnicas de impresión. Algunos plásticos son *favorables* para la tinta de impresión como es el caso de la resina de vinilo o estireno, pero no se pinta con facilidad la resina de olefina que se usa en la mayoría de los productos soplados y, sobre todo, en el caso de la resina de polietileno, en principio no se le puede aplicar la tinta de impresión sin un pretratamiento superficial. Por lo tanto, por lo que respecta al tratamiento superficial en el campo de la impresión, se puede considerar sin temor a equivocarse que se refiere al tratamiento previo de productos moldeados de resina de olefina, en especial, de polietileno.

Lo fundamental de este tratamiento superficial consiste en crear la base activada ante la tinta de impresión, aplicando una ligera oxidación a la superficie del producto. Existen varias técnicas de este tratamiento, y en la figura [I] se muestran algunas de ellas.

Se ha practicado desde hace mucho tiempo como una técnica de tratamiento superficial a la película de polietileno. Como se observa en el Dibujo 34, se genera una descarga corona entre los electrodos opuestos para producir oxidación en la superficie de la película de polietileno a través del súbito ascenso de la temperatura por las chispas así como el ozono producido. Como se puede entender en la ilustración, se genera la descarga a través del producto (película) y, por tanto, si el producto no es delgado ni homogéneo, en realidad es difícil poner en práctica esta técnica. Últimamente, se ha intentado producir la descarga a través de una pared divisora, según se muestra en (b), pero el método dominante es la descarga sobre la película.

2) Método de flama:

Se expone la superficie del producto a la flama de gas. En la actualidad, es el método de tratamiento superficial más común para los productos moldeados de polietileno (incluyendo los soplados) que no sean películas.

3) Método de plasma:

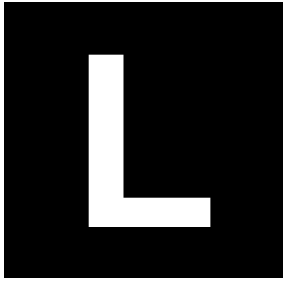
La superficie del producto moldeado se expone a la irradiación del plasma de gas, técnica básicamente similar a la de flama, sin embargo se caracteriza por un mínimo de impacto al producto moldeado, ya que la temperatura no asciende tanto como en el método de flama. El equipo es comparativamente pequeño y de fácil ajuste, por lo que su práctica seguirá extendiéndose en el futuro.

4) Método de ácido mezclado:

Después de una ligera sumersión en el ácido mezclado de bicromato potásico y ácido

sulfúrico concentrado, se lava con agua para ser usado. Es una técnica de pretratamiento practicada ampliamente para la galvanización de la resina ABS, sin embargo casi no se aplica en materia de la impresión, debido al problema de tratamiento de la solución residual.

De todos modos, el tratamiento superficial realizado con los métodos arriba explicados pierde rápidamente el efecto obtenido con el transcurrir del tiempo, por lo que es preciso que se efectúe el tratamiento inmediatamente antes de la impresión.



**EJEMPLOS PARA
MEJORAMIENTO Y
MODERNIZACIÓN**

L-A CALCULO DE COSTOS

[L-A-*-S-1-(SEPARADOR) (PVC's)-PM]

Análisis de Costo

pv = \$0.35 mx peso de la pieza = 29.4 g hrs. máquina = \$ 100.0 mx

mp = \$8.0/kg

scrap = \$3.0/kg

ACTUAL
 Tiempo de ciclo = 50 seg.
 Desecho 100%
 % de FE = 10 %

MEJORA
 Tiempo de ciclo = 25 seg.
 60 % Reciclado + 40 % Virgen
 % de FE = 2 %

ACTUAL

Costo Mat. = $[29.4 \text{ g} * 0.4 * 8 + 0.6 * 3] / 0.9 * 1000 = 0.163$

Costo Máq. = $[100 * 50] / [3600 * 8 * 0.9] = 0.193$

Costo de Fab. = $[0.163 + 0.193] * 0.03 = 0.011$

Margen = $0.35 - [0.163 + 0.193 + 0.011] = - 0.014$

PROPUESTO

Costo Mat. = $[29.4 \text{ g} * 8] / [1000 * 0.98] = 0.24$

Costo Máq. = $[100 * 25] / [3600 * 8 * 0.98] = 0.0886$

Costo de Fab. = $[0.24 + 0.0886] * 0.03 = 0.099$

Margen = $0.35 - [0.24 + 0.0886 + 0.099] = - 0.3385$

Aun cuando se emplee material virgen se obtienen ganancias

[L-A-*-S-2-(FRESBEE) (PVC's)-PE]

Pieza	[L-E-1-S-2-FREESBE-PE] Minifreesbe
Precio de Venta	1.3
Peso de pieza	23 g
Costo materiales	$(23)(8.5)/(1000 \times 0.9) = 0.217$
Tiempo de ciclo	45"
Costo Hr-máquina	150
Costo Fab.	$(150)(45)/(3600 \times 8)(0.85) = 0.276$
Costo Serigrafía	$(3000 \times 3)/(25 \times 8 \times 3600 \times 0.7) = 0.018$
Mano de Obra	3000
Costos Totales	$(0.217 + 0.276 + 0.018)(0.05) = 0.026$
Utilidad	$(1.3 - (0.217 + 0.276 + 0.018 + 0.026)) / 1.3 = 0.587 \times 100 = (58.7\%)$

El análisis de pesos por cavidades en máquina de 180 t., C8481 muestra el perfil siguiente:

Cavidad	Peso 1 g	Peso 2 g	Peso 3 g	Peso 4 g	Avg.
1	22.3	21.7	22.6	22.3	22.2
2	21	20.3	21	21	20.8*
3	20.8	20.6	21.4	20.8	20.9*
4	20.5	20.3	20.5	20.5	20.45*

[L-A-*-Q-3-(CONTENEDOR) (PE)-IPA]

- Costo - Contenedor [p/8 botellas de 2lts.]

Peso promedio de 1 contenedor:	1.900 Kg.
% Pérdida [material] en el proceso:	5 %
Costo de materia prima:	\$ 7 / Kg.
Costo máquina [720 Tons.] :	\$ 600 / hr
Venta de 1 producto:	\$ 35 / contenedor

$$\text{Costo Materia Prima} = 1.9 \times 7 / 0.95 = \underline{\$14}$$

$$\text{Costo Moldeo} = 600 / 60 \times 0.95 = \underline{\$10.53}$$

$$\text{Gastos} = [14 + 10.53] \times 0.07 = \underline{\$1.72}$$

$$\text{Utilidad} = 35 - [14 + 10.53 + 1.72] / 35 = \underline{\$0.25}$$

Comentario :

- Se tiene demasiada ganancia, si bajamos el costo de la máquina de \$ 600 a \$ 500 / hr se obtiene suficiente ganancia

[L-A-*-Z-4-(Tarjetero) (GPP's)-PE]

Con datos de costos proporcionados se efectuó análisis de costos para tarjetero y Minifreesbe. Los resultados son los siguientes:

Pieza	[L-E-1-Z-4-Tarjetero-PE]
Precio de Venta	0.65
Peso de pieza	29.4 g
Costo materiales	$(9.5 \times 29.4) / (1000 \times 0.93) = 0.3$
Tiempo de ciclo	-
Costo Hr-máquina	-
Costo Fab.	
Costo Serigrafía	
Mano de Obra	
Costos Totales	
Utilidad	$(0.65 - 0.3) / (0.65) = 0.583$

[L-A-*-T-6-(TAPÓN) (PP)-IG]

Aumentar el tiempo de ciclo ($t = 20$ seg.) en maquina para el producto “GV - 5” (balanceo de funciones tiempo de producción - tiempo para rebabeo). Se pueden recuperar 2 piezas

Análisis de tiempo de ciclo Vs. tiempos de rebabeo. Producto GV-5.

<u>Antes de cambio</u>	<u>Después de cambio</u>
15.64 seg. C.T.	21.0 seg. C.T.
17.20 seg. / 5 pza. rebaba.	17.68 seg. / 8 pza. rebaba.
5 cavidades OK	8 cavidades OK
3.44 seg./pza.	2.2 seg./pza.
	% = + 35.8.

[L-A-*-Q-7-(RODILLO-FILTRO-BOTELLA) (PE)-PIS]

1. COSTO

Producto “Accesorio para baño Rodillo”

Precio de Venta: \$ 0.47/1 juego

Materia Prima: \$ 7.8/kg

Peso : 15 g/1 juego

Materia Prima = $15 * 7.8 / (1000 * 0.9) = \$ 0.13$

Costo de mano de obra = $50 * 18 / (3 * 3600 * 0.9) = \$ 0.093$

Costo de fabricación = $(0.13 + 0.093) * 0.05 = 0.011$

Utilidad = $(0.47 - (0.13 + 0.093 + 0.011)) / 0.47 = 0.502$

% de utilidad bastante alto

Producto “Filtro Automotriz”

Precio de Venta: \$ 0.89

Materia Prima: \$ 7.9/kg

Peso : 15.5 g/1 juego

Mamo de obra: \$ 50/Hr.

Materia Prima = $15.5 * 7.9 / (1000 * 0.9) = \$ 0.136$
Costo de mano de obra = $50 * 22 / (1 * 3600 * 0.9) = \$ 0.34$
Costo de fabricación = $(0.136 + 0.34) * 0.05 = 0.024$
Utilidad = $(0.89 - (0.136 + 0.34 + 0.024)) / 0.89 = 0.438$

% de utilidad bastante alto

Producto "Botella Soplo"

Precio de Venta: \$ 1.9
Materia Prima: \$ 7.8/kg
Peso : 112 gr/1 juego
Mano de obra: \$ 35/Hr.

Materia Prima = $112 * 7.8 / (1000 * 0.88) = \$ 0.992$
Costo de mano de obra = $50 * 30 / (2 * 2 * 3600 * 0.88) = \$ 0.237$
Costo de fabricación = $(0.992 + 0.237) * 0.05 = 0.061$
Utilidad = $(1.9 - (0.992 + 0.237 + 0.061)) / 1.9 = 0.321$

% de utilidad bastante alto

ESTOS CALCULOS SE HICIERON TOMANDO EN CUENTA COSTOS DE
MATERIA PRIMA SIN RECICLAR

L-B EJEMPLOS DE MEJORAMIENTO Y MODERNIZACIÓN

[L-B-*-1-(ASAS DE CAJA DE BATERIA)-IG]

Véase documento anexo.

[L-B-*-2-(MEDIDAS PARA EVITAR LA DISPERSIÓN DE LAS 16 CAVIDADES)-IG]

Véase documento anexo.

[L-B-*. *-1-(ASAS DE CAJA DE BATERIA)-IG]

CAVIDAD	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	PRUEBA 4	%FE/CAV.
1	0	0	0	0	0
2	0	5	5	4	5.8
3	0	1	0	0	0.4
4	4	3	1	3	4.5
TOTAL	4	9	6	7	
%FE	6.7	15	10	11.7	
VARIABLE/PRUEBA	1	2	3	4	COMENTARIOS
RESINA	PP	PP	PP	PP	PRUEBA 4
TC/s	28	21.5	21.5	31	EFFECTUADA
TE/s	16	10	10	20	POR PERSONAL
TEMP. F/C	30.5	32	33	14 CH.	DE GESTA.
TEMP. M/C	31.9	35.5	33.9	14 CH.	
TEMP. ACEITE/C	51	53.3	56.6	-	
PESO/g	26.5	26.5	26.5	26.5*	
P. INYECC.Kg/cm2	63.3	63.3	63.3	66.2	
Veloc. Inyecc. cm/s	3	3.5	3.5	3.5	
TEMP/1a.-C	221	221	204	212.8	
CONTROL/MOLDE	DME	DME	DME	DME	
TEMP. BOTADO/C	65.	81	83.5	-	
C/PRESION	156 RPM	156	156	-	

Medidas de Asa Arzon IG.

AA. PP-SB786.

1

3/23/98

COMENTARIOS SOBRE ASA ARPON. 100% PP-V. SB 786.


1. **MANTENER CONDICIONES DE OPERACIÓN CONSTANTES.**
2. **AL MANTENER TEMPERATURAS DE MOLDE ALTAS, SE ELIMINAN ESFUERZOS RESIDUALES.**
3. **LAS CAVIDADES 1 Y 3 SE COMPORTAN DISTINTO A CAVIDADES 2 Y 4, POR TANTO SE REQUIERE BALANCEAR ENTRADAS.**
4. **ELIMINAR CUALQUIER OBSTACULO EN EL MANIFOLD, QUE NO PERMITA UN FLUJO LIBRE DE LA RESINA FUNDIDA.**
5. **VERIFICAR QUE SE TENGA UNA TEMPERATURA CONSTANTE Y UNIFORME POR CADA BOQUILLA.**
6. **EL CONTROL DE TEMPERATURA DEBE HACERSE CON P.I.D.**
7. **MANTENER OPERACIÓN AUTOMÁTICA DE MÁQUINA.**
8. **PESAR DOS DISPAROS POR TURNO. LA DIFERENCIA EN PESO NO DEBE SER MAYOR A 0.5%.**
9. **PARA CORRIDAS DISTINTAS LA DIFERENCIA EN PESO ES DE APROXIMADAMENTE ≤ 1 %.**
10. **PARA CUALQUIER CORRIDA LAS CONDICIONES DE OPERACION DEBEN SER CONSTANTES. UNA VEZ LA MÁQUINA ESTE NORMALIZADA.**


AA. PP-SB786.

2

11. LA CONTRAPRESIÓN Y LAS RPM'S DEBEN SER CONSTANTES.
12. EVITAR CUALQUIER CONTAMINACION DEL HUSILLO.
13. SI EXISTE RECICLADO, ESTE DEBE SER REPROCESADO DE INMEDIATO. EVITAR CONTAMINACIÓN. EVITAR CONCENTRACION DE ESFUERZOS.
14. AL INICIO DE UNA CORRIDA SE DEBEN ESPERAR PIEZAS DEBILES DEBIDO A FALTA DE HOMOGENEIDAD EN RESINA. (10, 11).
15. RECORDAR QUE LA FORMA DEL DOBLADO, LA ELONGACION, Y EL IMPACTO PROVOCAN CONCENTRACION DE ESFUERZOS.
16. DEBE FIJARSE CLARAMENTE UNA TEMPERATURA DE FLEXION, AL HACER LA PRUEBA.
17. SE RECOMIENDA HACER LOTES DE 500 PC. Y MUESTREAR 2 DISPAROS. AL AZAR.
18. UNA VEZ FIJA LA TEMPERATURA DE PRUEBA, DE COMUN ACUERDO CON CLIENTE, SI LA PIEZA PASA LA PRUEBA DE FLEXIÓN, EL CLIENTE ES RESPONSABLE DEL PERFORMANCE DE LA PIEZA.
19. A BAJA TEMPERATURA (-22°C/-23°C) LA PIEZA NO PASA LA PRUEBA.
20. CADA LOTE DE PP QUE SE RECIBA EN PLANTA DEBE VENIR ACOMPAÑADO DE SU CORRESPONDIENTE CERTIFICADO DE CALIDAD.
21. RECORDAR:
 - BALANCEAR ENTRADAS.
 - BALANCEAR CANALES.
 - MEDIR DIAMETROS DE ENTRADAS DE CAVIDADES EN MOLDE. (≤ 0.02 mm).

vc.

3/8  L-B

ESPECIFICACIÓN DE ASAS TIPO BOTÓN		Página 1 de 5	
		Especificación No.: Válida desde: 30 / 04 / 98 Fecha última de Revisión: 30 / 04 / 98 Revisión: 0	
Elaboró: Puesto: Ing. de Producto Firma:	Revisó: Ing. Puesto: Gerente Sistemas de Calidad Firma: 31/5/96	Autizó: Puesto: Gerente Desarrollo Técnico Firma:	
Información Confidencial. El uso de esta información es sólo para el beneficio de otro tipo de reproducción total o parcial de este documento sin autorización oficial y por escrito de La divulgación, uso no autorizado, copia o cualquier está prohibida.			

1.- Alcance

Este documento establece los parámetros y especificaciones que deben de cumplir tanto la materia prima con la que serán elaboradas las asas Grupo 24 y Grupo 27, como las propias asas (producto).

2.- Responsabilidad por parte del fabricante

- 2.1- El fabricante otorgará una certificación mensual a _____, en donde se asegure la calidad del producto.
- 2.2- Esta certificación deberá de incluir lo siguiente:
 - 2.2.1- Tipo de Material utilizado.
 - 2.2.2- Número de Lotes.
 - 2.2.3- Resultados de las pruebas de tensión.
 - 2.2.4- Resultados de las pruebas de flexión.
 - 2.2.5- Resultados del peso del producto.
 - 2.2.6- Resultados de pruebas dimensionales al producto.
 - 2.2.7- Certificación por escrito de que se cumplen las especificaciones.
 - 2.2.8- Firma en el certificado (Gerente de Calidad).

3.- Cambios en la formulación o en el componente

Cualquier cambio en el material, o en las características del proceso debe de estar sustentado en una notificación por escrito a _____. Esta notificación debe de estar acompañada por:

- 3.1- Un documento de los parámetros del proceso anterior.
- 3.2- Una meticolosa inspección dimensional para cada cavidad.
- 3.3- Un estudio potencial del asa a desarrollar, incluyendo largo, peso y características mecánicas.
- 3.4- Diez muestras de cada cavidad deben de ser presentadas a _____

La aprobación a esta modificación dependerá de los resultados de _____

4.- Especificaciones del Material

El material que se utilizará para la elaboración de las asas será Polipropileno Vestolen P 7700 Opaque 601 virgen o Polipropileno Pro fax SB-786 HLMONT virgen, no remolidos ni recuperados.

COPIA CONTROLADA
ESTE SELLO ES COLOR ROJO
COPIA # _____

ESPECIFICACIÓN DE ASAS TIPO BOTÓN

Especificación No.:

Fecha de edic: 30 / 04 / 95

Persona última de Revisión: L-B

Revisión: 0

Página 2 de 3

Información Confidencial. El uso de esta información es sólo para el beneficio de otro tipo de reproducción total o parcial de este documento sin autorización oficial y por escrito de

La divulgación, uso no autorizado, copia o cualquier otra prohibida.

Propiedades del Vestolen P 7700

Características Físicas	Unidades	Valores	Método de Prueba
Indice Melt Flow	gr/10min	4.5	D1238
Esfuerzo de Tensión al Cedencia	psi (MPa)	3,800	D638
Densidad a 23°C	gr/cm ³	0.906	D792A
Elongación al Cedencia	%	8	D638
Módulo de Flexión a 0.05 in/min	psi x 10 ³	150	D790B
Temperatura de Deflexión	°F	131	D648
Impacto Izod	(ft.Lb/in)	2.8	D256A

Propiedades del SB-786

Características Físicas	Unidades	Valores	Método de Prueba
Indice Melt Flow	gr/10min	8.0	D1238
Esfuerzo de Tensión al Cedencia	psi (MPa)	3,800	D638
Densidad a 23°C	gr/cm ³	0.902	D792A
Elongación al Cedencia	%	10	D638
Módulo de Flexión a 0.05 in/min	psi x 10 ³	178	D790B
Temperatura de Deflexión	°F	78	D648
Impacto Izod	(ft.Lb/in)	2.8	D256A

Pruebas del Material

Tipo de Prueba	Cantidad de Muestras de Material
Indice Melt Flow	Tomar Muestra del Material y Realizar una prueba por cada Lote. Repetir al cambiar de Material.
Esfuerzo de Tensión al Cede	Tomar Muestra del Material y Realizar una prueba por cada Lote. Repetir al cambiar de Material.
Densidad a 23°C	Tomar Muestra del Material y Realizar una prueba por cada Lote. Repetir al cambiar de Material.
Elongación al Cede	Tomar Muestra del Material y Realizar una prueba por cada Lote. Repetir al cambiar de Material.
Módulo de Flexión a 0.05 in/min	Tomar Muestra del Material y Realizar una prueba por cada Lote. Repetir al cambiar de Material.
Temperatura de Deflexión	Tomar Muestra del Material y Realizar una prueba por cada Lote. Repetir al cambiar de Material.
Impacto Izod	Tomar Muestra del Material y Realizar una prueba por cada Lote. Repetir al cambiar de Material.

COPIA CONTROLADA
ESTE SELLO ES COLOR ROJO
 COPIA # 05

ESPECIFICACIÓN DE ASAS TIPO BOTON

Especificación No.:

VANCO CONTROL L-B

Fecha última de Revisión: 30/04/88

Revisión: 0

Página 3 de 5

Información Confidencial. El uso de esta información es solo para el beneficio de...
Cualquier tipo de reproducción total o parcial de este documento sin autorización oficial y por escrito de...

La divulgación, uso no autorizado, copia o cualquier otra acción que esté prohibida.

COPIA CONTROLADA
ESTE SELLO ES COLOR ROJO
COPIA # 05

5.- Especificación del Producto

- 5.1- Diseño. El producto debe de ser conforme al dibujo 24 o 27 aprobada por la Gerencia de Desarrollo Técnico
- 5.2- Material. El material que se utilizará podrá ser Polipropileno Vestolen P 7700 Opaque 601 o Polipropileno Pro-fax-SE-786 HIMONT. Con características descritas en otro documento y anteriormente respectivamente.
- 5.3- Propiedades Mecánicas. Se tomarán muestras dependiendo de la cantidad de piezas por lote de la siguiente manera.

Las pruebas a desarrollar para estas asas se muestran a continuación.

	Especificación	Método
Agarradera normal	200 lbs de tensión	MA-057-000
Agarradera normal en frío (-18°C)	200 lbs de tensión	MA-057-000
Bisagra normal	200 lbs de tensión	MA-057-000
Bisagra normal en frío (-18°C)	200 lbs de tensión	MA-057-000
Bisagra doblada	200 lbs de tensión	MA-057-000
Bisagra doblada en frío (-18°C)	200 lbs de tensión	MA-057-000
Extremo normal	200 lbs de tensión	MA-057-000
Extremo normal en frío (-18°C)	200 lbs de tensión	MA-057-000
Asa completa normal	120 lbs de tensión	MA-057-000
Prueba de Resistencia	No fractura o separación de material	MA-058-000
Prueba de Peso	36 gr para Asa grupo 24 (+/-5%) 42 gr para Asa grupo 27 (+/-5%)	MA-059-000
Prueba Dimensional	Referirse al dibujo anexo	

Las pruebas debe de Realizarse de la siguiente manera.

	Cantidad Muestreada
Prueba de Resistencia a la Tensión	
Agarradera normal	Muestrear 4 Piezas por Cavidad al Comenzar la Corrida y 2 Piezas por Semana durante la corrida. Repetir al cambiar Material.
Agarradera normal en frío (-18°C)	Muestrear 4 Piezas por Cavidad al Comenzar la Corrida y 2 Piezas por Semana durante la corrida. Repetir al cambiar Material.
Bisagra normal	Muestrear 4 Piezas por Cavidad al Comenzar la Corrida y 2 Piezas por Semana durante la corrida. Repetir al cambiar Material.
Bisagra normal en frío (-18°C)	Muestrear 4 Piezas por Cavidad al Comenzar la Corrida y 2 Piezas por Semana durante la corrida. Repetir al cambiar Material.
Bisagra doblada	Muestrear 4 Piezas por Cavidad al Comenzar la Corrida y 2 Piezas por Semana durante la corrida. Repetir al cambiar Material.
Bisagra doblada en frío (-18°C)	Muestrear 4 Piezas por Cavidad al Comenzar la Corrida y 2 Piezas por Semana durante la corrida. Repetir al cambiar Material.
Extremo normal	Muestrear 4 Piezas por Cavidad al Comenzar la Corrida y 2 Piezas por Semana durante la corrida. Repetir al cambiar Material.

ESPECIFICACIÓN DE ASAS TIPO BOTÓN

Especificación No.:

VALIDA HASTA L-B

Fecha última de Revisión: 30/04/96

Revisión: 0

Página 4 de 5

Información Confidencial. El uso de esta información es sólo para el beneficio de . La divulgación, uso no autorizado, copia o cualquier otro tipo de reproducción total o parcial de este documento sin autorización oficial y por escrito de , está prohibida.

Continuación

Extremo normal en frío (-18°C)	Muestrear 4 Piezas por Cavidad al Comenzar la Corrida y 2 Piezas por Semana durante la corrida. Repetir al cambiar Material.
Asa completa normal	Muestrear 4 Piezas por Cavidad al Comenzar la Corrida y 2 Piezas por Semana durante la corrida. Repetir al cambiar Material.
	Muestrear 4 Piezas por Cavidad al Comenzar la Corrida y 2 Piezas por Semana durante la corrida. Repetir al cambiar Material.
	Muestrear 2 Piezas por Cavidad al Comenzar la Corrida y 1 Piezas por Semana durante la corrida. Repetir al cambiar Material.
	Muestrear 2 Piezas por Cavidad al Comenzar la Corrida y 1 Piezas por Semana durante la corrida. Repetir al cambiar Material.

Método MA-057-000: la prueba de resistencia a la tensión, se efectúa al sujetar la pieza o parte de la pieza por los dos extremos y aplicar la tensión (generalmente por medio de un pistón), la prueba termina cuando se rompe el material y se toma la lectura de cuantas libras de tensión soportó.

Método MA-058-000: el asa será doblada a 90° a intervalos de 1 pulgada. Si hubiese fractura o separación del material, el lote no será aceptado. Esta prueba es con el fin de asegurar la integridad del asa.

Método MA-059-000: Se pesará el asa en una báscula calibrada, la variación que puede tener es de +/-5% de su valor nominal. Esta prueba es con el fin de que exista una consistencia en el control del proceso al fabricar el componente.

5.4- Fórmula de Pigmentado y tipo de Mezclado. La fórmula de pigmentado será dependiendo del pantone requerido para el producto, la relación de pigmento por kilogramo de material será dada por . En el caso de asas rojas (Pantone 186C) para libre mantenimiento es de 15 gr de pigmento / kilogramo de Vestolen o SB-786 con pigmento Master batch y 15 gr de pigmento / kilogramo de pro fax con pigmento Master batch

En el caso de las asas negras, son 2 gr de pigmento / kilogramo de vestolen, con pigmento en polvo e igual para el pro fax.

El tipo de mezclado no será en molido, será tamborileado o mezclado manualmente.

El pigmento rojo utilizado es Concentrado Ampacet rojo parte N° 070009 Master Batch (bióxido de titanio)

El pigmento negro es Polimix, parte N° 070015

5.5- Acabado al producto. Es necesario que el asa al salir del molde sea doblada a 90° para arriba y para abajo en do ocasiones por cada bisagra (8 dobladas por asa), con el fin de que se oriente el material y pueda soportar condiciones más adversas antes de romperse.

5.6 Empaque del material. El producto será embarcado en cajas, de tamaño tal que no represente ningún tipo de esfuerzo para el asa. Se recomienda 425 asas (como máximo) por caja.

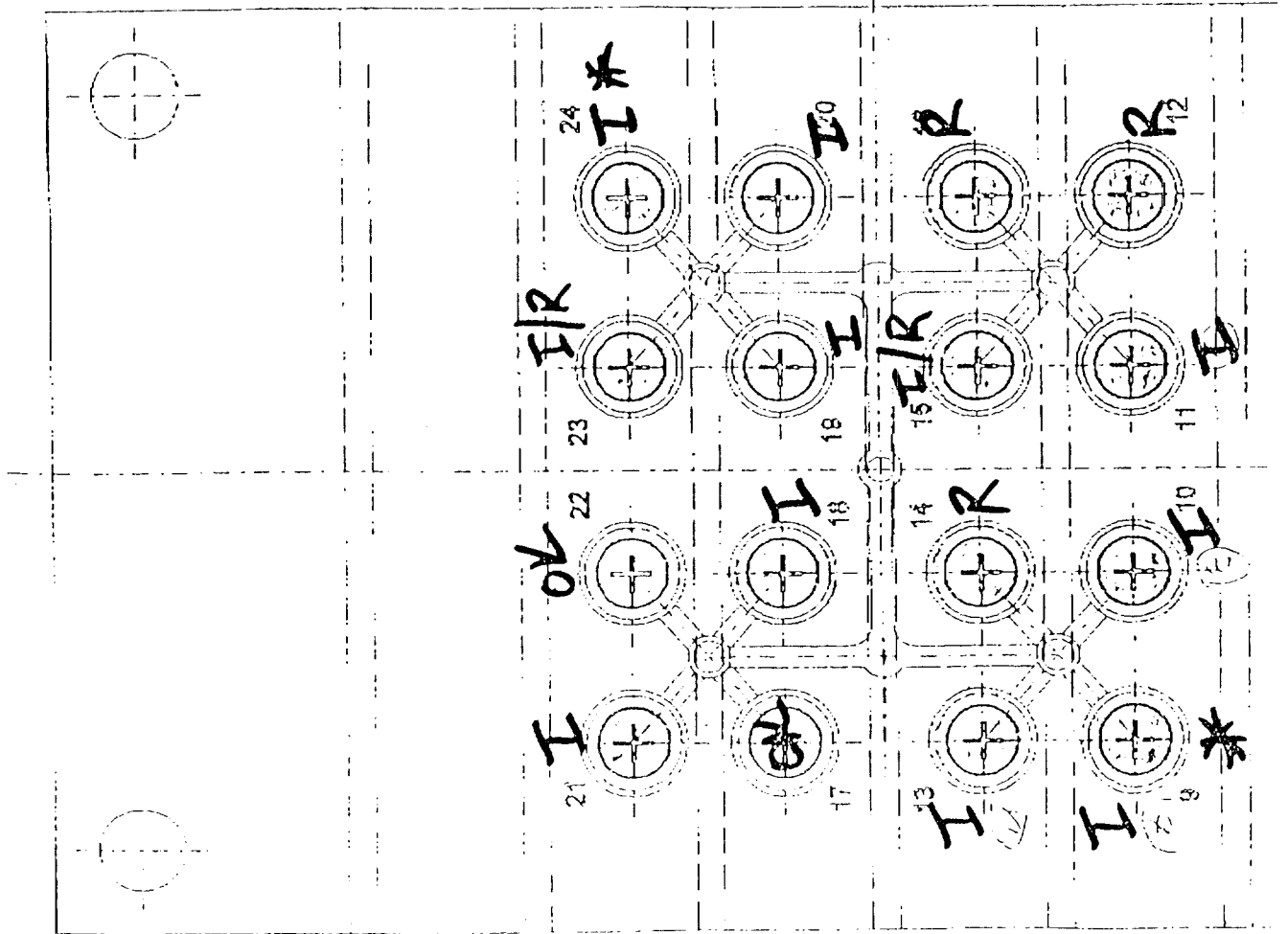
5.7- Identificación de Materiales. Es necesario que la empresa fabricante tenga especial cuidado en la materia prima utilizar, con el fin de que no haya contaminación de esta por algún lado, o para que no se vaya a fabricar con un material distinto al especificado.

5.8- Frecuencia de Pruebas. Se harán las pruebas antes descritas (5.3) a cada lote de producción obtenido, estas pruebas las efectuará el fabricante y entregará un reporte por escrito de los resultados de dichas pruebas.

COPIA CONTROLADA
ESTE SELLO ES COLOR ROJO
 COPIA # 05

[L-B.-*-2-(MEDIDAS PARA EVITAR LA DISPERSIÓN DE LAS I6
CAVIDADES)-IG]

Cavidades Tapon



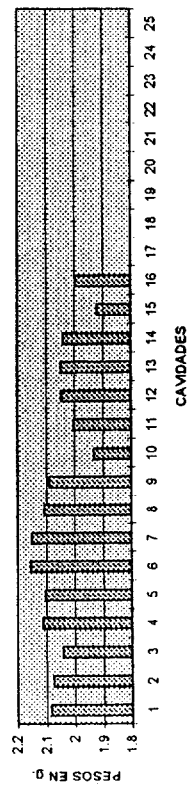
CAV/SHOT	SS/AVG.	FLSH/AVG.	INJ. PRESS	A	B	r	A	B	r
1	43	7.45	112.7						
2	33.3	9.5	112.7						
3	40	12	112.7						
4	50	18	130.2						
5	40	17.4	130.2						
6	0	20.7	130.2						
7	0	24.8	130.2						
8	0	22.45	130.2						
9	0	11.5	130.2	78.716	0.973	0.5908	106.392	0.99908	0.6612
CAV/SHOT Diam/mm									
1	2598		INJ. PRESS	A	B	r			
2	2590		112.7						
3	2596		112.7						
4	2596		130.2						
5	2597		130.2						
6	2600		130.2						
7	2594		130.2						
8	2594		130.2						
9	2594		130.2	-1470.758	61.4595	0.202			
CAV/SHOT Wt/g SS									
1	2.1552	43	INJ. PRESS	A	B	r			
2	2.1424	33.3	112.7						
3	2.1196	40	112.7						
4	2.0416	50	130.2						
5	2.0093	40	130.2	2.2808	-4.537	-0.4246			
6	2.02	0	130.2						
7	2.0506	0	130.2						
8	2.03718	0	130.2						
9	2.06375	0	130.2						

CAV/SHOT	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	20	40	80	5.1	0	0	0	9.8	0	0	0	0	0	0
2	0	0	20	8.8	80	5.2	0	14.4	0	20	20	0	20	0
3	0	60	80	13.44	0	0	20	10.4	0	20	0	0	20	0
4	0	0	0	24.5	60	13.02	8	26	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	32	60	18.4	6	24	0	0	0	20	6.8	0
6	0	0	0	29.64	5.3	16.91	6.24	35.26	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	28.9	0	13.6	0	18.76	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	24.79	0	17.4	5.7	4	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	6.6	0	0	0	9.8	0	0	0	0	0	0
SS	20	100	180	0	200	0	0	0	0	0	0	0	6.8	0
FLASH	0	0	0	173.77	5.3	79.33	25.94	152.42	0	40	20	20	60	0
CAV/SHOT	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	2599	2599	0	2593	0	2594	0	2606	2598	0	2606	2585	0	2604
2	2596	2592	0	2592	0	2582	2588	2592	2582	0	2600	2577	0	2601
3	2588	2594	0	2594	0	2589	2595	2596	2580	2655	2597	2582	2592	2595
4	2595	2583	2591	2592	0	2590	2587	2591	2591	2653	2593	2584	2593	2599
5	2593	2588	2588	2592	0	2587	2592	2589	2581	2651	2594	2585	2592	2616
6	2590	2604	2593	2585	2591	2589	2590	2609	2592	2665	2598	2589	2599	2593
7	2576	2583	2589	2591	2569	2587	2588	2599	2576	2670	2593	2579	2596	2591
8	2587	2593	2586	2587	2566	2584	2589	2589	2583	2665	2595	2577	2599	2596
9	2585	2587	2587	2587	2566	2583	2584	2593	2587	2667	2594	2571	2602	2596
TOTAL	23309	23323	15534	23313	10292	23285	20713	23364	23270	18626	23370	23239	18173	23390
AVG	2590.5	2592	2589.4	2590.75	2575.33333	2587.75	2589.85714	2596.375	2585.375	2659.83333	2597	2583.5	2595.16667	2599.25
DEV/EST	6.93621735	7.05533683	2.60768096	3.16227766	12.083046	3.80058475	3.31393163	7.29725976	6.98410895	7.62514637	4.24264069	7.16666667	3.97611919	7.57371184
VAR	48.11111111	49.77777778	6.8	10	146	14.44444444	10.9821429	53.25	48.77777778	58.1428571	18	51.36111111	15.8095238	57.36111111
DIST. NORM.	0.88979799	0.95551436	0.91628934	0.8479699	0.90266083	0.65738129	0.68021917	0.95826063	0.82876576	0.90879302	0.98305349	0.94571487	0.66722801	0.98650291
CAV/SHOT	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	2.17	2.13	0	2.18	0	2.235	2.24	2.14	2.11	0	2.06	2.15	0	2.125
2	2.155	2.095	0	2.21	0	2.2	2.235	2.185	2.135	0	2.07	2.115	0	2.105
3	2.12	2.1	0	2.19.5	0	2.2	2.235	2.165	2.125	2.03	2.02	2.115	2.1	2.11
4	2.05	2.055	2.035	2.085	0	2.125	2.11	2.085	2.07	1.925	1.98	2	2.045	2
5	2.03	2.03	2.01	2.065	0	2.1	2.09	2.07	2.05	1.9	1.96	1.99	2.03	1.985
6	2.045	2.045	2.025	2.075	2.075	2.1	2.095	2.065	2.055	1.9	1.97	1.99	2.04	1.985
7	2.065	2.08	2.065	2.105	2.12	2.13	2.12	2.09	2.085	1.925	1.99	2.02	2.06	2.02
8	2.055	2.06	2.045	2.08	2.09	2.115	2.095	2.08	2.07	1.91	1.98	2.005	2.045	2
9	2.085	2.09	2.07	2.1	2.13	2.145	2.14	2.1	2.1	1.94	2.01	2.04	2.08	2.035
TOTAL	18.775	18.685	12.25	16.9	8.415	19.39	19.36	18.98	18.8	13.53	18.04	18.425	14.4	18.365
AVG	2.08611111	2.07611111	2.04166667	2.1125	2.10375	2.15444444	2.15111111	2.10888889	2.08888889	1.93285714	2.00444444	2.04722222	2.05	2.04055556
DEV/EST	0.05060742	0.03130273	0.02316607	0.05311712	0.07561738	0.05581467	0.065944	0.04357305	0.03039097	0.04526378	0.0390868	0.06235539	0.02480879	0.05703313
VAR	0.00256111	0.00097986	0.00053667	0.00282143	0.00065625	0.00311528	0.00434861	0.00189861	0.00092361	0.00204881	0.00152778	0.00388819	0.00061548	0.00325278
DIST. NORM.	0.95132851	0.9743453	0.89474395	0.96680736	0.84731609	0.93745751	0.91118901	0.95984674	0.93577426	0.98412695	0.98309915	0.95035487	0.89679859	0.9196573

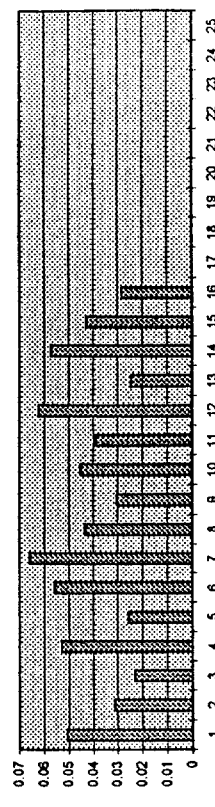
	23	24	SS/AVG.	FLSH/AVG.	RESIN	MACHINE	CICLE TIME	COOL. TIME	FIX TEMP	MOVL TEMP	OIL TEMP	INJ. TIME	INJ. PRESS	HOLD TIME
	80	40	43	7.45	PP	150	28.3	12	38.2	34.2	59.4	5.5	112.7	0
	40	0	33.3	9.5	PP	150	28.3	12	38.2	34.2	59.4	5.5	112.7	0
	0	0	40	12	PP	150	28.3	12	38.2	34.2	59.4	5.5	112.7	0
	40	0	50	18	PP	150	31	20	42.3	36.7	57	3.5	130.2	3
	40	0	40	17.4	PP	150	31	20	42.3	36.7	57	3.5	130.2	3
	28.5	0	0	20.7	PP	150	31	20	42.3	36.7	57	3.5	130.2	3
	38	0	0	24.8	PP	150	31	20	42.3	36.7	57	3.5	130.2	3
	60.4	0	0	22.45	PP	150	31	20	42.3	36.7	57	3.5	130.2	3
	18.02	0	0	11.5	PP	150	31	20	42.3	36.7	57	3.5	130.2	3
	144.92	0												
	200	40												
	23	24	Diam/mm		RESIN	MACHINE	CICLE TIME	COOL. TIME	FIX TEMP	MOVL TEMP	OIL TEMP	INJ. TIME	INJ. PRESS	HOLD TIME
	0	0	2598		PP	150	28.3	12	38.2	34.2	59.4	5.5	112.7	0
	0	2592	2590		PP	150	28.3	12	38.2	34.2	59.4	5.5	112.7	0
	0	2591	2596		PP	150	28.3	12	38.2	34.2	59.4	5.5	112.7	0
	0	2597	2596		PP	150	31	20	42.3	36.7	57	3.5	130.2	3
	0	2595	2597		PP	150	31	20	42.3	36.7	57	3.5	130.2	3
	2623	2596	2600.375		PP	150	31	20	42.3	36.7	57	3.5	130.2	3
	2620	2595	2593.875		PP	150	31	20	42.3	36.7	57	3.5	130.2	3
	2617	2592	2594		PP	150	31	20	42.3	36.7	57	3.5	130.2	3
	2617	2596	2593.875		PP	150	31	20	42.3	36.7	57	3.5	130.2	3
	10477	20754												
	2620	2594												
	2.87228132	2.25198325												
	8.25	5.07142857												
	0.64193516	0.90859601												
	23	24	W/g	SS	RESIN	MACHINE	CICLE TIME	COOL. TIME	FIX TEMP	MOVL TEMP	OIL TEMP	INJ. TIME	INJ. PRESS	HOLD TIME
	0	0	2.1552	43	PP	150	28.3	12	38.2	34.2	59.4	5.5	112.7	0
	0	2.025	2.1424	33.3	PP	150	28.3	12	38.2	34.2	59.4	5.5	112.7	0
	0	2.04	2.1196	40	PP	150	28.3	12	38.2	34.2	59.4	5.5	112.7	0
	0	1.975	2.0416	50	PP	150	31	20	42.3	36.7	57	3.5	130.2	3
	1.87	1.96	2.0093	40	PP	150	31	20	42.3	36.7	57	3.5	130.2	3
	1.89	1.975	2.020625	0	PP	150	31	20	42.3	36.7	57	3.5	130.2	3
	1.93	2.005	2.050625	0	PP	150	31	20	42.3	36.7	57	3.5	130.2	3
	1.98	1.985	2.0371875	0	PP	150	31	20	42.3	36.7	57	3.5	130.2	3
	1.935	2.02	2.06375	0	PP	150	31	20	42.3	36.7	57	3.5	130.2	3
	9.605	15.985												
	1.921	1.998125												
	0.0427785	0.02852787												
	0.00183	0.00081384												
	0.91966953	0.82810522												

	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
HOT	2.17	2.13	0	2.18	0	2.235	2.24	2.14	2.11	0	2.06	2.15	0	2.125	0	2.04
1	2.155	2.095	0	2.21	0	2.24	2.235	2.185	2.135	0	2.07	2.115	0	2.105	0	2.025
2	2.12	2.1	0	2.19.5	0	2.2	2.235	2.165	2.125	2.03	2.02	2.115	2.1	2.11	0	2.04
3	2.03	2.055	2.035	2.085	0	2.125	2.11	2.085	2.07	1.925	1.98	2.085	2.045	2	0	1.975
4	2.03	2.03	2.01	2.065	0	2.1	2.09	2.07	2.05	1.9	1.96	1.99	2.03	1.985	1.87	1.96
5	2.045	2.045	2.025	2.075	2.075	2.1	2.095	2.065	2.055	1.9	1.97	1.99	2.04	1.985	1.89	1.975
6	2.065	2.08	2.065	2.105	2.12	2.13	2.12	2.09	2.085	1.925	1.99	2.02	2.06	2.02	1.93	2.005
7	2.055	2.06	2.045	2.08	2.09	2.115	2.095	2.08	2.085	1.91	1.98	2.005	2.045	2	1.98	1.985
8	2.085	2.09	2.07	2.1	2.13	2.145	2.14	2.1	2.1	1.94	2.01	2.04	2.08	2.035	1.935	2.02
9																
TOTAL	18.775	18.685	12.25	16.9	8.415	19.39	19.36	18.98	18.8	13.53	18.04	18.425	14.4	18.365	9.605	15.985
AVG	2.08611111	2.07811111	2.04166667	2.1125	2.10375	2.15444444	2.15111111	2.10888889	2.08888889	1.93285714	2.00444444	2.04722222	2.05	2.04055556	1.921	1.998125
DESVEST	0.05060742	0.03130273	0.02316607	0.05311712	0.02561738	0.05581467	0.065944	0.04357305	0.03039097	0.04526378	0.0390868	0.06235539	0.02480879	0.05703313	0.0427785	0.028527869
VAR	0.00256111	0.00097986	0.00033667	0.00282143	0.00065625	0.00311528	0.00434861	0.00189861	0.00092361	0.00204881	0.00152778	0.00398819	0.00061548	0.00325278	0.00183	0.000813839
DIST. NORM	0.95132851	0.9743453	0.89474395	0.96660736	0.84731609	0.93745751	0.91118801	0.95984674	0.93577426	0.98412695	0.98309915	0.95035487	0.88679859	0.9196573	0.91966953	0.828105217

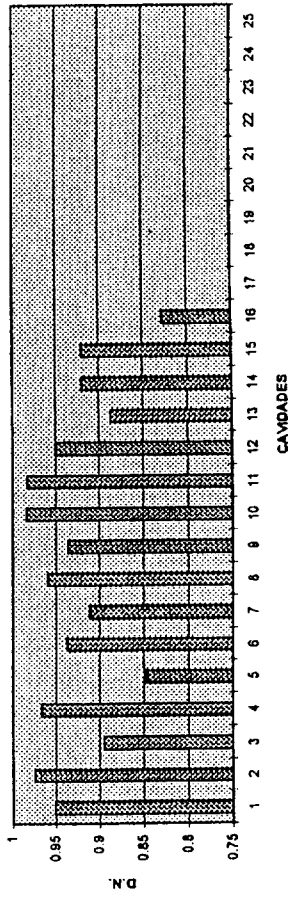
GRAFICO PROM. PESOS-GESTA VC



DES. STD. PESOS CP+ GESTA

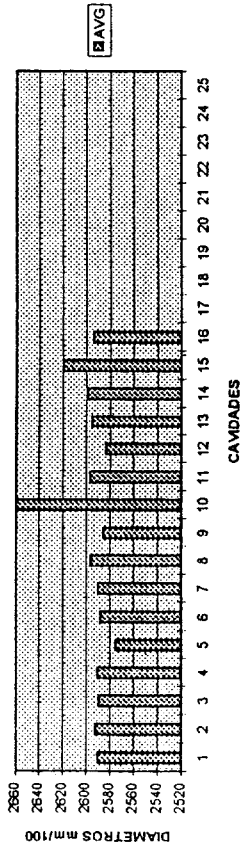


DISTR. NORMAL CP+ GESTA

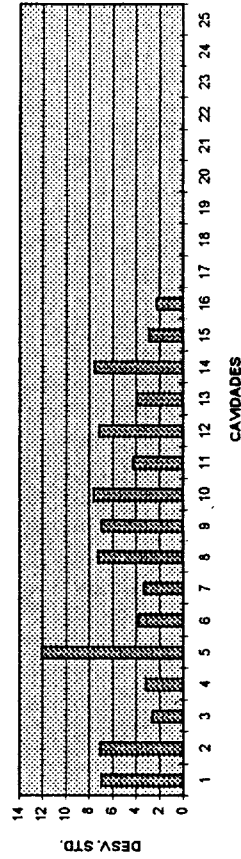


CAV/SHOT	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	2599	2599	0	2593	0	2594	0	2606	2598	0	2606	2585	0	2604	0	24
2	2596	2592	0	2592	0	2582	2588	2592	2582	0	2600	2577	0	2601	0	2592
3	2588	2594	0	2589	0	2589	2595	2596	2580	2655	2597	2582	2592	2595	0	2591
4	2595	2583	2591	2592	0	2590	2587	2591	2591	2653	2593	2584	2593	2599	0	2597
5	2593	2588	2588	2592	0	2587	2592	2589	2581	2651	2594	2595	2592	2616	0	2595
6	2590	2604	2593	2585	2591	2590	2590	2609	2592	2665	2598	2589	2599	2593	2623	2596
7	2576	2583	2589	2591	2569	2587	2588	2599	2576	2670	2593	2579	2599	2591	2620	2595
8	2587	2593	2586	2587	2566	2584	2589	2599	2583	2665	2593	2577	2599	2591	2617	2592
9	2585	2587	2587	2587	2566	2583	2584	2593	2587	2667	2594	2571	2602	2596	2617	2596
TOTAL	23309	23323	15534	23313	10292	23285	20713	23364	23270	18626	23370	23239	18173	23390	10477	20754
AVG	2590.5	2592	2589.4	2590.75	2575.33333	2587.75	2589.85714	2596.375	2585.375	2659.83333	2597	2583.5	2593.16667	2599.25	2620	2594
DESVEST	6.93621735	7.05533683	2.60768096	3.16227766	12.083046	3.80058475	3.31393163	7.29725976	6.98410895	7.62514637	4.24264069	7.16666667	3.97611919	7.57371184	2.87228132	2.25198325
VAR	48.11111111	49.77777778	6.8	10	146	14.44444444	10.9821429	53.25	48.77777778	58.1428571	18	51.36111111	15.8095238	57.36111111	8.25	5.07142857
DIST. NORM	0.88979799	0.95551436	0.91628934	0.8479699	0.90266083	0.66738129	0.68021917	0.95826063	0.82876376	0.90879302	0.98305349	0.94571487	0.66722801	0.98650291	0.64193516	0.90859601

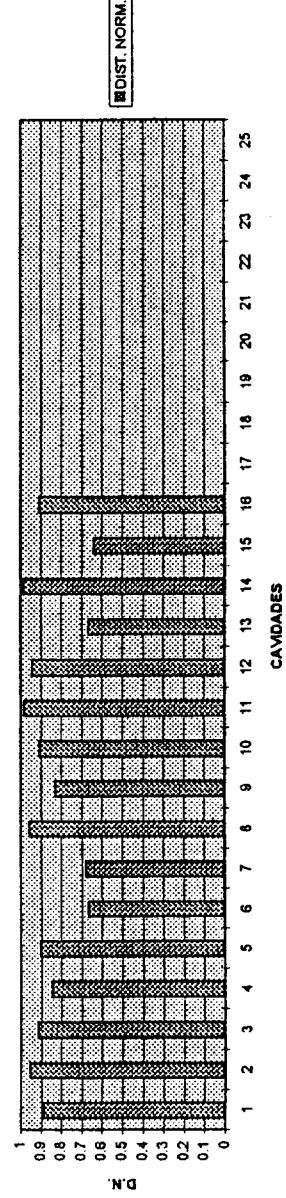
PROMEDIO DE DIAMETROS-CP+ GESTA-VC



DESVIACION STD. CP+ GESTA-VC



DISTRIBUCION NORMAL CP+ GESTA-VC

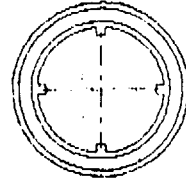
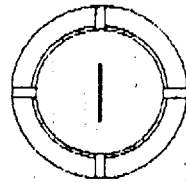
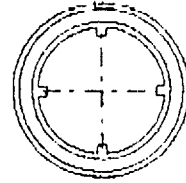
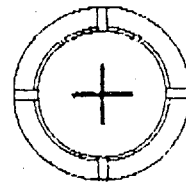
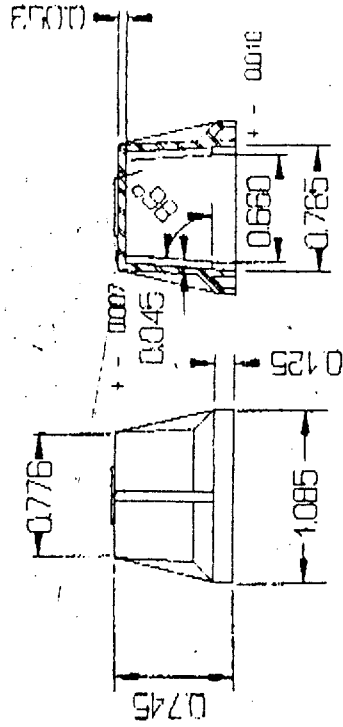
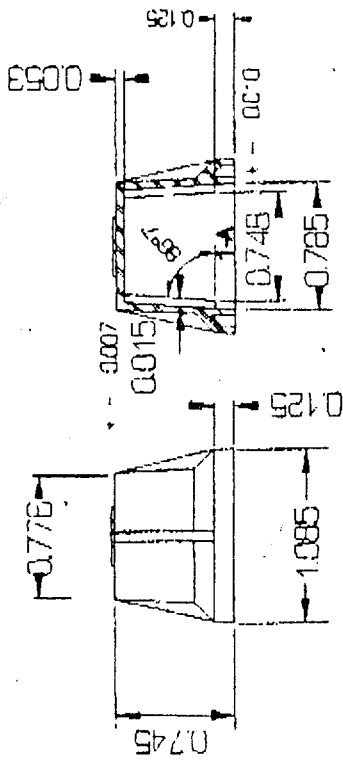


WICTON CLASIFICADA

0152/93

18 Jul 97

NOMBRE	TAPON NEGATIVO Y NEGATIVO	DESEMPEÑO	24-9501	REVISION	2
REV. 1	MODIFICACION DE DIAMETRO POR SER MAS LARGAS	FECHA			24/97
REV. 2	VENAS DE ALISTE	FECHA			8/97
	IDENTIFICACION DE MATERIALES SEGUN B. 930C	FECHA			



TAPON POSITIVO

MATERIAL: POLIPROPILENO VALTEC COLOR ROJO

TAPON NEGATIVO MATERIAL: POLIPROPILENO RS00 COLOR NEGRO

PROYECTO		FECHA	11	DISEÑO	PH-9501
CLIENTE		REVISOR		FECHA	8/97
REV. 1	MODIFICACION DE DIAMETRO POR SER MAS LARGAS	FECHA			
REV. 2	VENAS DE ALISTE	FECHA			

TOLERANCIAS NO INDICADAS : + - 0.015



OTROS

M OTROS

[M--**-1-(CALCULO DE LA TASA ACEPTABLE DE RECHAZO EN LA RECEPCIÓN DE UN MOLDE)]**

Véase el documento anexo.

[M--**-2-(MÉTODO SIMPLE PARA EL DISEÑO DE EXPERIMENTOS)]**

Véase documento anexo.

[M--**-3-(FORMA DE HUSILLO DE LA MÁQUINA DE MOLDEO POR SOPLO)-PIS]**

- FORMA DE HUSILLO (Moldeo por soplo)
 - 1).- Husillos, problemas en forma L/D y relación de compresión
PE : L/D = 20 con una relación de compresión de 2.5 ~3.0
PVC : L/D = 20 con una relación de compresión de 1.5 (dijo empresa, pero en realidad es de 1.8 Sr. Suzuki)

[M--**-4-(CAPACITACIÓN SOBRE EQUIPO)]**

Véase el documento anexo.

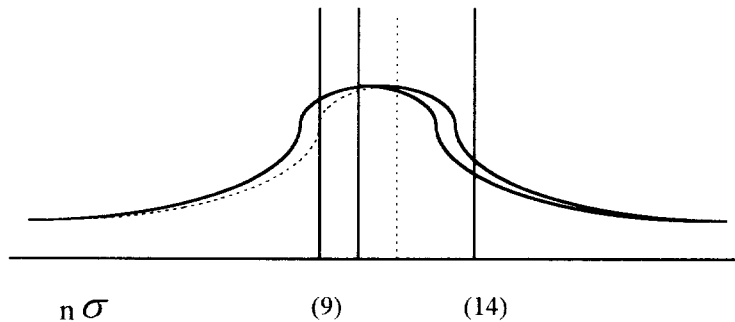
1.-DISTRIBUCIÓN NORMAL.

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}}$$

si x promedio =0 y $\sigma = 1$ entonces

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$$

2.- CASO A:



En caso del siguiente valor:

Si x promedio =10
 $x=9, x=14, \sigma = 2$

valor absoluto $(9-10) / 2 = 0.5 (0.5) \sigma \longrightarrow 0.915 (19.15\%)$

valor absoluto $(14-10) / 2 = 2 (2) \sigma \longrightarrow 0.4772 (47.72\%)$

entonces: $0.1915 + 0.4772 = 0.6687 (66.87\%)$

Si la dimensión estándar es de $10 +4, -1$,
 la tasa de aceptación es de 66.87%, por lo que la tasa de rechazo es de 33.13%

Si centramos la tolerancia $A= 10 +4, -1$, pasa a $B= 11.5 +/- 2.5$

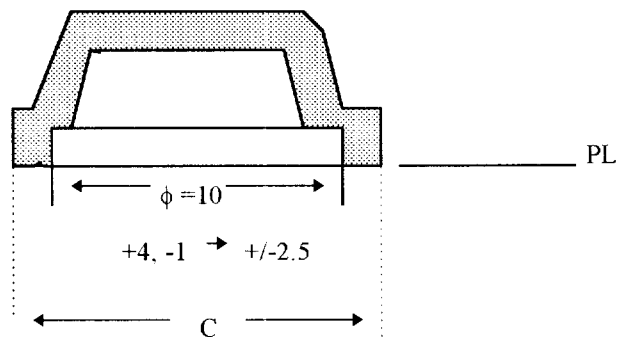
valor absoluto $(9-11.5) / 2 = 1.25 \longrightarrow 0.3944 (VALOR DE TABLA)$

valor absoluto $(14-11.5) / 2 = 1.25 \longrightarrow 0.3944 (VALOR DE TABLA)$

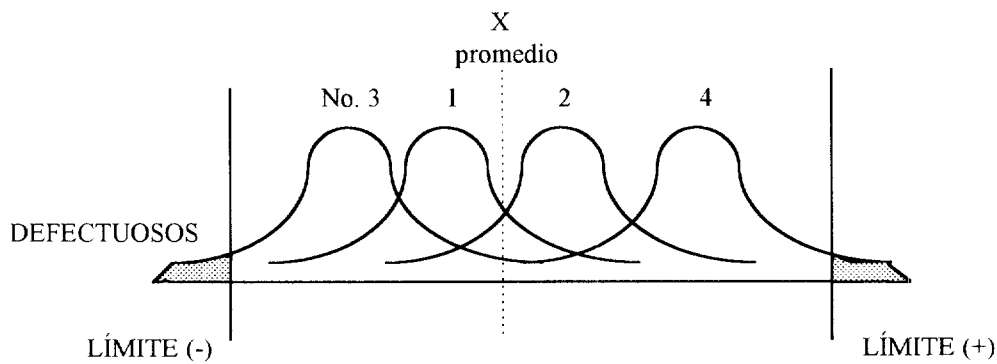
$$0.3944 + 0.3944 = 0.7888 \text{ (78.88\%)}$$

$$78.88 - 66.87 = 0.1201 \text{ (12.01 \% arriba)}$$

3. En el caso de la figura de la derecha debemos reparar el molde. Si esta dimensión es "C", ¿Cómo reduciría usted los defectuosos?



4.-CAVIDADES MÚLTIPLES.



- No. 3 → dirección de X_3 promedio (dirección +)
 No. 4 → dirección de X_4 promedio (dirección -)

En el caso del corazón de la cavidad No. 3, debemos hacer más grande la dimensión del corazón

En el caso de la cavidad No. 4, debemos reducir el corazón.

Debemos buscar que se reduzca la desviación estándar, como usted sabe.

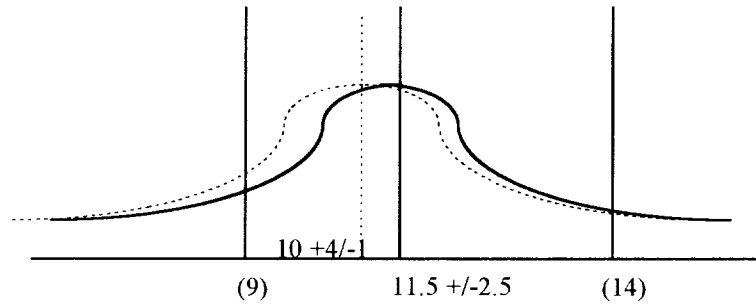



TABLA DE DISTRIBUCIÓN NORMAL
TABLA PARA CALCULAR EL ÁREA (EJE HORIZONTAL)

$\mu \rightarrow I(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^u e^{-\frac{z^2}{2}} dz$

Tabla para calcular el área por eje horizontal (Coordenada)




u	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.0000	.0040	.0080	.0120	.0160	.0199	.0239	.0279	.0310	.0359
0.1	.0408	.0438	.0473	.0517	.0557	.0596	.0636	.0675	.0714	.0753
0.2	.0793	.0832	.0871	.0910	.0948	.0987	.1026	.1064	.1103	.1141
0.3	.1179	.1217	.1255	.1293	.1331	.1368	.1405	.1443	.1480	.1517
0.4	.1554	.1591	.1628	.1664	.1700	.1736	.1772	.1808	.1844	.1879
0.5	.1915	.1950	.1985	.2010	.2054	.2088	.2123	.2157	.2190	.2224
0.6	.2257	.2291	.2324	.2357	.2390	.2422	.2454	.2486	.2517	.2549
0.7	.2580	.2611	.2642	.2673	.2704	.2734	.2764	.2794	.2823	.2852
0.8	.2881	.2910	.2939	.2967	.2995	.3023	.3051	.3078	.3106	.3133
0.9	.3159	.3186	.3212	.3238	.3264	.3290	.3315	.3340	.3365	.3380
1.0	.3413	.3438	.3461	.3485	.3508	.3531	.3554	.3577	.3599	.3621
1.1	.3643	.3665	.3686	.3708	.3729	.3749	.3770	.3790	.3810	.3830
1.2	.3849	.3868	.3887	.3907	.3925	.3943	.3961	.3979	.3997	.4015
1.3	.4032	.4049	.4066	.4082	.4099	.4115	.4131	.4147	.4162	.4177
1.4	.4192	.4207	.4222	.4236	.4251	.4265	.4279	.4292	.4306	.4319
1.5	.4332	.4345	.4357	.4370	.4382	.4394	.4405	.4415	.4425	.4434
1.6	.4443	.4453	.4463	.4473	.4483	.4492	.4501	.4510	.4519	.4528
1.7	.4536	.4544	.4552	.4561	.4569	.4577	.4585	.4593	.4601	.4608
1.8	.4616	.4624	.4632	.4640	.4647	.4655	.4662	.4669	.4676	.4683
1.9	.4691	.4698	.4705	.4712	.4719	.4726	.4732	.4738	.4744	.4750
2.0	.4757	.4763	.4769	.4775	.4780	.4786	.4791	.4796	.4801	.4807
2.1	.4811	.4816	.4820	.4825	.4829	.4834	.4838	.4842	.4846	.4850
2.2	.4854	.4858	.4861	.4865	.4868	.4871	.4874	.4877	.4880	.4883
2.3	.4886	.4889	.4891	.4894	.4896	.4898	.4900	.4902	.4904	.4906
2.4	.4908	.4910	.4912	.4913	.4915	.4916	.4917	.4918	.4919	.4920
2.5	.4921	.4922	.4923	.4924	.4925	.4926	.4927	.4928	.4929	.4930
2.6	.4931	.4932	.4933	.4934	.4935	.4936	.4937	.4938	.4939	.4940
2.7	.4941	.4942	.4943	.4944	.4945	.4946	.4947	.4948	.4949	.4950
2.8	.4951	.4952	.4953	.4954	.4955	.4956	.4957	.4958	.4959	.4960
2.9	.4961	.4962	.4963	.4964	.4965	.4966	.4967	.4968	.4969	.4970
3.0	.4971	.4972	.4973	.4974	.4975	.4976	.4977	.4978	.4979	.4980
3.1	.4981	.4982	.4983	.4984	.4985	.4986	.4987	.4988	.4989	.4990
3.2	.4991	.4992	.4993	.4994	.4995	.4996	.4997	.4998	.4999	.5000
3.3	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999
3.4	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999
3.5	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999
3.6	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999
3.9	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999

TABLA DE DISTRIBUCIÓN NORMAL
TABLA PARA CALCULAR EL ÁREA (EJE HORIZONTAL)

$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^u e^{-\frac{z^2}{2}} dz = I(u)$

Tabla para calcular el área horizontal (Coordenada)



I(u)	.000	.001	.002	.003	.004	.005	.006	.007	.008	.009
0.00	.0000	.0025	.0050	.0075	.0100	.0125	.0150	.0175	.0201	.0228
0.01	.0251	.0276	.0301	.0326	.0351	.0376	.0401	.0426	.0451	.0476
0.02	.0502	.0527	.0552	.0577	.0602	.0627	.0652	.0677	.0702	.0728
0.03	.0753	.0778	.0803	.0828	.0853	.0878	.0904	.0929	.0954	.0979
0.04	.1004	.1030	.1055	.1080	.1105	.1130	.1156	.1181	.1206	.1231
0.05	.1257	.1282	.1307	.1332	.1358	.1383	.1408	.1433	.1459	.1484
0.06	.1510	.1535	.1560	.1586	.1611	.1637	.1662	.1687	.1713	.1738
0.07	.1764	.1789	.1815	.1840	.1866	.1891	.1917	.1942	.1968	.1993
0.08	.2019	.2045	.2070	.2096	.2121	.2147	.2173	.2198	.2224	.2250
0.09	.2275	.2301	.2327	.2353	.2378	.2404	.2430	.2456	.2482	.2508
0.10	.2533	.2559	.2585	.2611	.2637	.2663	.2689	.2715	.2741	.2767
1.1	.2793	.2819	.2845	.2871	.2898	.2924	.2950	.2976	.3002	.3029
1.2	.3055	.3081	.3107	.3134	.3160	.3186	.3213	.3239	.3266	.3293
1.3	.3319	.3345	.3372	.3398	.3425	.3451	.3478	.3505	.3531	.3558
1.4	.3585	.3611	.3638	.3665	.3692	.3719	.3745	.3772	.3799	.3826
1.5	.3853	.3880	.3907	.3934	.3961	.3989	.4016	.4043	.4070	.4097
1.6	.4125	.4152	.4179	.4207	.4234	.4261	.4289	.4316	.4344	.4372
1.7	.4399	.4427	.4454	.4482	.4510	.4538	.4565	.4593	.4621	.4649
1.8	.4677	.4705	.4733	.4761	.4789	.4817	.4845	.4874	.4902	.4930
1.9	.4959	.4987	.5015	.5044	.5072	.5101	.5129	.5158	.5187	.5215
2.0	.5244	.5273	.5302	.5330	.5359	.5388	.5417	.5446	.5475	.5504
2.1	.5534	.5563	.5592	.5621	.5650	.5679	.5708	.5737	.5766	.5795
2.2	.5824	.5853	.5882	.5911	.5940	.5969	.5998	.6027	.6056	.6085
2.3	.6114	.6143	.6172	.6201	.6230	.6259	.6288	.6317	.6346	.6375
2.4	.6404	.6433	.6462	.6491	.6520	.6549	.6578	.6607	.6636	.6665
2.5	.6694	.6723	.6752	.6781	.6810	.6839	.6868	.6897	.6926	.6955
2.6	.6984	.7013	.7042	.7071	.7100	.7129	.7158	.7187	.7216	.7245
2.7	.7274	.7303	.7332	.7361	.7390	.7419	.7448	.7477	.7506	.7535
2.8	.7564	.7593	.7622	.7651	.7680	.7709	.7738	.7767	.7796	.7825
2.9	.7854	.7883	.7912	.7941	.7970	.7999	.8028	.8057	.8086	.8115
3.0	.8144	.8173	.8202	.8231	.8260	.8289	.8318	.8347	.8376	.8405
3.1	.8434	.8463	.8492	.8521	.8550	.8579	.8608	.8637	.8666	.8695
3.2	.8724	.8753	.8782	.8811	.8840	.8869	.8898	.8927	.8956	.8985
3.3	.9014	.9043	.9072	.9101	.9130	.9159	.9188	.9217	.9246	.9275
3.4	.9304	.9333	.9362	.9391	.9420	.9449	.9478	.9507	.9536	.9565
3.5	.9594	.9623	.9652	.9681	.9710	.9739	.9768	.9797	.9826	.9855
3.6	.9884	.9913	.9942	.9971	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999
3.7	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999
3.8	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999
3.9	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999

MÉTODO SIMPLE PARA EL DISEÑO DE EXPERIMENTOS

1

M-*-*-*2 CALCULOS EXP SUZUKI-CIQA 4-MARZO-1998

- 1.-Este método es utilizado como parte de los métodos de solución de problemas en moldeo por inyección y extrusión.
- 2.-Supongamos que se realizó una prueba de moldeo por inyección para disminuir el pandeo de una pieza, en donde tenemos:

Variable	Factor	Niveles
A =	Presión de inyección	A ₁ , A ₂
B =	Tiempo de enfriamiento	B ₁ , B ₂
C =	Temperatura del molde	C ₁ , C ₂

- 3.-Tabla de distribución:

PRUEBA No. (*)	A	B	AxB	C	AxC	BxC	Dif error exp.	Valor (mm) (**)
1	1	1	1	1	1	1	1	1.5
2	1	1	1	2	2	2	2	3
3	1	2	2	1	1	2	2	2.5
4	1	2	2	2	2	1	1	4.5
5	2	1	2	1	2	1	2	2
6	2	1	2	2	1	2	1	3.5
7	2	2	1	1	2	2	1	2.
8	2	2	1	2	1	1	2	4

(*) 10 muestras o 10 disparos; al realizar las pruebas hacerlas al azar.

(**) valor promedio de 10 corridas o mediciones

Notas:

“A” significa la presión de inyección

“B” significa el tiempo de enfriamiento

“C” significa la temperatura del molde

“AxB” significa la interacción entre “A” y “B”

“AxC” significa la interacción entre “A” y “C”

“BxC” significa la interacción entre “B” y “C”

Se pueden registrar las pruebas en ese orden, pero en la práctica se deben realizar al azar.

4.- Análisis

A		B		AxB		C		AxC		BxC		g.l.	
1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1.5	2	1.5	2.5	1.5	2.5	1.5	3	1.5	3	1.5	3	1.5	3
3	3.5	3	4.5	3	4.5	2.5	4.5	2.5	4.5	4.5	2.5	4.5	2.5
2.5	2.5	2	2.5	2.5	2	2	3.5	3.5	2	2	3.5	3.5	2
4.5	4	3.5	4	4	3.5	2.5	4	4	2.5	4	2.5	2.5	4
11.5	12	2.5	3.3										
0.5													dif. total () ²
0.25													
0.031		1.531	0.281	5.281	0.031	0.031	0.031						

Nota: $(0.5)^2 = 0.25$
 $S=0.25/8 = 0.031$

5.-Tabla de análisis de varianza (prueba "F")

	Grados de libertad	Varianza	g.l. correg	Varianza corregida	Valor Fo	Razón de contribución	
A	1	0.031					
B	1	1.531	1	1.531	49.4**	$(1.531-0.031)/7.219$ =0.2	20%
C	1	5.281	1	5.281	170.4**	$(5.281-0.031)/7.219$ =0.73	73%
AxB	1	0.281	1	0.281	9.1*	$(0.281-0.031)/7.219$ =0.03	3%
AxC	1	0.031					
BxC	-1	0.031					
g.l.	1	0.031					
g.l. i		0.031x4 error	4	0.031			
Total		7.219					

** Cuando hay doble asterisco significa que es mayor de 0.01
* Cuando hay un solo asterisco es mayor a 0.05

6.-Comparación con el valor F de tablas:

F^1 =grados de libertad, F_4 = No. de experimentos o pruebas

$$F^1_4 (0.05) = 7.71$$

$$F^1_4 (0.01) = 21.2$$

Podemos obtener los valores señalados de los valores F de tablas, para 0.05 y 0.01 que representan el nivel de significación.

Cuando el valor "Fo" es mayor que el valor $F^1_4 (0.01)$, debemos marcar **, y cuando $F^1_4 (0.05) < Fo < F^1_4 (0.01)$ debemos de marcar *

*** quiere decir que es significativo al 99%

** quiere decir que es significativo al 95%

7.-Conclusión

El valor de "Fo" para "B" es de 49.4**, por lo tanto es significativo al 99%

El valor de "Fo" para "C" es de 170.4**, por lo tanto es significativo al 99%

El valor de "Fo" para "AxB" es de 9.1*, por o tanto es significativo al 95%

La distribución

"B" 20%

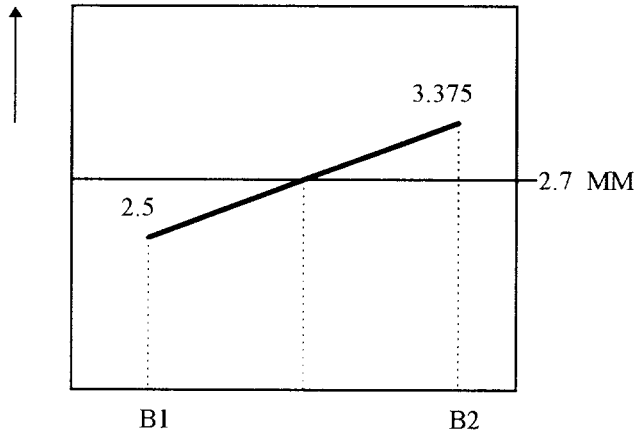
"C" 73%

"AxB" 3%

Por consiguiente, si cuidamos de la temperatura del molde podemos obtener los productos sin alabeo o pandeo.

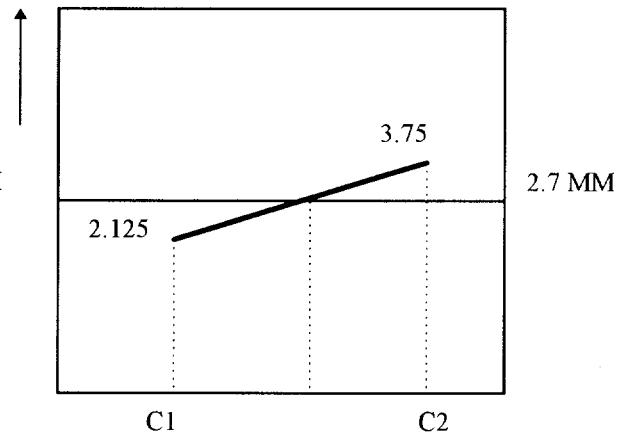
El estándar de calidad del alabeo es de 2.7 mm.

ALABEO



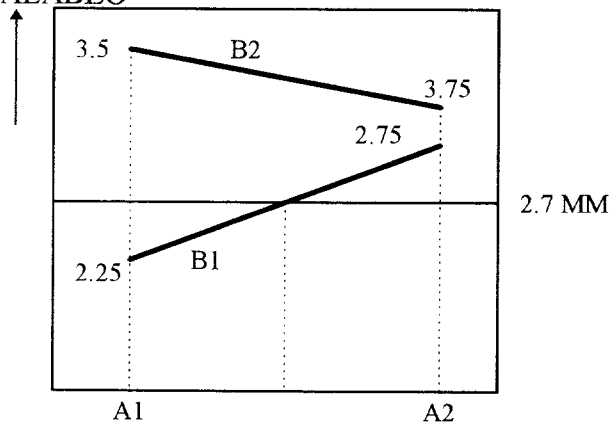
TIEMPO DE ENFRIAMIENTO

ALABEO



TEMPERATURA DEL MOLDE

ALABEO



AxB

	A1	A2
B1	$(1.5+3)/2 = 2.25$	$(2+3.5)/2 = 2.75$
B2	$(2.5+4.5)/2 = 3.5$	$(2.5+4)/2 = 3.25$

Orthogonal Array Analyzing P.

115111

```

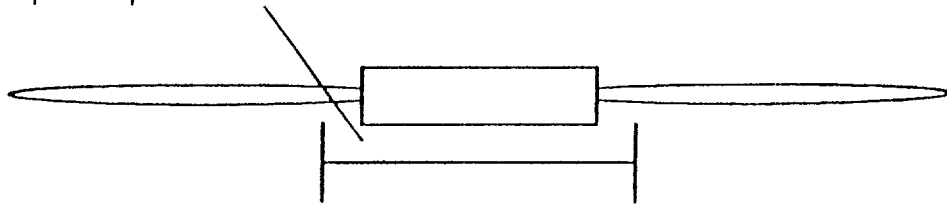
10 clear: DIM A(300)
20 INPUT "L"; F: G = 2^F: LPRINT "L"; G
30 FOR A=1 TO G: INPUT A(A): LPRINT A(A)
40 NEXT A
50 FOR C=1 TO F: GOSUB 200: NEXT C
60 FOR A=1 TO G
70 B=A(A)
80 C=B*B: LPRINT
90 LPRINT B
100 LPRINT C: C=C/G
110 " C
120 NEXT A
130 END
200 FOR A=1 TO G STEP 2
210 D=A(A): E=A(A+1)
220 B=(A+1)/2: A(B+G)=E-D: A(B)=E+D
230 NEXT A
240 FOR A=1 TO G/2
250 A(A+G/2)=A(A+G)
260 NEXT A
270 RETURN
280 END
    
```

RUN	L?	32 (2 ⁵ =8)		
0.5				(BxC) diff
1.5	29.5	Total	0.25	() ²
3	552.25	() ²	0.03125	V
3.5	69.0313	CT	"	(A)
4.5	6.5	(C) diff.	"	(AxC)
2	42.25	() ²		
3.5	5.28125	V	-1.5	(A=B)
2.5			2.25	
4	3.5	(B)	0.281	
	12.25	() ²	-0.5	(A)
	1.53125	V	0.25	
			0.031	

M-**-*-4- PRECAUCIONES Y MANEJOS PRINCIPALES

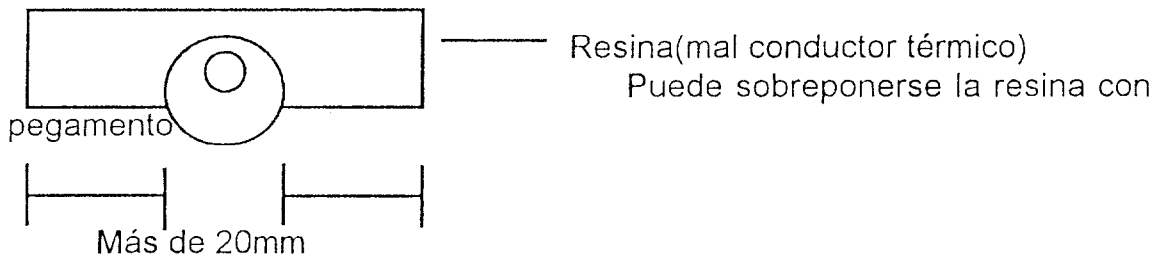
I. REGISTRADOR DE TEMPERATURA (Modelo AH520 — NNN)

1. Apretar sin falta el tornillo de la parte posterior del registrador de temperatura al momento de ser trasladado (para evitar averías del dispositivo registrador interno).
2. Se prohíbe estrictamente doblar la punta del *Thermo-couple* (termoacoplamiento); a la vez, el cable asegurador se debe enrollar formando un diámetro mayor de 100mm; de ninguna manera debe doblarse (para evitar la ruptura de cables y mantener la precisión).
3. Insertar más del 50 al 70% la parte de $\phi 4.8$ del *Thermo-couple* (termoacoplamiento); no aumentar la temperatura de la parte de $\phi 8$ a más de 200°C (para evitar averías en las partes juntas).
4. No mojar ni el cuerpo mismo ni la parte del cable conductor del *Thermo-couple* (termoacoplamiento)(para evitar fugas eléctricas).
Sin embargo, la punta del *Thermo.couple* (termoacoplamiento) no tendrá problema alguno.
5. Alejar más de 1 m la parte del cable conductor de la temperatura y de la presión hidráulica del cable motriz (para evitar efectos magnéticos).
Deberá ser utilizado a una temperatura menor de 45°C.
6. En caso de utilizar el *Thermo-couple* (termoacoplamiento) en una zona en la que existe gran cantidad de polvo, protegerlo enrollando cinta de aluminio en la parte que a continuación se muestra.



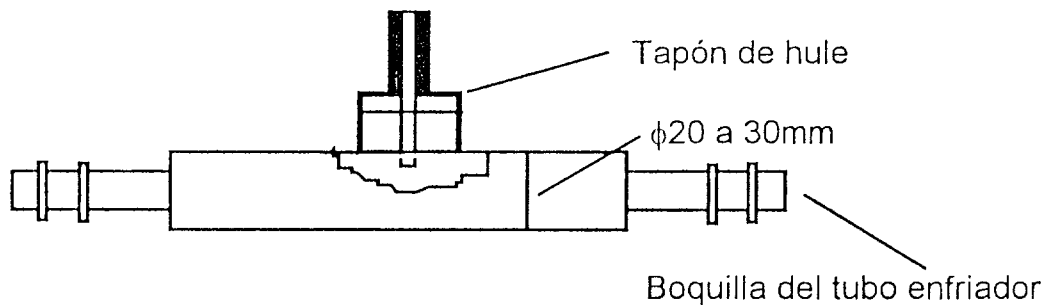
7. No poner tinta en exceso en el cojín, sólo 1 a 2 gotas.
8. Llevar a cabo el cambio de la pluma del proter del registrador de temperatura con ambas manos jalando el aparato hacia delante (se menciona en el texto).
9. Tal como se describe en el texto, conectar el enchufe después de asegurar la unión de cables y posteriormente proceder al *switch-on* (se prende el switch).

10. Para instalar el *Thermo-couple* (termoacoplamiento) en una superficie plana (de un lado del *oil-tank* (tanque de aceite) y del otro *Hopper-dryer* (tolva secadora)) se procede de la siguiente manera:



Adherir con pegamento epóxico de 2 líquidos las partes señaladas con las flechas de 20mm; para evitar a toda costa que el pegamento entre en contacto con el *Thermo-couple* (termoacoplamiento), introducir éste después de haber pegado la placa con la resina.

11. Instalación del *Thermo-couple* (termoacoplamiento) del tubo enfriador



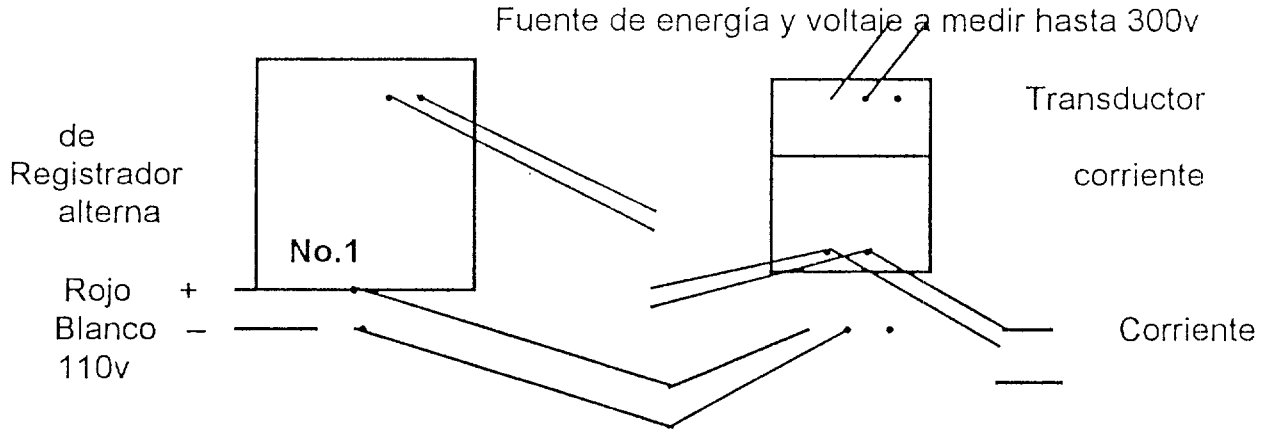
12. Areas de colocación del *Thermo-couple* (termoacoplamiento)

2 puntos en el cilindro calentador; 2~4 puntos (grandes) en moldes; 2 puntos en el *Hopper-dryer* (tolva secadora); 1 punto en el *oil-tank* (tanque de aceite); 1 punto en la entrada y 2 en la salida del tubo del agua de enfriamiento; 1 punto en temperatura ambiente; 1 punto en la toma de corriente y voltaje; tomar éstas como referencia y según sea conveniente ir disminuyendo dependiendo del molde que se tenga.

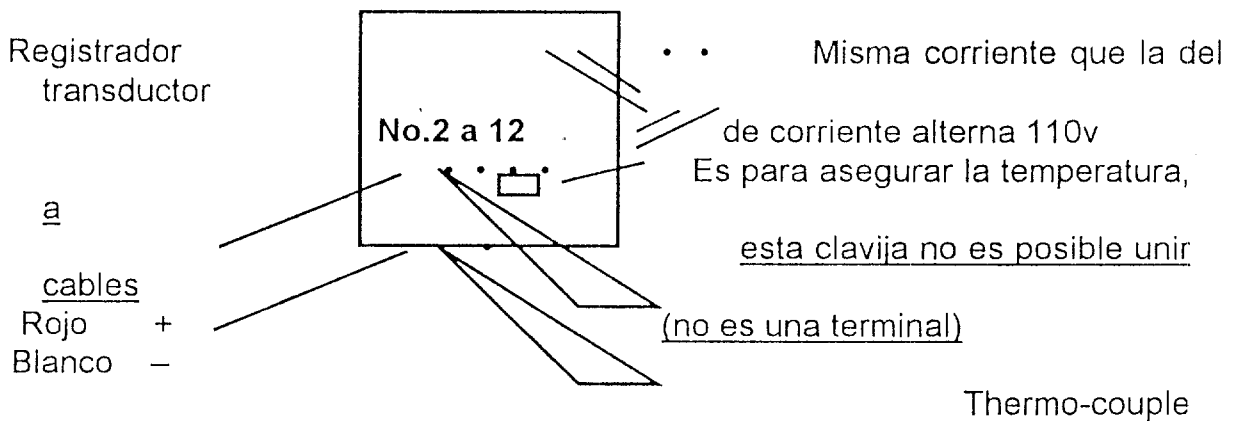
13. Con los 12 puntos arriba mencionados es posible realizar la medición, pero en caso de que queden puntos sobrantes se podrá conectar el *Thermo-couple* (termoacoplamiento) para medir la temperatura ambiental o enlazar la terminal del + - (positivo y negativo) con un cable delgado (para mantener estable la temperatura a medir).

14. Unión (conexión) de cables

1) El No.1 es para la medición de la fuente de energía eléctrica y el voltaje.



2) Del No.2 al 12 es para el *Thermo-couple* (termoacoplamiento)



(termoacoplamiento)

15. Operación: desprender sin falta el alambre y el empaque utilizado para evitar el desplazamiento del dispositivo de memoria (registro), confirmar unión de cables, insertar el cartucho de la tinta, enchufar (110v) y proceder al *switch-on* (prender el switch):

1) Ajustar la hora P-25

SHIFT+clock →SET→número→ENTRY; en caso de cometer algún error presionar el *Display-key* y comenzar desde el principio o regresar el cursor e iniciar nuevamente (el cursor es la línea subrayada).

Un sonido corto "pi" significa que todo está bien (OK), pero un sonido largo "piiii" significa que hay un error en el ajuste.

CL 1998. 07. 08. 20 : 30
Aparecerá indicado: año mes día horas minutos

2) Velocidad de alimentación de papel P-30

SHIFT+chart →SET→número→ENTRY; en caso de cometer algún error presionar el *Display-key* y comenzar desde el principio o regresar el cursor e iniciar nuevamente.

Actualmente está ajustado a 25mm/Hr

Aparecerá indicado S 0025

Velocidad de alimentación de papel

(25mm/Hr)

La memoria de la hoja de rayado horizontal es de 12.5mm

3) Registro digital de la hora establecida (registro del DATA del intervalo de la hora establecida) P-33

SHIFT+data→SET→número→ENTRY; en caso de cometer algún error presionar el *Display-key* y comenzar desde el principio o regresar el cursor e iniciar nuevamente.

Actualmente está ajustado para que se muestre indicado una vez en 2 horas

Aparecerá indicado P1 02H00 0000

Intervalo Hora de inicio

4) Al momento de modificar los ajustes ya mencionados deberá estar en *RECORD-OFF*. Sin embargo, el Data-print (Impresión de datos) y el Feed (Alimentación) realizarlos en Record-on.

5) Se puede conocer el *data* del tiempo al presionar la tecla *DATA-PRINT*; sin embargo, esto no será posible mientras esté en función de registro digital.

6) Las operaciones deben llevarse a cabo lentamente, ya que de lo contrario no es suficiente el procesamiento del registrador y aparecerá como *error*.

7) Ya deben estar ajustados otros como el rango (No.1-12, DC:-5~5V, No.2~12-19, K:-200~600°C), la escala, etc.

8) Para realizar el cambio de la pluma del proter, poner en *OFF* (apagar) el interruptor, jalar el aparato, rotar el *pulley* (polea) para que se desplace hacia el centro para el cambio; no debe moverse con las manos (para mantener la precisión).

16. Otros

1) Como el horario está respaldado por una batería de litio, aunque el aparato esté apagado (*OFF*) no habrá ningún problema durante 5 años.

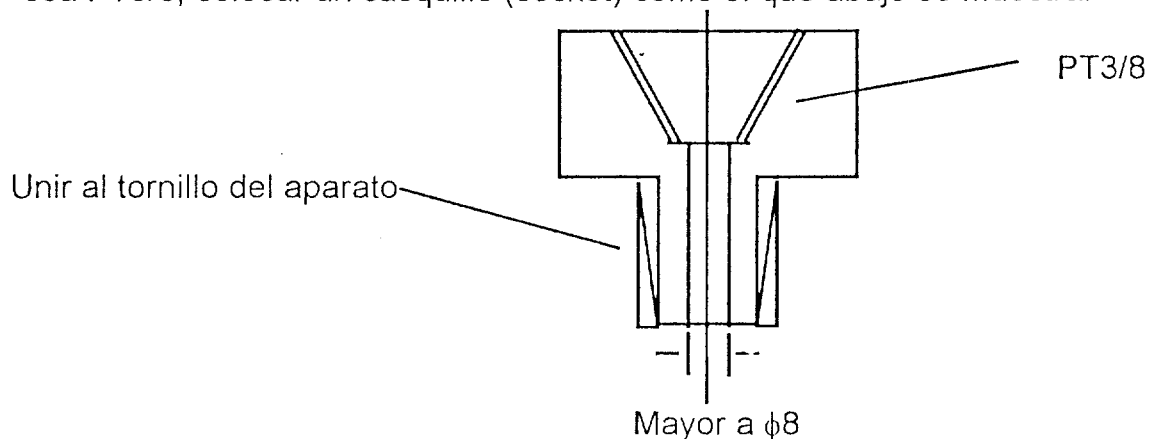
3) La función de copiado y otros consultarlos en este texto, no cuenta con función de alarma.

4) No habrá problema si el largo del cable asegurador rojo (positivos) y/o blanco (negativo) no es el mismo.

5) Si llegara a adherirse algún tipo de basura en el eje (flecha) del interior del registrador, limpiarlo con un trapo suave agregando un poco de aceite.

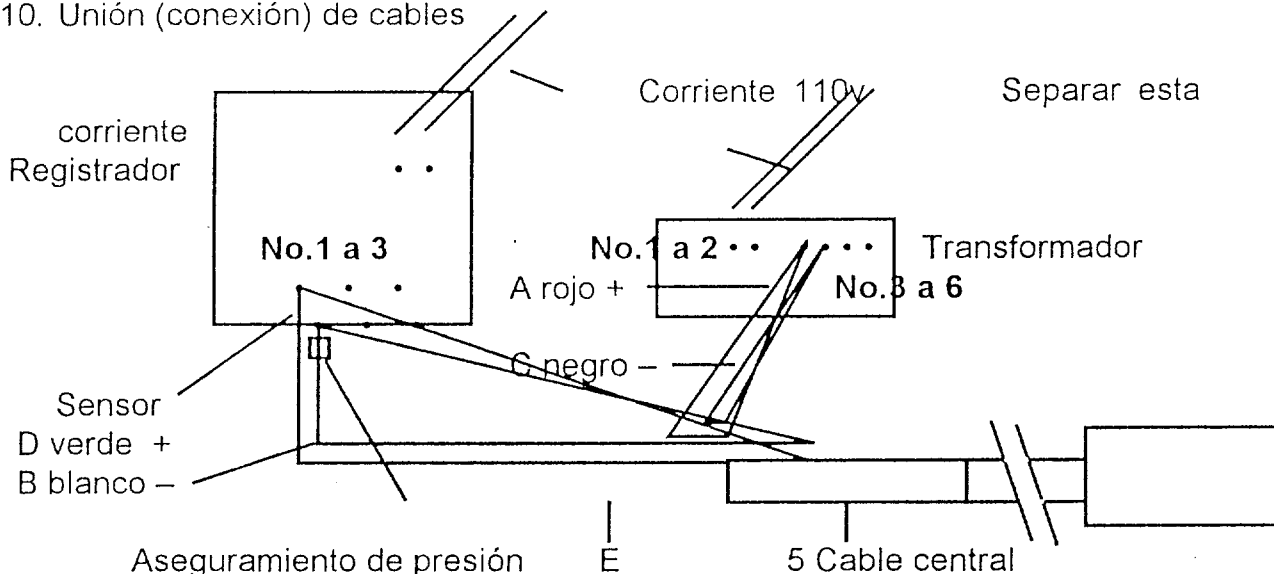
II. REGISTRADOR DE PRESIÓN HIDRÁULICA (Modelo KH1G11 — NDN)

1. Apretar los tornillos laterales al momento de trasladar el registrador (para evitar averías mientras se traslada).
2. No punzar el diafragma interior del sensor medidor de la presión hidráulica con ningún tipo de objeto (para evitar averías y disminución en la precisión).
3. No mojar ni la parte del sensor ni la del cable conductor (para evitar fugas eléctricas).
4. Alejar más de 1m la parte del cable conductor de temperatura y presión hidráulica del cable motriz (para evitar efectos magnéticos).
Deberá ser utilizado a una temperatura menor de 40°C.
5. En caso de que el tornillo del medidor de la presión hidráulica del cilindro no sea PT3/8, colocar un casquillo (socket) como el que abajo se muestra.



6. El torque para insertar el sensor debe ser menor de 4Kg-m; por supuesto utilizar cinta adhesiva.
7. En caso de que la marca de cero esté desviada, quitar el tornillo + de la marca Z ubicada en el costado del sensor y ajustar dando vueltas al tornillo interno; como regla general no deberán hacerse ajustes del tornillo del S (consúltese el texto).
8. Tal como se describe en el texto, conectar el enchufe después de asegurar la unión de cables y posteriormente proceder al *switch-on* (se prende el switch).
9. Areas de colocación del sensor
1 en el cilindro inyector; 1 en el cilindro agitador de molde; 1 en la presión de la bomba o en la presión hidráulica del cilindro del molde.

10. Unión (conexión) de cables



Conectar el A rojo+ (positivo) al 3,5(DC) y el C negro- (negativo) al 4,6(OV)

11. Operación: confirmar conexión de cables, quitar el tapón del cartucho pluma, enchufar (110v) y proceder al *switch-on* (prender el switch), memorizar las letras ya que éstas son particulares al estar en inglés. P-19

1) Ajustar la hora y la fecha. Aparecerá indicado: hora, año, mes y día en este orden (difiere del registrador de temperatura).

(1) Ajuste de horas y minutos P-25

SEL(presionar por más de 2 segundos hasta que aparezca indicado clock)→CLOCK→presionar ↑ (cursor) y ajustar el horario→ENTRY (presionar ENTRY por cada número introducido). Por último, se mostrarán todos los puntos a confirmar y con ENTRY finalizará el ajuste.

CK 20 = 30

Aparecerá indicado clock horas minutos

(2) Ajuste de la fecha P-26

SEL(presionar por más de 2 segundos hasta que aparezca indicado clock)→CLOCK→presionar ↑ (cursor) y ajustar el año, mes, día→ENTRY (presionar ENTRY por cada letra introducida). Por último, se mostrarán todos los puntos a confirmar y con ENTRY finalizará el ajuste.

Consúltese el texto.

CK 1998 , CK 07 08

Aparecerá indicado clock año mes día

2) Alimentación del papel (*Chart-speed*) Es posible ajustar 3 diferentes tipos de velocidad P-22

SEL(presionar por más de 2 segundos hasta que aparezca indicado chart)→CHART→presionar ↑ (cursor) y ajustar la velocidad→ENTRY (presionar ENTRY por cada letra introducida). Por último, se mostrarán todos los puntos a confirmar y con ENTRY finalizará el ajuste.

	CHART-SPEED	No.	SPEED
Aparecerá indicado	No.1 CS	1.	H.50
	(CHANNEL 1 de 50mm/Hr, línea horizontal escala 2)		
Aparecerá indicado	No.2 CS	2	H100
	(CHANNEL 2 de 100mm/Hr, línea horizontal escala 4)		
Aparecerá indicado	No.3 CS	3	H150
	(CHANNEL 3 de 150mm/Hr, línea horizontal escala 6)		

Actualmente está seleccionado el No.2 (el *PIN* del No.3 está en *UP*); dip switch son el No. 2, 3 y 4; en caso de modificación (modificar a 150mm/Hr) apagar el aparato, bajar el No.3 y levantar el interruptor No.4; sin embargo no podrá registrarse el DATA a más de 151mm/Hr.

3) Registro de la hora establecida (registro del DATA (datos) del intervalo de la hora establecida) P-29

SEL(presionar por más de 2 segundos hasta que aparezca indicado data)→DATA→presionar ↑ (cursor) y ajustar el horario→ENTRY (presionar ENTRY por cada número introducido). Por último, se mostrarán todos los puntos a confirmar y con ENTRY finalizará el ajuste.

d: 01.00 00=00

Aparecerá indicado data intervalo hora de inicio

Lo que se menciona anteriormente es sobre la indicación del intervalo; al aparecer 01.00 significa que será una vez cada hora.

4) Impresión de datos (*DATA-print*) P27

SEL(presionar por más de 2 segundos)→dP (data-print) start→ENTRY y se ejecutará.

5) La hoja se moverá a presionar *feed* cuando el aparato esté en *Switch-on*; al presionar *feed* estando en *Switch-off* el cartucho se deslizará a la posición indicada, en este momento se retira o se cambia.

12. Otros

- 1) Al término de la utilización del cartucho pluma, levantar la palanca y cubrirlo sin falta con la tapa (para evitar que se seque).

Al mismo tiempo, quitar el cartucho del canal que no se esté utilizando y cubrirlo con la tapa; en caso de que sea un periodo corto (menos de una hora) se aconseja utilizar la función *skip*. P-32 O: con marca 1: sin marca

Intercambiar los cartuchos secos que ya no funcionen.

- 2) De los cartuchos pluma, el primero (peldaño inferior) rojo; el segundo (peldaño medio) verde; el tercero (peldaño superior) azul. P-49
- 3) La pluma del ploter al igual que en el registrador de temperatura es diferente del cartucho pluma.