

M4 Mantenimiento de máquinas de moldeo por inyección

M4-1 Mantenimiento preventivo

M4-2 Mantenimiento correctivo

M4-3 Generalidades del sistema eléctrico, hidráulico, neumático y electrónico

2/Dic/2013

Mantenimiento de máquinas

2

Mantenimiento de la máquina inyectora

Mantenimiento preventivo	<ul style="list-style-type: none"> ● Es un método de mantenimiento que se realiza antes de que se presenten averías. Se realizan la inspección diaria o la periódica con base en el volumen producido. ● Inspección diaria: Los operadores capacitados del área de producción hacen esta inspección. ● Inspección periódica: Los técnicos especializados en mantenimiento hacen esta inspección.
Mantenimiento por avería de la máquina	<ul style="list-style-type: none"> ● Reparación de la máquina debido al deterioro del funcionamiento y/o a la avería de la máquina. ● Se requiere que el mantenimiento sea rápido. ● Los técnicos especializados en mantenimiento hacen este trabajo.

Mantenimiento de máquinas

3

Mantenimiento preventivo

- Mantenimiento diario (diario o semanal), Mantenimiento periódico (mensual o anual)
 - Elaborar y utilizar el estándar de mantenimiento autónomo en que se identifican claramente los puntos/lugares que se van a inspeccionar mediante la vista, el oído, el olfato y el tacto del operador, así como la hoja de registro de inspección diaria en que se anotan los resultados de la inspección.
 - La inspección diaria será implementada por un operador capacitado.
 - La inspección periódica será implementada por un técnico especializado en mantenimiento.
 - Se deben tener claras las medidas que se van a tomar para cuando se identifica alguna anomalía.
 - El contenido concreto de la inspección será definido con base en las consultas que se hacen con el fabricante de la máquina inyectora y el intercambio de opiniones interno de la empresa.

Mantenimiento de máquinas

2

Ejemplo de una hoja de inspección diaria

Puntos que se van a inspeccionar	Frecuencia	21/oct	22/oct	23/oct
Ruidos de la bomba: ¿Hay ruidos anormales en el momento de arrancar el motor?	Diario	✓	✓	
Temperatura del cilindro: ¿Llega correctamente a la temperatura configurada?	Diario	✓	✓	
Puerta de seguridad del lado del operador: ¿Se detiene el movimiento de cerrar el molde al abrir la puerta?	Diario	✓	✓	
Circuito del equipo controlador de la temperatura del molde (incluyendo el molde): ¿Hay fuga de agua y rozamiento de la manguera?	Diario	✓	✓	
Volumen del aceite hidráulico: ¿El nivel del aceite está dentro del rango permisible?	Semanal	✓		
Encargado de la inspección: Operador capacitado	Fecha de inspección	Shimoda	Shimoda	

Mantenimiento de máquinas

3

Ejemplo de una hoja de inspección periódica

Puntos que se van a inspeccionar	Frecuencia	21/mar.	21/sep.	21/mar.
Aceite hidráulico: Revisar la suciedad y el deterioro.	Semestral	✓	NG Cambio del aceite	
Boquilla: Radio de la punta, diámetro del orificio	Semestral	✓	✓	
Anillo check del husillo: ¿No hay reflujo del material?	Semestral	NG Cambio del juego de 3 componentes	✓	
* * * *	Semestral	✓	✓	
Encargado de la inspección: Técnico del mantenimiento		Shimoda	Shimoda	
Responsable administrativo: Gerente de producción		Ueda	Ueda	

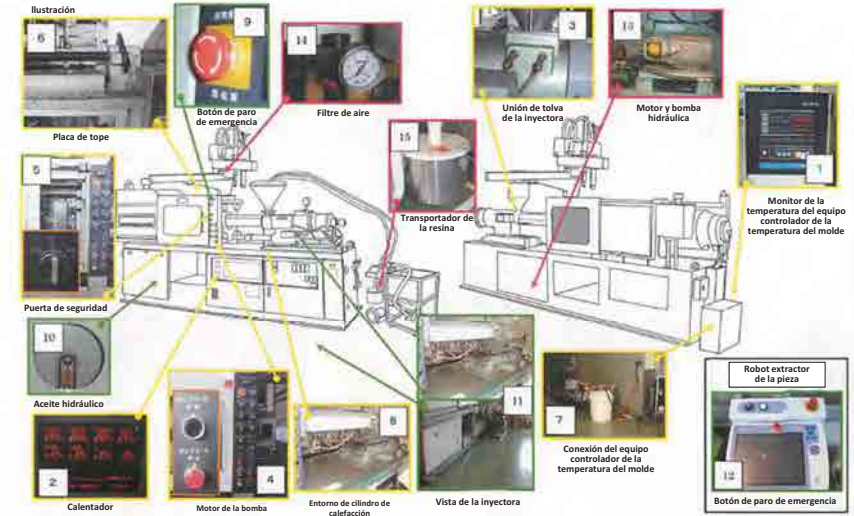
Mantenimiento de máquinas

4

TPM	Estándar del mantenimiento autónomo
Máquina	Inyectora, 160t

Revisión	Fecha	Encargado
1a rev.	1/4/2008	Nishikawa
2a rev.	24/1/2011	Nishikawa
3a rev.	2/7/2012	Nishikawa

Ejemplo



5

A-218

Hoja de inspección al inicio del turno: Máquinas, equipos e instalaciones 44

Fecha	Nombre de la máquina, equipo e instalación	FE-000 (408080)	No. administrativo	Grupo Plástico	Elaborado/Revisado por	Fecha de elaboración/Revisión	Revisión	Aprobación																															
Octubre de 2013						26/02/1999																																	
No.	Conceptos que se deben revisar	Frecuencia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31						
1	¿El equipo controlador de la temperatura del molde mantiene la temperatura configurada?	0.15 minutos/día	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
2	¿La temperatura del calentador se mantiene a la temperatura configurada?	0.15 minutos/día	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
3	¿El agua de enfriamiento en la parte de la graneta debajo de la tolva de la unidad de extrusión está circulando?	0.15 minutos/día	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
4	¿Se oyen ruidos anómalos cuando arranca el motor de la bomba?	0.15 minutos/día	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
5	¿Se oye el moldeo cuando la puerta de seguridad está abierta?	0.15 minutos/día	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6	¿Mantiene la tolva libre de la placa de tope el agua de la balsa de agua?	0.15 minutos/día	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
7	¿Hay fuga de agua en los conexiones de la tubería del circuito de enfriamiento de agua del equipo controlador de la temperatura del molde? ¿Se maneja así debidamente?	0.15 minutos/día	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8	¿Hay fugas de aceites inflamables cerca del cilindro del calentador?	0.15 minutos/día	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9	¿Se oye el motor de la bomba al oprimir el botón de paro de emergencia?	0.15 minutos/día	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10	¿Se adecuó el nivel del aceite hidráulico del tanque?	0.15 minutos/día	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
11	¿Comprueba la máquina impresora la posición de la puerta de seguridad y notifica en la unidad de impresión y su entorno (incluyendo al print)?	10 minutos/día	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12	¿Se detiene el robot de extrusión de la pieza cuando se oprime el botón de paro de emergencia del robot?	0.15 minutos/día	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
13	¿Hay fuga de aceite del operario del molde?	0.15 minutos/día	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
14	¿Se ajustó el valor configurado del flujo de aire del robot de extrusión de la pieza (de 4 a 5 kg/cm ²)?	0.15 minutos/día	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
15	¿Comprueba el equipo alimentador de la resina?	minutos/mes	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Encargado de la inspección																																						

Instrucciones para llenar los resultados de las inspecciones en el formato: Bueno = ✓, Anormal = X, Recuperación de la anomalía = O encima de X. Detalle que el encargado de la inspección encuentre alguna anomalía donde no pueda tomar el solo una decisión debe avisar inmediatamente a su superior o al responsable del área.

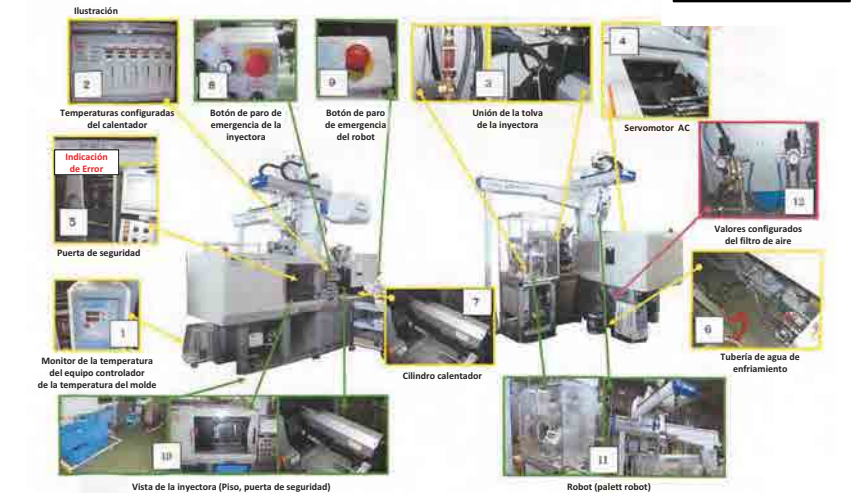
Mantenimiento de máquinas

6

TPM	Estándar del mantenimiento autónomo
Máquina	Inyectora, 50t

Revisión	Fecha	Encargado
1a rev.	20/4/2011	Nakagawa
2a rev.	28/06/2012	Nishikawa
3a rev.		

Ejemplo



7

Hoja de inspección al inicio del turno: Máquinas, equipos e instalaciones 74 1/1


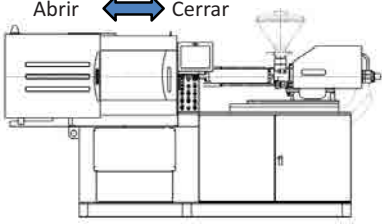
Fecha	Octubre de 2013	Nombre de la máquina, equipo e instalación	NEX-50																	No. administración	Elaborado/Revisado por	Hoy	Aprobación														
			Área administrativa		Grupo Plástico																			Fecha de elaboración/Revisión													
No.	Conceptos que se deben revisar		Frecuencia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
1	El equipo controlador de la temperatura del molde recibe a la temperatura configurada?		0.15 minutos/día			✓	✓				✓	✓																									
2	El controlador recibe a la temperatura configurada?		0.15 minutos/día			✓	✓				✓	✓																									
3	El agua de enfriamiento en la parte del larguete debajo de la tina de la unidad de inspección está circulando?		0.15 minutos/día			✓	✓				✓	✓																									
4	El nivel del agua en la tina de enfriamiento está a un nivel adecuado?		0.15 minutos/día			✓	✓				✓	✓																									
5	Se cierra el molde cuando la puerta de seguridad está abierta?		0.15 minutos/día			✓	✓				✓	✓																									
6	Hay fuga de agua de la tubería del sistema de enfriamiento de agua en el equipo controlador de la temperatura del molde?		0.5 minutos/día			✓	✓				✓	✓																									
7	No deben haber artículos inflamables cerca del molde del calentador.		0.5 minutos/día			✓	✓				✓	✓																									
8	Se apaga el motor de la bomba al apretar el botón de paro de emergencia de la máquina (operator)?		0.15 minutos/día			✓	✓				✓	✓																									
9	Se apaga el motor de la bomba al apretar el botón de paro de emergencia (no operador)?		0.15 minutos/día			✓	✓				✓	✓																									
10	Apariencia de la máquina (operadora y cubiertas del piso y la puerta de seguridad: no operadora).		05 minutos/carrera			✓	✓				✓	✓																									
11	Limpieza del robot y sus alrededores (nivel de vibración de la pieza, "insert" defecto).		5 minutos/día			✓	✓				✓	✓																									
12	¿Es correcto el valor configurado del peso de una del robot de extrusión de la pieza (de 4 a 5 kg/m ³)?		0.15 minutos/día			✓	✓				✓	✓																									
	Encargado de inspección																																				
Instrucciones para llenar los resultados de las inspecciones en el formato: Bueno = ✓, Anormal = X, Recuperación de la anomalía = O encima de X. En caso que el encargado de la inspección encuentre alguna anomalía donde no pueda tomar el solo una decisión debe avisar inmediatamente a su superior o al responsable del área.																																					

Mantenimiento de máquinas 8

Inspección diaria-1

1. Ropa adecuada
2. Inspección de los dispositivos de seguridad (Son diferentes según el modelo.)
 - Puerta de seguridad y limit switch (interruptor de fin de carrera) de la puerta de seguridad

- Deben abrir y cerrar la puerta de seguridad sin dificultad.
- La inyectora no debe cerrar el molde mientras la puerta de seguridad está abierta.
- Deben revisar cómo está instalado el limit switch de la puerta de seguridad.

Mantenimiento de máquinas 9

Inspección diaria-2

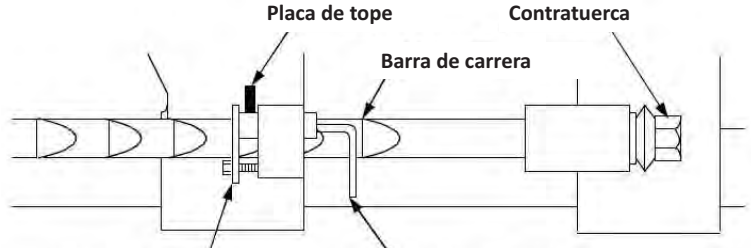
Puerta y cubierta de seguridad:

- * Inspección de la puerta de seguridad del lado del operador
 - ⇒ Si se abre la puerta de seguridad y con esto se detiene el movimiento de cierre del molde, funciona correctamente.
- * Inspección de la puerta de seguridad del lado opuesto del operador
 - ⇒ Si se abre esta puerta de seguridad y con esto se apaga la fuente de energía eléctrica del motor, funciona correctamente.
- * Inspección de la cubierta de seguridad superior
 - ⇒ Si la fuente de energía eléctrica del motor apaga, funciona correctamente.

Mantenimiento de máquinas 10

Inspección diaria-3

- Dispositivos de seguridad mecánicos:
 - ¿No está floja la contratuerca?
 - ¿La placa de tope cae en la barra de carrera cuando se abre la puerta de seguridad del lado del operador?

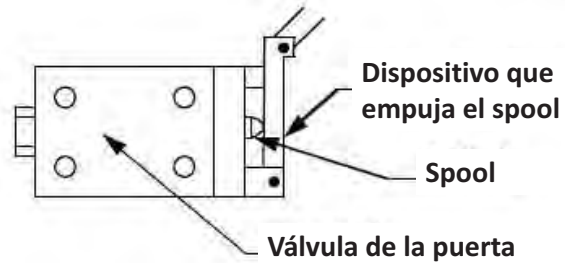


Mantenimiento de máquinas 11

Inspección diaria-4

▪ Válvula de la puerta:

Si la válvula de seguridad funciona correctamente, al abrir la puerta de seguridad, un dispositivo empuja el spool y esto detiene el movimiento de cierre del molde.

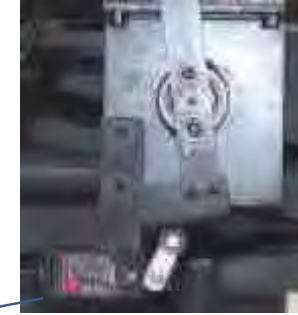


Mantenimiento de máquinas

12

Inspección diaria-5

Limit switch para confirmar el funcionamiento de la válvula de la puerta (L/S):
Es un limit switch para confirmar el buen funcionamiento de la válvula de la puerta.



Limit switch

Mantenimiento de máquinas

13

Inspección diaria-6

▪ Botón de paro de emergencia:

Cuando se activa el botón de paro de emergencia, se apagan la fuente de energía eléctrica del motor, el circuito del calentador y se detiene el movimiento mecánico de la inyectora.



Mantenimiento de máquinas

14

Inspección diaria-7

3. Cubierta protectora de purga:

El interruptor debe funcionar cuando la cubierta protectora de purga está cerrada.

Si la cubierta protectora de purga está abierta, no se puede inyectar ni dosificar. Tampoco avanza la unidad de inyección.



Interruptor de la
cubierta protectora
de purga

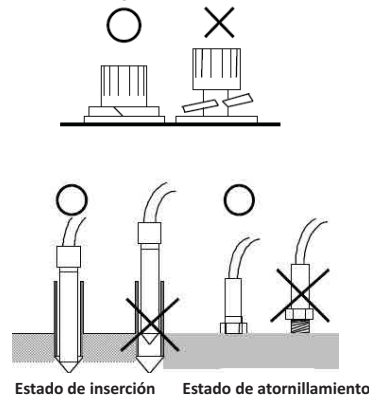
Mantenimiento de máquinas

15

Inspección diaria-8

4. Tornillos en las partes móviles como los de fijación del molde, entre otros:
Se deben revisar que no estén flojos.

5. Revisión del termopar:



Mantenimiento de máquinas

16

Inspección diaria-9

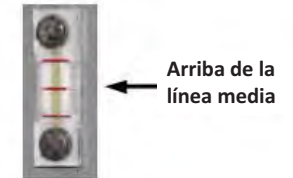
6. Revisión del tiempo necesario para calentar el cilindro:

Cuando se calienta demasiado rápido o lento, puede existir alguna falla en el circuito de calefacción.

7. Nivel del aceite hidráulico:

El nivel debe estar arriba del medio del rango permisible

Medidor del nivel de aceite



Mantenimiento de máquinas

17

Inspección diaria-10

8. Purga del aire del cilindro de cierre del molde:

- El movimiento de abrir y cerrar el molde se repite varias veces.
- Se purga el aire del cilindro según las necesidades.
 - * Cuando la máquina estaba parada por un largo tiempo.
 - * Cuando se vació el aceite hidráulico del cilindro para cerrar el molde.
 - * Cuando se presentan anomalías en el movimiento del cierre del molde.

Mantenimiento de máquinas

18

Inspección diaria-11

9. Revisión de las condiciones del moldeo

10. Revisión del caudal del agua de enfriamiento

11. Aplicación de la lubricación

12. Revisión de la fuga de aceite incluyendo el volumen de fuga

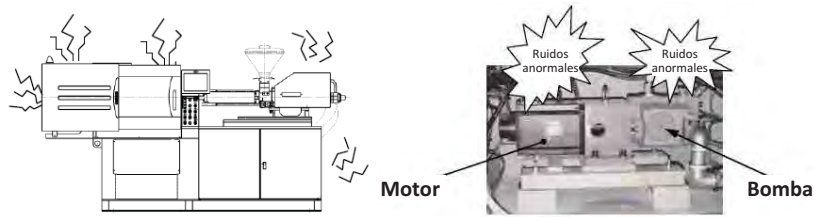
13. Inspección visual de la parte de conexión de la manguera

Mantenimiento de máquinas

19

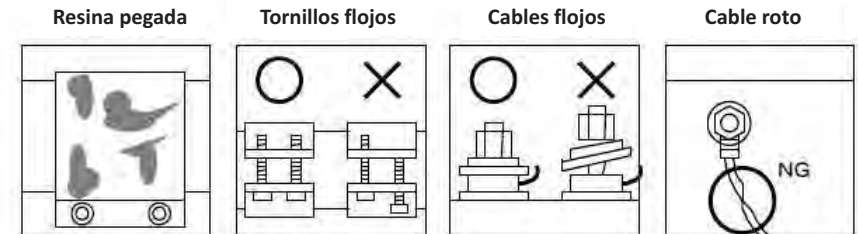
Inspección diaria-12

14. Inspección de ruidos anormales:



Inspección periódica-1

1. Aflojamiento de los tornillos que fijan el limit switch.
2. Revisión visual de las bandas calefactoras.

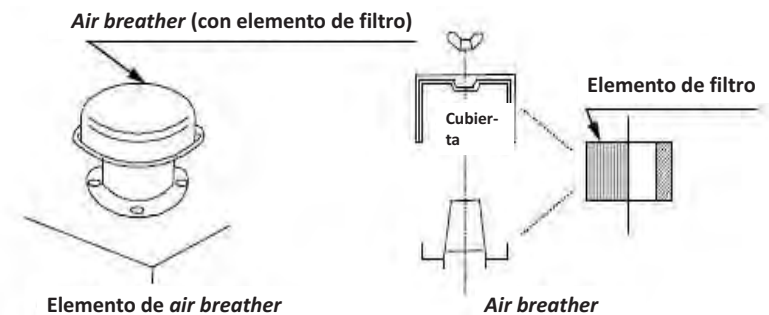


Inspección periódica-2

3. Revisión del aflojamiento de los tornillos que fijan el anillo dividido (*split ring*) del husillo
4. Aflojamiento de tuberías
5. Revisión del funcionamiento de los mecanismos hidráulicos
6. Revisión del tanque para el aceite drenado
7. Revisión del intercambiador térmico (equipo de enfriamiento)

Inspección periódica-3

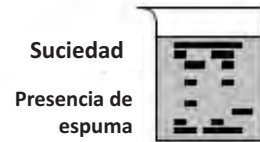
8. Revisión de *air breather element*



Inspección periódica-4

9. Revisión del aceite hidráulico

- Muestreo periódico del aceite hidráulico
Muestreo durante la operación de la máquina
Muestreo de la capa media en un lugar cercano a la succión de la bomba
- Cuando hay espuma, deben revisar la parte de la unión de los tubos y la viscosidad del aceite hidráulico.
- Cuando se cambia el aceite hidráulico, deben dejarlo reposar durante 12 horas.

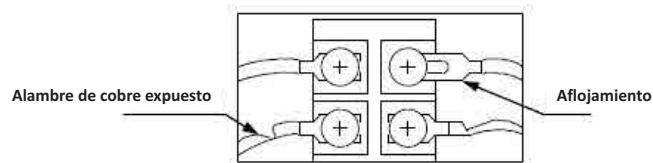


Mantenimiento por avería

- Se trata de reparar la avería de la máquina, por lo que se requiere rapidez.
- * Reparación interna de la empresa: Los técnicos especializados en mantenimiento se encargan de esta reparación.
 - Se necesita tener inventarios de refacciones para las reparaciones.
 - Resistencia, fusibles, contactores electromagnéticos, O-ring, bobina solenoide, manguera de enfriamiento, conectores, entre otros
- * Reparación por el fabricante de la máquina
Deben entender correctamente la avería para solicitar el servicio de reparación.

Sistema eléctrico

- Cables flojos, alambre de cobre expuesto
- Revisión del voltaje: $\pm 10\%$ del voltaje de uso
- Revisión de fusibles
- Revisión de los circuitos de seguridad en la caja de maniobra de la máquina

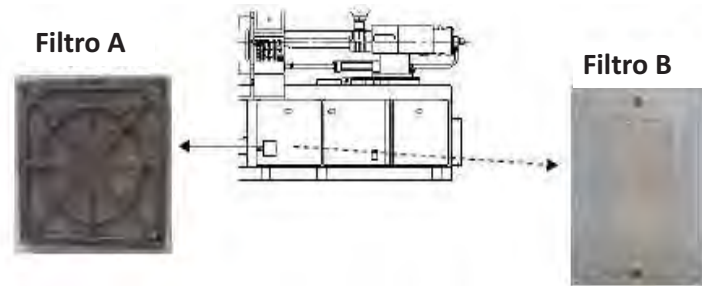


Sistema electrónico

- Evitar la instalación de la máquina en los siguientes ambientes para protección del controlador y de los componentes electrónicos que se usan.
 1. En un lugar en donde la temperatura del entorno de la máquina inyectora esté fuera del rango de 0 a 40 °C.
 2. En un lugar cuya humedad ambiental sea mayor que el 85%RH.
 3. En un lugar donde se forma rocío debido a cambios drásticos de la temperatura.

Sistema electrónico

- **Atascamiento del filtro del ventilador de la caja del sistema eléctrico:**
Revisión y limpieza (Mejorar la ventilación del aire.)
* Revisar y limpiar la suciedad del filtro y cambiarlo.



Mantenimiento de máquinas

28

Sistema hidráulico

- **Volumen del aceite (nivel medio del medidor)**
- **Temperatura del aceite (30~50°C)**
- **Presión del aceite (Revisar si puede llegar al valor configurado.)**
- **Ruidos de la bomba**
- **Revisar fugas de aceite**
- **Prueba de la calidad del aceite (revisión periódica)**
- **Revisión del filtro (revisión periódica)**

Mantenimiento de máquinas

29

Sistema neumático

- **Revisión de la compresora:**
Revisión del nivel del lubricante
Drenado del lubricante obsoleto
Ruidos y vibraciones anormales
Funcionamiento de la válvula de seguridad
- **Revisión de la máquina inyectora:**
Presión del filtro de aire
Mezcla de agua y/o aceite
(*El agua y el aceite pueden causar defectos del producto.)



Mantenimiento de máquinas

30

Ejemplos de problemas de la máquina inyectora (incluyendo errores en la operación de la máquina)

- Resistencia rota de la boquilla
- Fusible roto del circuito de calentador
- Punta aplastada de la boquilla
- Reflujo de la resina (cambio del juego de 3 componentes)
- Torpedo roto
- Arrastres de las álabes del husillo
- Cable corto del termopar
- Fuga del aceite
- Ruidos anormales de la bomba
- Problema del tornillo con cuerdas de la platina fija
- Anillo centrador dañado de la platina fija

Mantenimiento de máquinas

31

M5 Proceso de moldeo de plástico por inyección

M5-1 Principios del proceso de moldeo por inyección

9~10/Feb/2011

Contenido

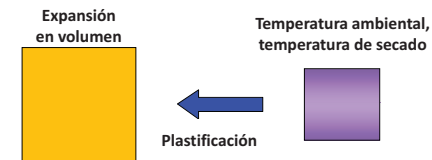
	Contenido		Páginas
1	Conocimientos básicos del moldeo por inyección	1~11	P3~13
2	Flujo de material dentro del molde	1~12	P14~25
3	Proceso de moldeo por inyección	1~7	P26~32
4	Proceso de cierre del molde	1~3	P33~35
5	Proceso de plastificación	1~8	P36~43
6	Proceso de inyección	1~9	P44~52
7	Proceso de retención de presión	1~4	P53~56
8	Proceso de enfriamiento	1~3	P57~59
9	Proceso de extracción de la pieza moldeada	1~3	P60~62

A-225

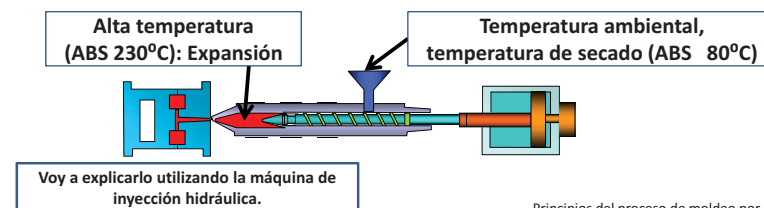
Conocimientos básicos del moldeo por inyección -1 ¿Qué es el plástico?

- Plástico es;
 - Es un polímero que puede ser moldeado por calor y presión. Los polímeros pueden ser resinas naturales o resinas sintéticas, pero cuando se dice plástico, significa en general resinas sintéticas de origen en el petróleo.
 - Una de las características importantes del plástico consiste en deformarse al recibir calor. Esta característica permite hacer una producción de gran volumen de productos de diferentes formas de una manera sumamente sencilla. ⇒ Diferentes formas de moldeo, moldeo por inyección
 - El plástico se puede dividir en 2 tipos a grandes rasgos; termoplástico y termofijo. La mayoría de los productos plásticos es fabricada con base en 2 tipos de polímeros. ⇒ La mayoría de los polímeros termoplásticos es factible para moldear por inyección.

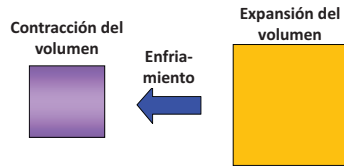
Conocimientos básicos del moldeo por inyección -2 (Material de molde, Plastificación, Expansión)



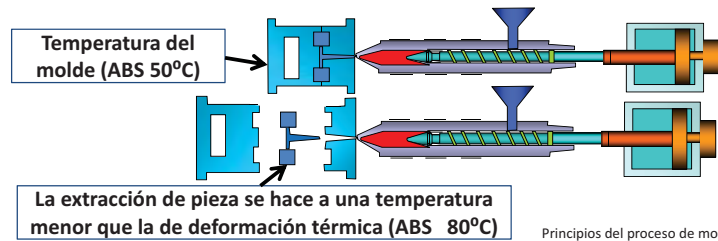
- El moldeo por inyección consiste en;: calentar y fundir la resina en un cilindro caliente (plastificación), inyectarla al molde (formación), enfriar la resina fundida en un molde (solidificación) para producir una pieza.
- La resina no fluye a temperatura ambiental, por lo que la calientan para dejarla en estado de fusión. La resina calentada y fundida (plastificada y líquida) se expande en volumen.



Conocimientos básicos del moldeo por inyección -3 (Material de moldeo, Enfriamiento, Contracción)

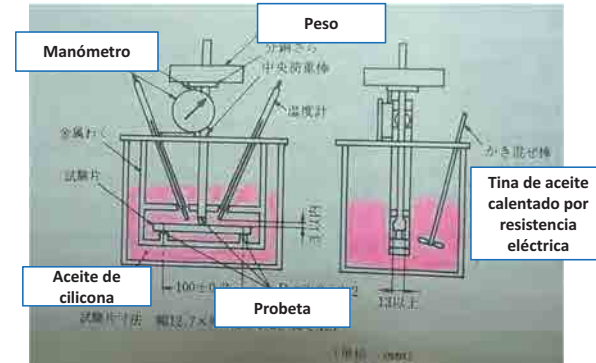


1. La resina inyectada a alta presión al molde, será enfriada y solidificada en el molde, reduciendo su volumen.
2. La tasa de contracción del polímero amorfo es mayor que la del polímero cristalino. Por ejemplo, la resina PP llega a cerca de 20/1000.



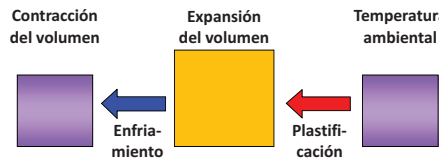
Conocimientos básicos del moldeo por inyección -4 (¿Qué es la temperatura de deformación térmica?)

1. Temperatura de deformación térmica: Se refiere a la temperatura a que se presenta la deformación determinada del plástico, calentándole a una velocidad determinada bajo la carga de peso determinada.
2. Carga: 1.813MPa (18.5kgf/cm²)
3. Velocidad de aumentar la temperatura : 2 °C /minuto
4. Cantidad de deformación: 0.26mm (arqueado)
5. Probeta: 12.7mmx3.2~6.5mmx127mm



Principios del proceso de moldeo por inyección 6

Conocimientos básicos del moldeo por inyección -5 (Material de moldeo, Expansión, Contracción)



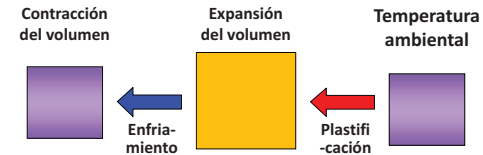
Importante: “La resina fluye a una alta temperatura, pero no fluye a una temperatura ambiental”.

Tasa de contracción de los principales polímeros termoplásticos

Resinas	Signos	Temperatura de la resina para moldear	Tasa de contracción del moldeo
ABS	ABS	190°C ~ 260°C	0.3% ~ 0.8%
Poliestireno	PS	190°C ~ 280°C	0.2% ~ 0.6%
Acrílico	PMMA	180°C ~ 250°C	0.4% ~ 0.8%
Polietileno	PE	150°C ~ 250°C	1.5% ~ 5.0%
Polipropileno	PP	200°C ~ 280°C	1.0% ~ 2.0%
Poliacetel	POM	180°C ~ 230°C	2.0% ~ 2.5%
Policarbonato	PC	250°C ~ 350°C	0.5% ~ 0.7%

Principios del proceso de moldeo por inyección 7

Conocimientos básicos del moldeo por inyección -6 (Volumen específico)



1. El volumen específico es presentado por cm³/g. (Es inverso de la densidad.)
2. La resina fundida (plastificada) y líquida expande su volumen.
3. Se enfría la resina en el molde, contrayendo su volumen.
4. El gran cambio del volumen específico es uno de los factores para generar defectos.
5. Suponiendo que: el volumen específico de la resina en el momento del *gate* sellado es 1.05cm³/g, el volumen específico de la misma resina a la temperatura ambiental y a la presión atmosférica es 1.0cm³/g, entonces, la tasa de contracción es 1.0/1.05. Suponiendo que esta contracción va a ocurrir en 3 direcciones en forma uniforme, entonces la raíz cúbica es 0.984, por lo que la tasa de contracción es 16/1,000.
6. Cuando la temperatura de fusión es alta, el volumen específico también es grande, por lo tanto la tasa de contracción también va a ser alta.
7. Cuando la presión es alta, el volumen específico es pequeño, por lo tanto la tasa de contracción es baja.

Principios del proceso de moldeo por inyección 8

Conocimientos básicos del moldeo por inyección -7 (Diferencia en la tasa de contracción)

Hay una gran diferencia de contracción entre el polímero cristalino y el amorfo.

1. Polímeros cristalinos:

(PE)	Polietileno	2.5%
(PP)	Polipropileno	1.6%
(POM)	Poliacetal	1.7%

2. Polímeros amorfos:

(PS)	Poliestireno	0.4%
(PVC)	Cloruro de polivinilo	0.3%
(PC)	Policarbonato	0.6%

(Valores de referencia)

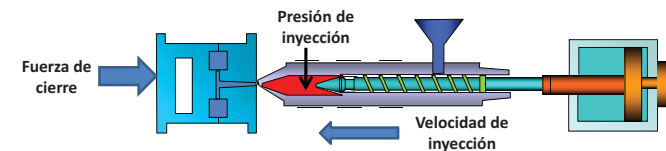
Principios del proceso de moldeo por inyección 9

Conocimientos básicos del moldeo por inyección -8 (La fuerza y la presión son grandes.)

- Se calienta la resina para que tenga fluidez (plastificación) y sea inyectada al molde. La resina que tiene contacto con las paredes del molde se enfría y solidifica, por lo que en la parte central del molde existe el flujo de resina.
- La resina fluye de una manera diferente al "agua" o "aceite", los cuales no cambian su estado físico por la temperatura. \Rightarrow Para hacer fluir la resina, se necesitan una alta presión de inyección y una gran fuerza de cierre del molde.

[Máquina de inyección que será introducida]

Fuerza de cierre del molde (Clamping Force) : 792 KN (80Tonf)
 Presión de inyección (Injection Pressure): 187 Mpa (900kg/cm²)
 Velocidad de inyección (Injection Velocity): 300 mm/sec

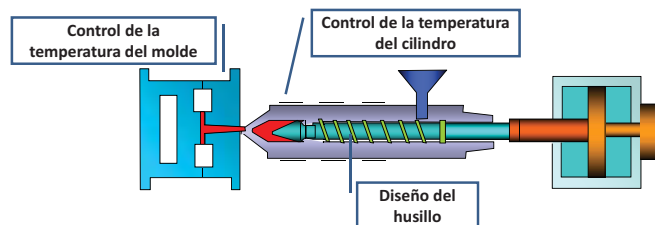


Principios del proceso de moldeo por inyección 10

Conocimientos básicos del moldeo por inyección -9 (Termofijos y termoplásticos)

- Polímeros termofijos:** Al recibir el calor, se funde y fluye al molde. Al calentar más, se vuelve rígido. Una vez que quede curado, no vuelve a ablandarse aun con más calor.
- Polímeros termoplásticos:** Al recibir el calor, se funde y se ablanda. Al ponerlo en moldes y enfriarlo, se vuelve sólido. Pero, al recibir otra vez el calor, vuelve a ablandarse y fundirse.

La temperatura establecida para el molde y el cilindro, así como el diseño del husillo son muy diferentes entre los de polímeros termofijos y termoplásticos.

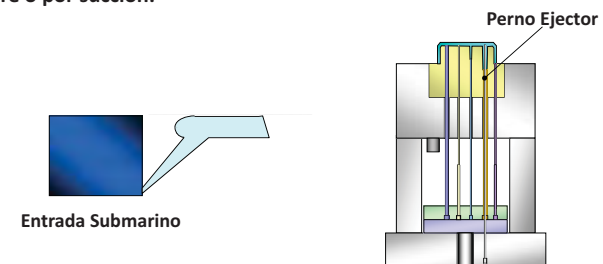


Principios del proceso de moldeo por inyección 11

Conocimientos básicos del moldeo por inyección -10 (Entrada del material, Gate, huella del perno ejector EP)

¿Cuál es la gran diferencia en comparación con otros procesos de moldeo?

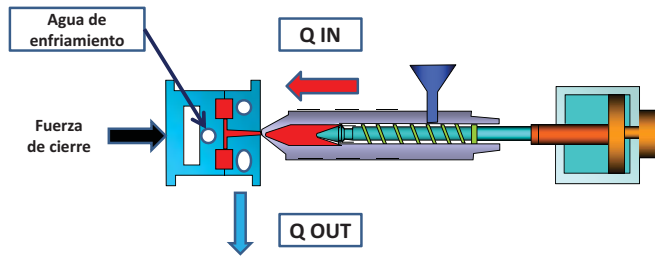
- La resina fundida fluye al molde.
 \Rightarrow Se necesita contar con el canal de flujo. En la cavidad siempre hay entrada de material.
- Se extrae la pieza solidificada por la parte del lado móvil del molde.
 \Rightarrow Siempre hay una huella de la barra botadora. También pueden ser la extracción por aire o por succión.



Principios del proceso de moldeo por inyección 12

Conocimientos básicos del moldeo por inyección -11 (Enfriamiento del molde)

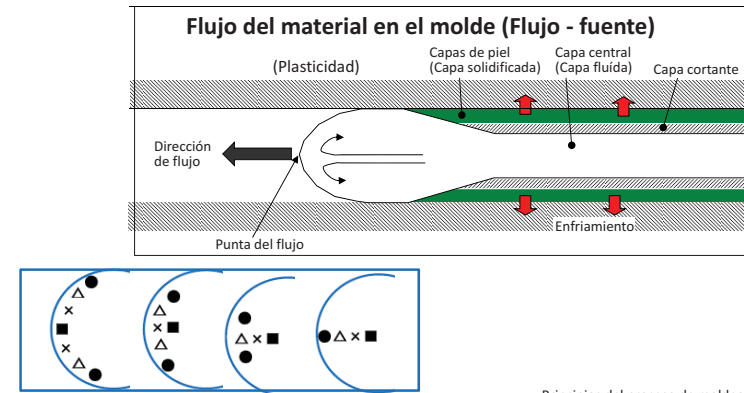
1. El molde funciona como intercambiador térmico.
2. El calor (Q_{in}) que lleva la resina, es transportada (Q_{out}) fuera del molde a través del medio de enfriamiento (agua, aceite).
3. Cuando no funciona bien este mecanismo, el ciclo de moldeo puede ser más largo, o puede generar defectos (deformación, problemas de desmoldeo). El diseño del circuito de enfriamiento del molde es un punto importante.



Principios del proceso de moldeo por inyección 13

Flujo del material en el molde -1

Se calienta la resina para que tenga fluidez y sea inyectada al molde. La resina que tiene contacto con las paredes del molde se enfría y se solidifica, o mientras que en la parte central existe el flujo de resina. Al tener contacto con las paredes del molde se enfría y se solidifica. Se repite esto hasta terminar el llenado del molde. La resina fluye de manera diferente al "agua" o "aceite", los cuales no cambian su estado físico por la temperatura.

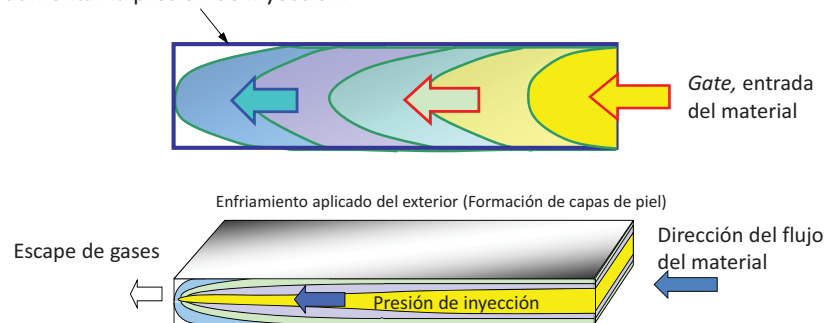


Principios del proceso de moldeo por inyección 14

Flujo del material en el molde -2 Cambio del flujo del material en el molde

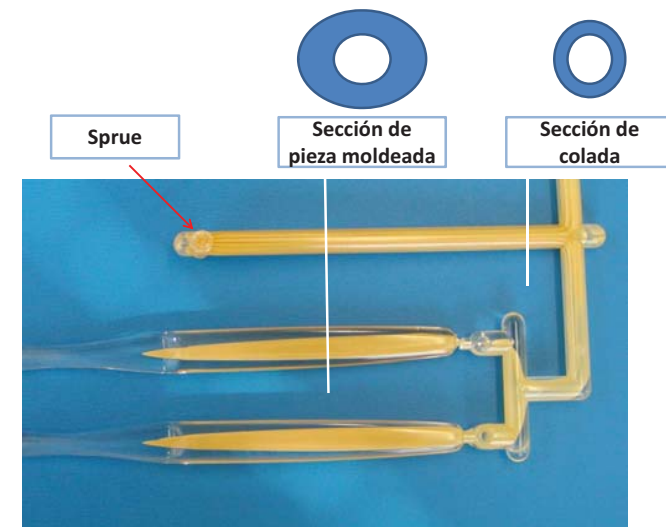
Cuanto más baja es la temperatura de la resina, mayor es su viscosidad y más baja la velocidad de flujo. Es necesario aumentar la presión de inyección.

El flujo es unidireccional, empezando de la entrada del material.



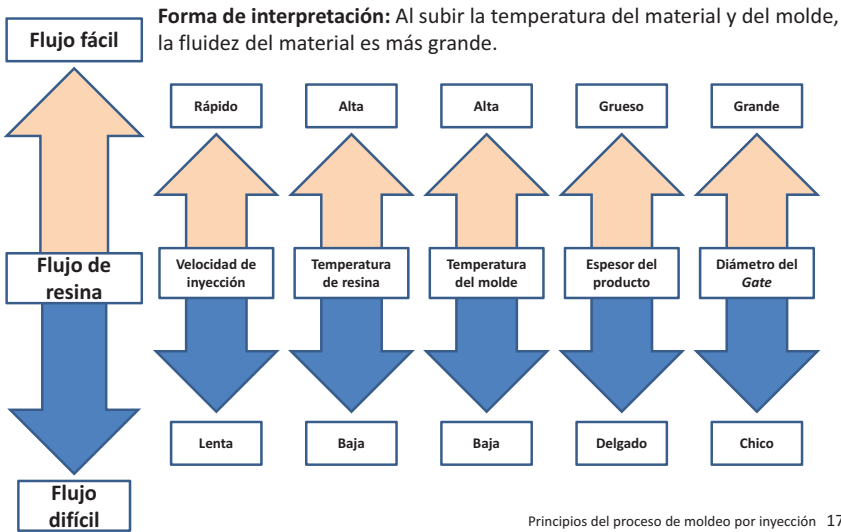
Principios del proceso de moldeo por inyección 15

Flujo del material en el molde -3



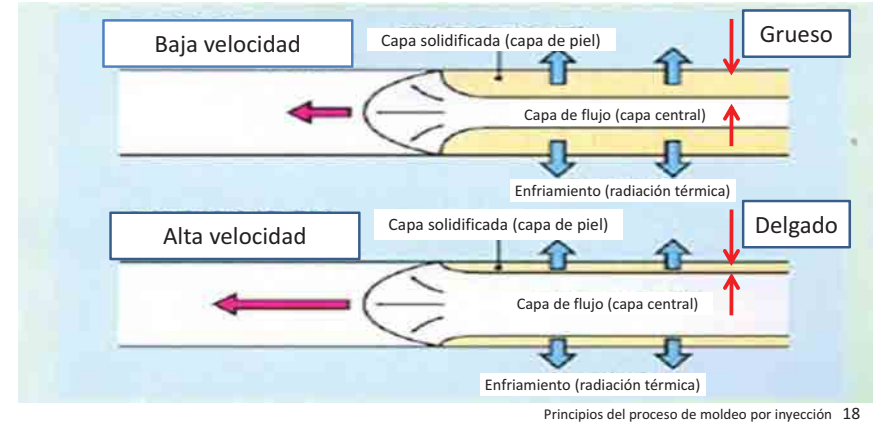
Principios del proceso de moldeo por inyección 16

Flujo del material en el molde -4 (Relación entre la fluidez del material y otros factores)

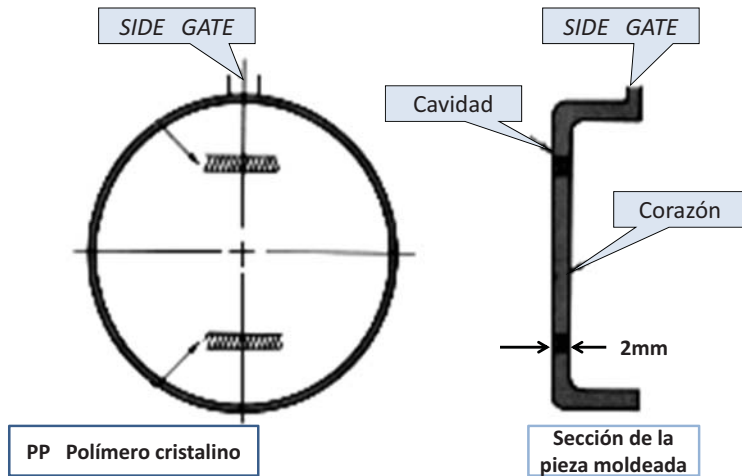


Flujo del material en el molde -5 Flujo del material "Llenado de super alta velocidad"

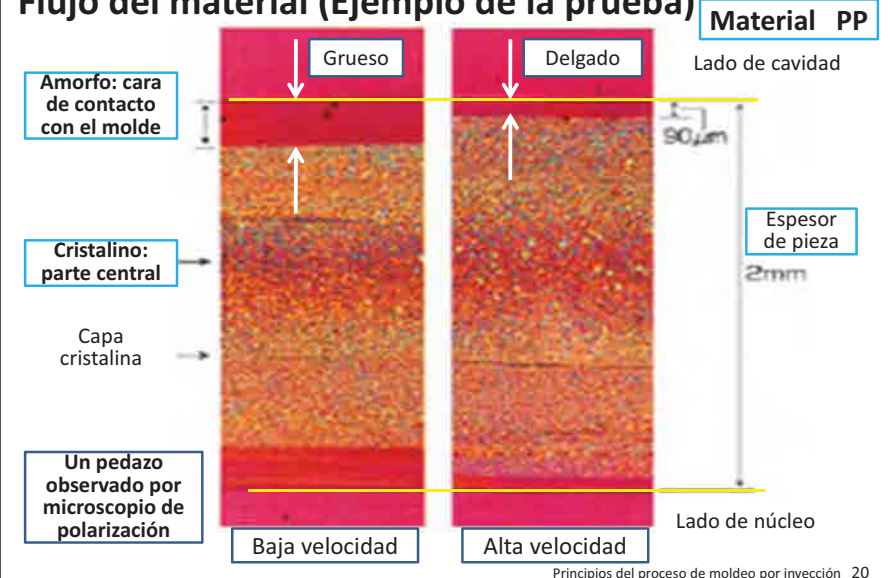
En el momento de la inyección, el flujo del material y su enfriamiento se están desarrollando simultáneamente en el molde. Mientras están formando las capas de piel, está fluyendo el material. Para hacer un molde de alta calidad sin defectos, es efectivo asegurar el flujo del material, disminuyendo las influencias del enfriamiento. Realizar el llenado de alta velocidad permite esperar que suba la temperatura del material por el calor generado por fricción y corte, y consecuentemente baje la viscosidad del material, mejorando su fluidez y que reduzca la presión interior de la cavidad.



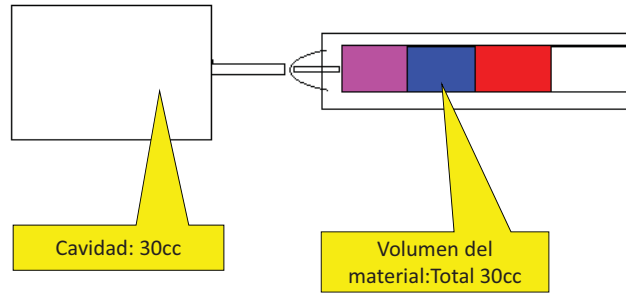
Flujo del material en el molde -6 Flujo del material (Ejemplo de la prueba)



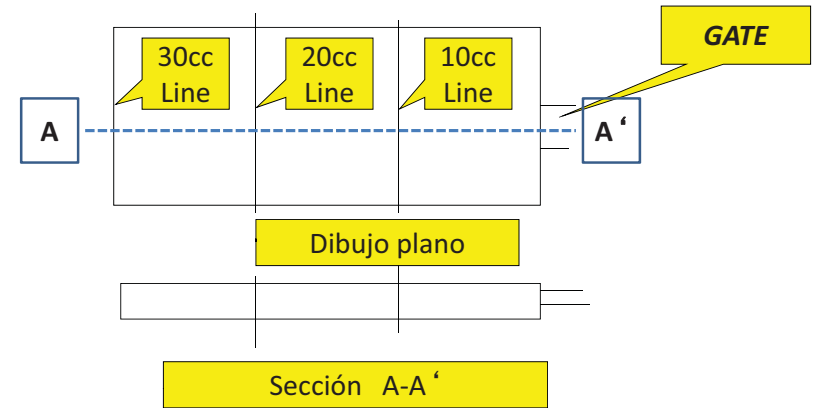
Flujo del material en el molde -7 Flujo del material (Ejemplo de la prueba)



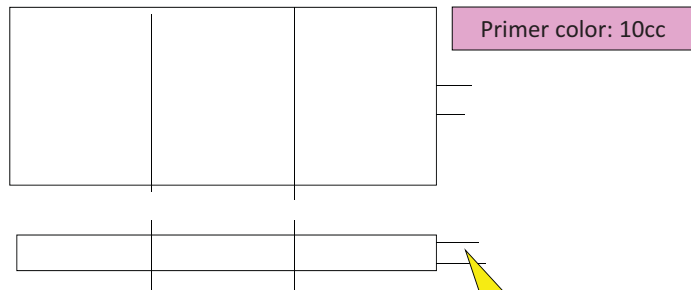
Flujo del material en el molde -8 (Flujo del material en el molde: Esquema-1)



Flujo del material en el molde -9 (Flujo del material en el molde: Esquema-2)



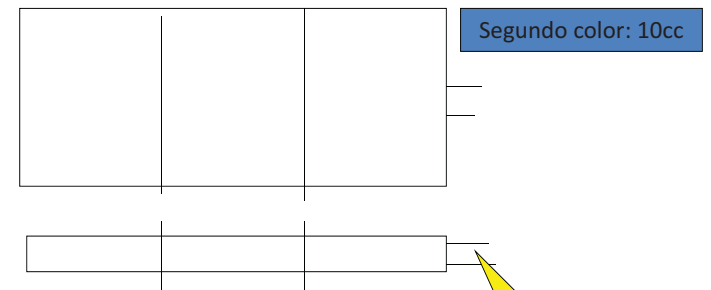
Flujo del material en el molde -10 (Flujo del material en el molde: Esquema-3)



* Pensar en el flujo del segundo y tercer color.

Se considera cero el volumen del *sprue gate*.

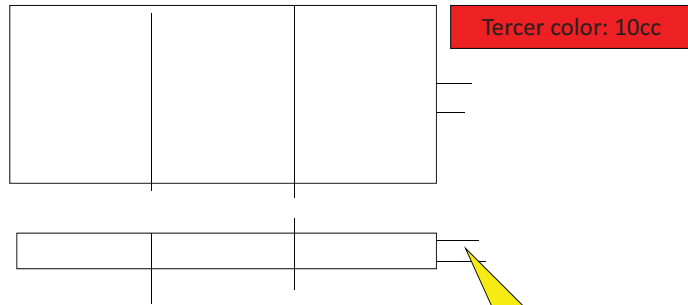
Flujo del material en el molde -11 (Flujo del material en el molde: Esquema-4)



* Pensar en el flujo del segundo color.

Se considera cero el volumen del *sprue gate*.

Flujo del material en el molde -12 (Flujo del material en el molde: Esquema-5)

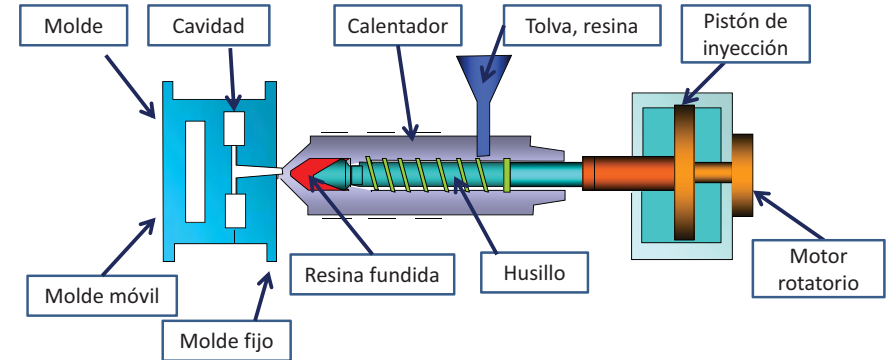


* Pensar en el flujo del tercer color.

Se considera cero el volumen del sprue gate.

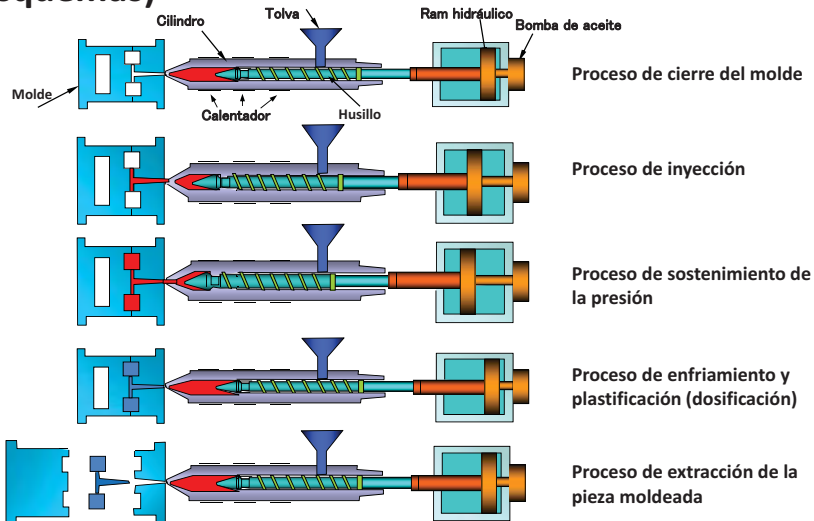
Principios del proceso de moldeo por inyección 25

Proceso de moldeo por inyección -1 (Denominaciones de las partes de la máquina)



Principios del proceso de moldeo por inyección 26

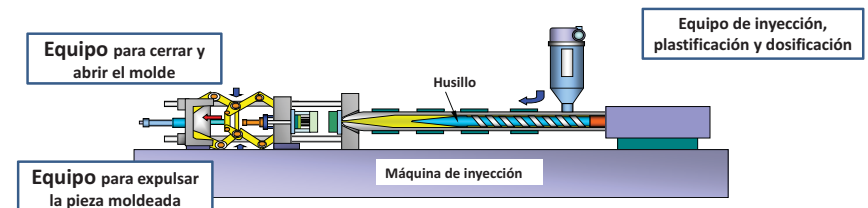
Proceso de moldeo por inyección-2 (Esquemas)



Principios del proceso de moldeo por inyección 27

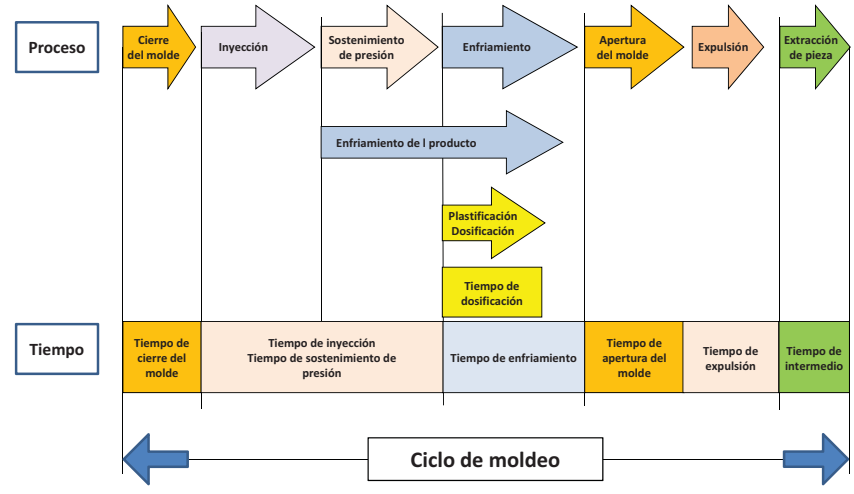
Proceso de moldeo por inyección -3 (Procesos y sus equipos)

	Procesos	Acción del proceso	Equipo
1	Cierre	Se cierra el molde.	Equipo para cerrar y abrir el molde.
2	Inyección y retención de la presión	Se inyecta el material al molde. Se carga la presión y se mantiene.	Equipo de inyección.
3	Enfriamiento, plastificación y dosificación	Se plastifica la dosis correspondiente de una inyección. Se dosifica la cantidad necesaria.	Equipos de plastificación y dosificación.
4	Extracción de la pieza moldeada	Se abre el molde para expulsar y sacar la pieza moldeada.	Equipos para cerrar y abrir el molde, y expulsar la pieza.



Principios del proceso de moldeo por inyección 28

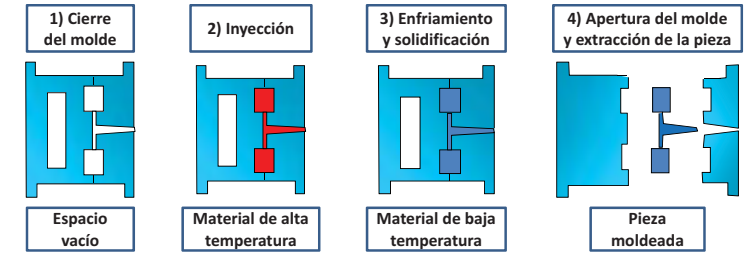
Proceso de moldeo por inyección -4 (Ciclo de moldeo)



Principios del proceso de moldeo por inyección 29

Proceso de moldeo por inyección -5 (Se inyecta la resina fundida al molde, se enfría y solidifica para sacarlo del molde.)

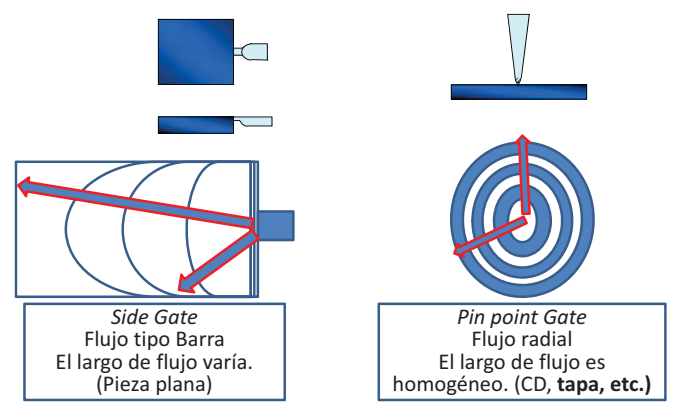
- 1) Al molde cerrado,
- 2) Se inyecta el material caliente y fundido (plastificado) a presión (inyección y formación).
- 3) Se enfría y después de solidificarse (solidificación),
- 4) Se abre el molde para sacar la pieza moldeada.



Principios del proceso de moldeo por inyección 30

Proceso de moldeo por inyección -6 (Flujo del material)

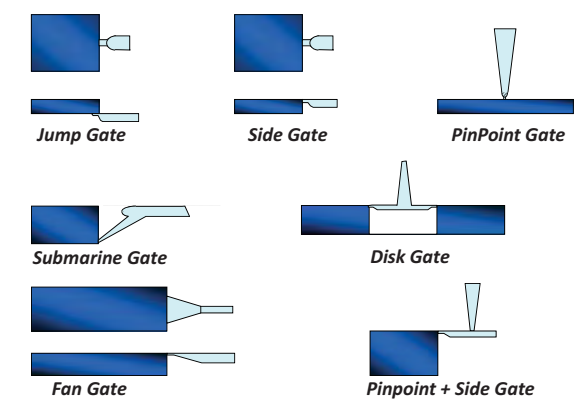
Flujo tipo Barra y Flujo Radial



Principios del proceso de moldeo por inyección 31

Proceso de moldeo por inyección -7 (Tipos de Gates)

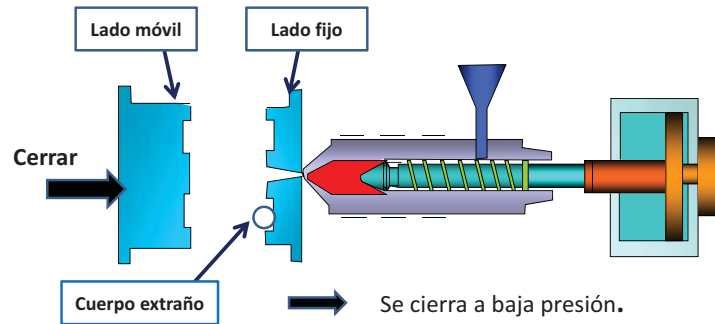
Ejemplos representativos de Gates



Principios del proceso de moldeo por inyección 32

Proceso de cierre del molde -1

1. Es el proceso en que se cierra el lado móvil del molde. (Establecer la velocidad y la presión de cierre.)
2. Para proteger el molde se cierra a baja presión. \Rightarrow Se verifica el cierre. \Rightarrow Posteriormente se aplica la alta presión. Se establecen 2 etapas de presión.



Principios del proceso de moldeo por inyección 33

Proceso de cierre del molde -2

¿Por qué es necesaria la fuerza de cierre?

1. La presión de inyección (presión de resina) llega al molde, generando la fuerza para abrir el molde. Si se abre la línea de unión del molde (P/L), se genera la fuga de la resina (rebaba).
2. Es necesario cerrar el molde con una fuerza mayor que la fuerza multiplicada entre el área proyectada de la pieza y la presión de la resina interior del molde.

⊙ Área proyectada: Área de proyección que se presenta al iluminar la pieza con una luz paralela a la dirección del cierre del molde.



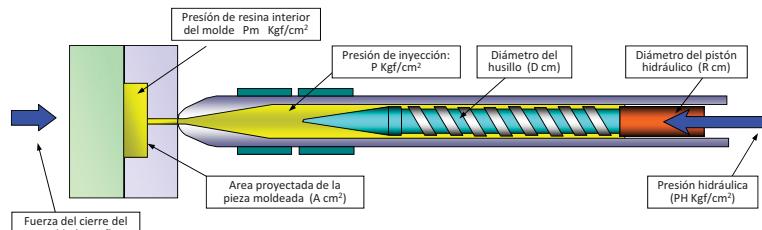
Fuerza de cierre \geq (Presión de resina interior del molde) \times (Área proyectada) \times 1.25

Principios del proceso de moldeo por inyección 34

Proceso de cierre del molde -3

Cálculo de la fuerza de cierre del molde

1. Es necesario que la fuerza de cierre del molde sea mayor que el producto del área proyectada por la presión de la resina interior del molde.
2. Dicen en general que la presión de la resina interior del molde es equivalente a un 30 a 50% de la presión de inyección, pero varía dependiendo de las condiciones de moldeo, tipo de resina y espesor de la pieza moldeada. Primeramente se debe estimar la presión de la resina interior del molde para calcular la fuerza de cierre del molde necesaria.



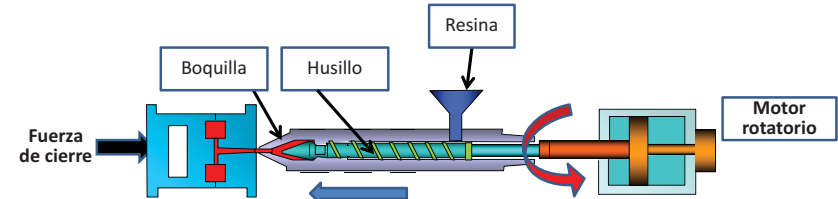
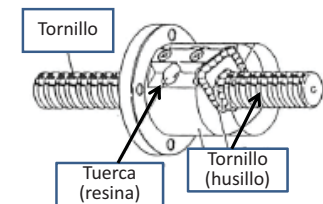
Presión de inyección: $P \text{ (Kgf/cm}^2\text{)} = PH \text{ (Kgf/cm}^2\text{)} \times (R^2 \text{ cm} \div D^2 \text{ cm})$
 Fuerza del cierre del molde: $F_c \text{ (Kgf)} \geq P_m \text{ (Kgf/cm}^2\text{)} \times A \text{ cm}^2 \times 1.25$

Principios del proceso de moldeo por inyección 35

Proceso de plastificación -1

¿Por qué se puede enviar la resina?

1. La relación del husillo y la resina es la del tornillo y la tuerca.
2. Al girar el tornillo, se mueve la tuerca.
3. Por lo anterior, al girar el husillo, se manda adelante a la resina.



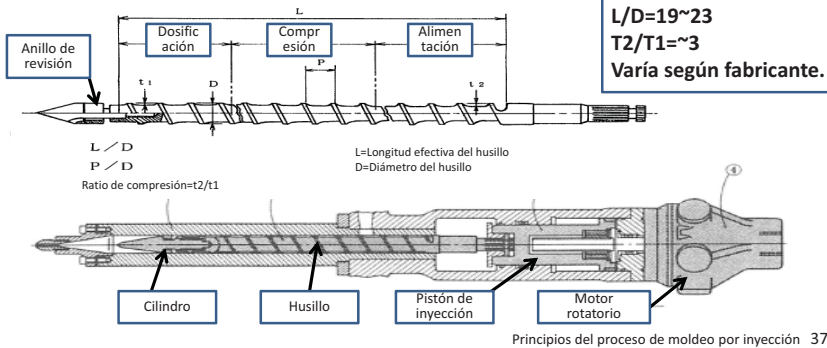
La resina es enviada hacia la boquilla debido las revoluciones del husillo.

Principios del proceso de moldeo por inyección 36

Proceso de plastificación -2

¿Por qué se funde la resina?

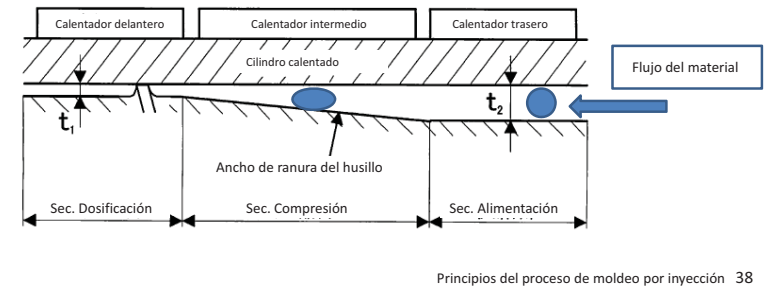
1. En el método del husillo en línea se otorgan las funciones intensivas de plastificación, dosificación e inyección al husillo.
2. Un husillo está formado de 3 secciones de alimentación, compresión y dosificación, observadas del lado de la tolva, y en la punta está integrado el anillo de revisión para evitar la contracorriente del material.
3. Gracias a la función del anillo de revisión, se evita la contracorriente de la resina y la resina fundida que está en la punta será inyectada al molde.



Proceso de plastificación -3

¿Por qué se funde la resina?

1. Sección de alimentación: La resina que cae de la tolva, llega a estar en estado de ablandamiento por las acciones cortantes de las revoluciones del husillo y por el calor de los calentadores. Posteriormente es enviada a la sección de compresión.
2. Sección de compresión: Aquí se recibe la compresión y al mismo tiempo sigue en proceso de fusión y mezcla por las acciones cortantes y por el calor del calentador. Posteriormente es enviada a la sección de dosificación.
3. Sección de dosificación: La resina fundida que ha llegado de la sección anterior, es mezclada para ser homogénea y posteriormente es enviada a la punta del husillo.

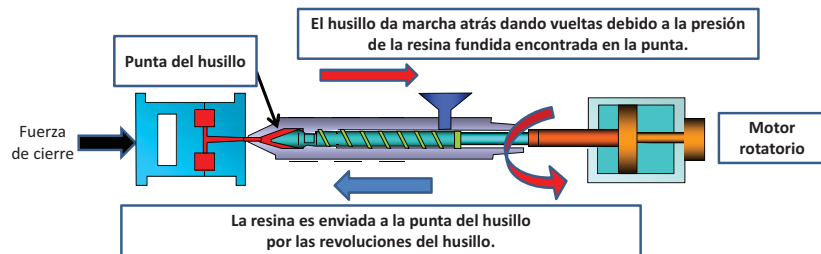


Proceso de plastificación -4

¿Por qué el husillo da marcha atrás?

1. Se envía la resina por las revoluciones del husillo. Se funde y plastifica, y luego se envía a la punta del husillo.
2. Se genera presión en la punta del husillo por la resina fundida enviada. Esta presión hace regresar al husillo (Establecer la contracpresión.)

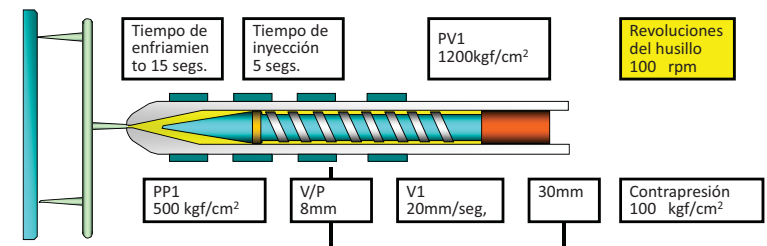
Cuando se acaba el material a alimentar, no va a haber resina fundida que se envíe a la punta del husillo, consecuentemente el husillo no da marcha atrás.



Proceso de plastificación -5

(Establecer las condiciones para plastificación y dosificación, el número de revoluciones del husillo y la contracpresión)

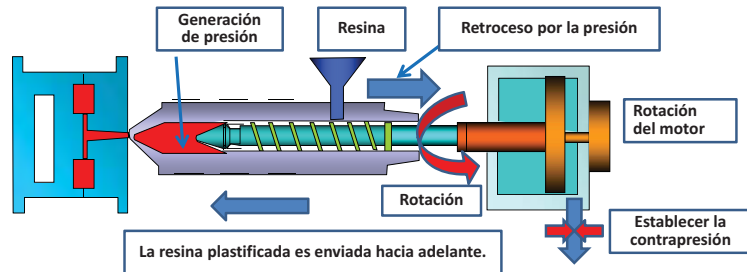
1. Cuando inicia el tiempo de enfriamiento, inician los procesos de plastificación y dosificación.
2. Parámetros a ajustar: número de revoluciones del husillo y la contracpresión. La referencia para determinar el número de revoluciones es para que la dosificación finalice dentro del tiempo de enfriamiento. (En el ejemplo la dosificación terminará dentro de 15 segundos.)
3. Cuando se plastifica y dosifica con una velocidad excesivamente alta, pueden suceder la variación de la temperatura de resina o defectos de plastificación.
4. Establecer la contracpresión a 100kg/cm² como referencia. Si es demasiado alta, es fácil de quemar la resina.
5. Se define el posicionamiento considerando 0mm la posición más adelantada del husillo. 30mm es la posición de carrera de dosificación, calculada con base en el peso del producto y el de colada. (P41)



Proceso de plastificación -6

(Establecer las condiciones de dosificación y la contrapresión)

1. Cuando la resina plastificada es enviada a la punta del husillo, se genera la presión, la que hace al husillo retroceder.
2. Controlar esta presión es denominado "establecer la contrapresión".
3. Cuando la presión generada en la punta del husillo llega al valor establecida de contrapresión, el husillo inicia a retroceder.
4. Cuando se acaba el material, no se genera la presión, por lo que el husillo no retrocede.
5. Al establecer la contrapresión, se pretende escapar gases generados durante la plastificación hacia la dirección de la tolva.

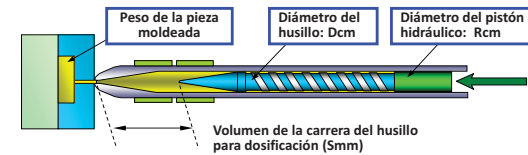


Principios del proceso de moldeo por inyección 41

Proceso de plastificación -7

Cálculo de la carrera para dosificación

1. Con base en el peso de la pieza moldeada se calcula la carrera de dosificación.
2. En caso de desconocer el peso de la pieza moldeada, se va aumentando poco a poco la carrera de dosificación, iniciando con el nivel en que falta el material.



$$S = \frac{W(g) \times 10}{\pi \times D^2 \times \rho \times \eta / 4}$$

$W(g)$: Peso de la pieza moldeada
 $D (cm)$: Diámetro del husillo
 ρ : Peso específico
 η : Eficiencia de inyección
 S : Carrera del husillo para dosificación

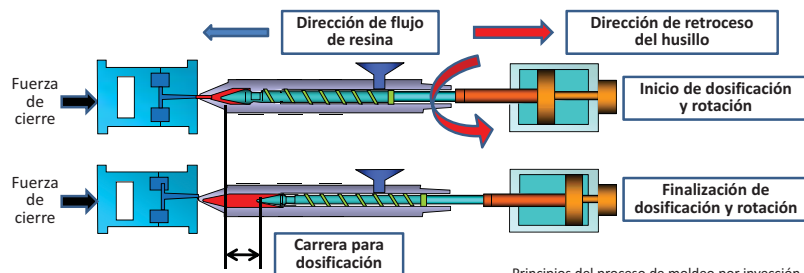


	$\rho \times \eta$ (Eficiencia)
PS	0.9
AS	1.0
ABS	0.9
PE	0.7
PP	0.7
PVC	1.3
PMM	1.1
PA6	1.0
PA66	1.0
PC	1.1
POM	1.2

Principios del proceso de moldeo por inyección 42

Proceso de plastificación -8

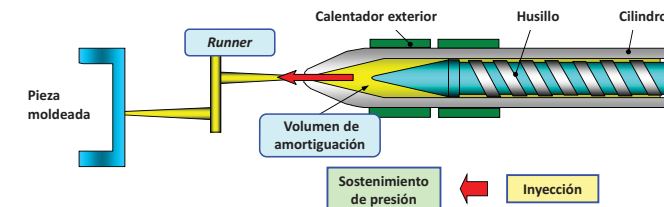
1. Cuando inicia la rotación del husillo, la resina es enviada por el husillo, y es ablandada por las acciones cortantes del husillo y por el calor del calentador y llega hacia la dirección de la boquilla.
2. Allí se recibe la compresión y sigue mezclándose y fundiéndose por las acciones cortantes y por el calor del calentador. Llega a ser una resina fundida homogénea y enviada a la punta del husillo.
3. La resina fundida que llegó a la punta del husillo acumula presión, la que empuja al husillo, dando marcha atrás.
4. Cuando se da marcha atrás por la cantidad de carrera diseñada, se termina el proceso de plastificación y dosificación, y para la rotación del husillo.



Principios del proceso de moldeo por inyección 43

Proceso de inyección -1

(Se inyecta la resina por husillo.)



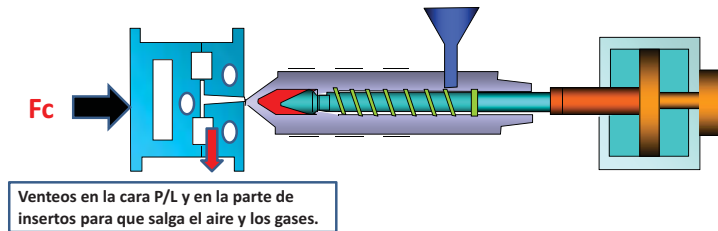
Proceso de inyección:

La resina pasa por el Runner, el Gate delgado y finalmente llega a la cavidad para llenar el molde. Se lleva a cabo el llenado de resina por el husillo, empujando la resina que hay dentro del cilindro. En el proceso de inyección se hace el control de la velocidad de la resina fluida, pero es necesario tomar en consideración la expulsión del aire residual en el molde.

Principios del proceso de moldeo por inyección 44

Proceso de inyección -2 (Venteo)

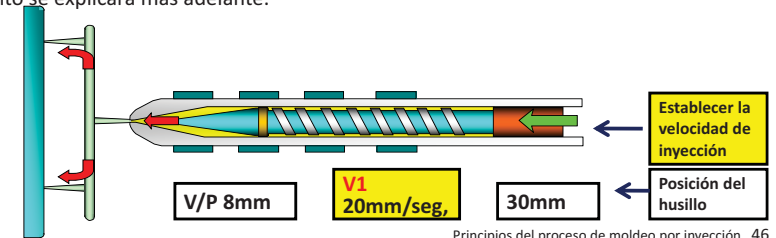
1. En el molde queda aire. Además, la resina con que se llena también contiene gases, por lo que es importante pensar en la forma de dejar escapar el aire y los gases fuera del molde.
2. Se integran los venteos en la cara de la línea de separación del molde (P/L) o en las caras en que se colocan los insertos. Se hace el escape de gases por la parte del inserto del perno ejector (EP).
3. También existe un sistema que sacan gases por la cara P/L del molde a través del control de fuerza de cierre por varias etapas.



Principios del proceso de moldeo por inyección 45

Proceso de inyección -3 Establecimiento de la velocidad de inyección (Ejemplo: Establecer una sola velocidad)

1. La velocidad de flujo de la resina dentro del molde es controlada por la velocidad de avance del husillo.
2. Se establece la única velocidad de inyección (V_1) para el espacio entre el punto a 30mm de la posición del husillo y V/P 8mm. (La unidad de valor establecida puede ser: % o mm/seg.)
* V/P representa el punto de cambio del control por velocidad al control por presión. Primero existe el área controlada por el parámetro de velocidad y después el área controlada por la presión. Normalmente este punto está entre 95 y 98% del llenado de la cavidad.
3. Es común que la velocidad de inyección esté formada por varias etapas. Sobre este punto se explicará más adelante.



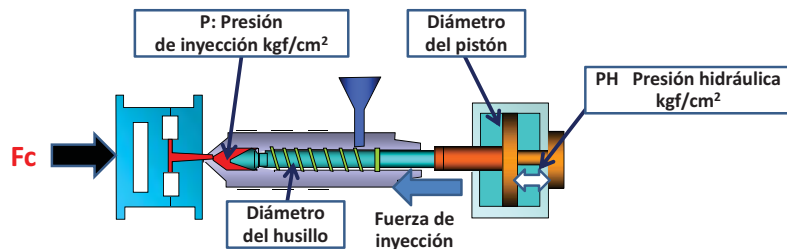
Principios del proceso de moldeo por inyección 46

Proceso de inyección -4 (Cálculo de la presión de inyección)

1. Suponiendo que: Diámetro del pistón del cilindro de inyección 14.5cm; presión hidráulica $Ph = 140 \text{ kgf/cm}^2$; Diámetro del husillo 36mm.
2. La fuerza de inyección $= \pi \times 14.5^2 \times 140 / 4$
3. La presión de inyección (P) es el producto de la fuerza de inyección dividida por la superficie de la sección del husillo.

$$\text{Presión de inyección (P)} = (\pi \times 14.5^2 \times 140 / 4) / (\pi \times 3.6^2 / 4) = 14.5^2 \times 140 / 3.6^2 = 2270 \text{ kgf/cm}^2$$

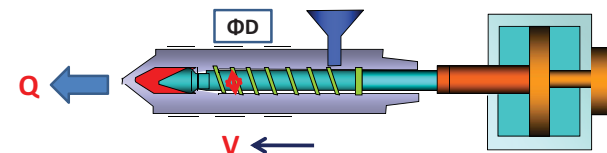
* Hay un método en que se establece la presión hidráulica y otro en que se establece la presión de inyección.



Principios del proceso de moldeo por inyección 47

Proceso de inyección -5 (Cálculo de la velocidad de inyección)

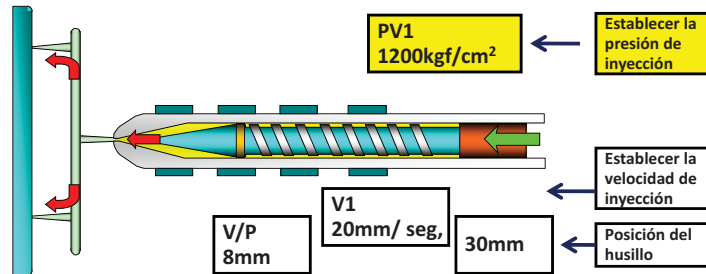
1. Velocidad (V) = Distancia (L)/Tiempo (T)
2. En el caso de la máquina de inyección: Distancia (mm), Velocidad (V), Tiempo (seg.)
Cuando se mueve la distancia de 30mm \Rightarrow 8mm por 1.1segundos;
 $V = 22 / 1.1 = 20 \text{ mm/seg.}$
Q = Tasa de inyección (volumen de resina inyectada por segundo) $\text{cm}^3/\text{seg.}$
 $Q = \pi \times D^2 \times v / (4 \times 1000)$
 $Q = 241 \text{ cm}^3/\text{seg.}$
Cuando el diámetro es $\Phi 32$, $V = Q \times 4000 / \pi \times 32^2 = 300 \text{ mm/seg.}$



Principios del proceso de moldeo por inyección 48

Proceso de inyección -6 (Establecimiento de la presión de inyección)

1. Establecer la presión de inyección (PV1) que corresponda a la velocidad de inyección (V1) que fue establecida en el proceso de inyección.
2. En este ajuste la velocidad es prioridad, por lo que se establece la presión de inyección para garantizar la velocidad. La unidad de parámetro establecido puede ser: % o kgf/cm^2 . (Hay que precisar si es presión hidráulica o presión de inyección.)



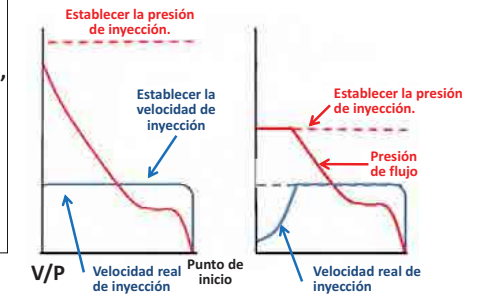
Principios del proceso de moldeo por inyección 49

Proceso de inyección -7 (¿Por qué es necesario establecer la presión de inyección?)

Para mover un artículo con cierta velocidad, se va a necesitar una fuerza. Para inyectar la resina al molde también es necesario tener una fuerza. La velocidad de inyección y la presión de inyección (PV1) representan una relación con el coche como se muestra a continuación.

Cuando uno maneja un automóvil automático en una subida pequeña, el coche avanza sin problema. Pero si llega a una pendiente pronunciada, pierde la velocidad por falta del poder, por lo que se cambia la velocidad automáticamente para mantener la velocidad. Por otra parte, si corre una pendiente pequeña, no utiliza 100% de la fuerza, sino corre con la fuerza necesaria para correr con una velocidad. Es decir, corre con la fuerza correspondiente a la carga de la pendiente del camino.

En la curva derecha, la presión de flujo llega a la presión de inyección establecida y la presión está controlada, por lo que se reduce bruscamente la velocidad.

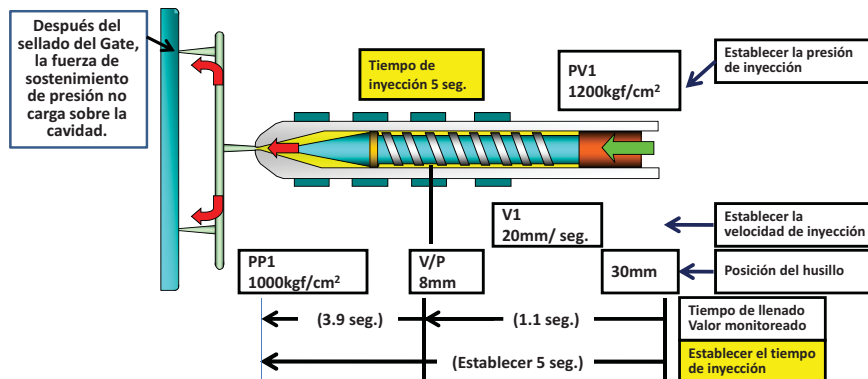


NISSEI Escuela Texto

Principios del proceso de moldeo por inyección 50

Proceso de inyección -8 (Establecimiento del tiempo de inyección)

1. Se establece el tiempo de inyección tomando en consideración el tiempo de sellado del Gate para completar el volumen contraído.
2. En la máquina de inyección en que se establece el tiempo de inyección, se considera
3. 9 segs el tiempo de sostenimiento de presión (PP1).

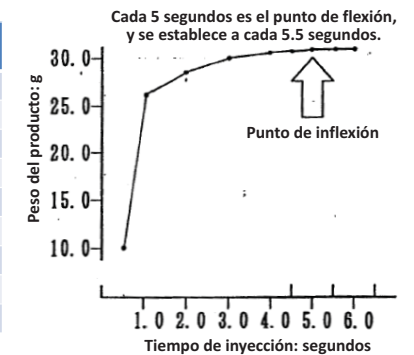


Principios del proceso de moldeo por inyección 51

Proceso de inyección -9 (¿Qué es el tiempo del sellado del gate?)

1. ¿Hasta cuándo deben sostener la presión?
2. Aun cuando se sostiene la presión correctamente, si se finaliza la inyección anticipadamente, la resina regresa de la cavidad hacia la colada.
3. Para evitar que regrese la resina, es suficiente sostener la presión de inyección hasta que el gate, la parte que se enfría más rápido, quede solidificado.
⇒ Tiempo de sellado de gate.

Tiempo de inyección: segs.	Peso de producto: g
0.5	10.50
1.0	26.50
2.0	28.90
3.0	29.90
4.0	30.75
4.5	30.95
5.0	31.07
5.5	31.08
6.0	31.08

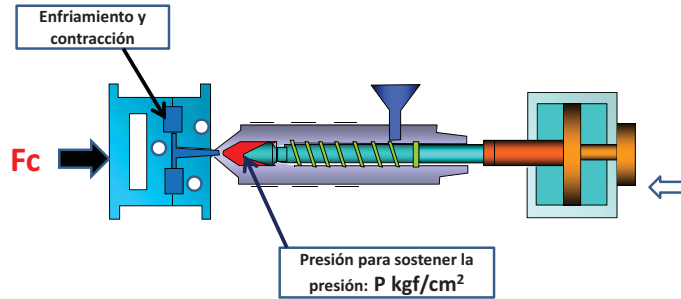


Principios del proceso de moldeo por inyección 52

Proceso de sostenimiento de presión -1

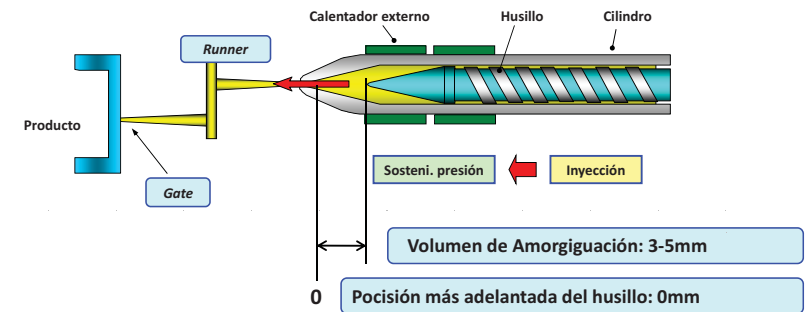
¿Por qué se sostiene la presión?

1. La resina inyectada y sostenida por presión, a medida que se enfría y solidifica en el molde, sufre contracción en volumen.
2. Para completar esa parte, se sostiene la presión ($P \text{ kgf/cm}^2$).



Principios del proceso de moldeo por inyección 53

Proceso de sostenimiento de presión -2 (¿Qué es el volumen de amortiguación?)



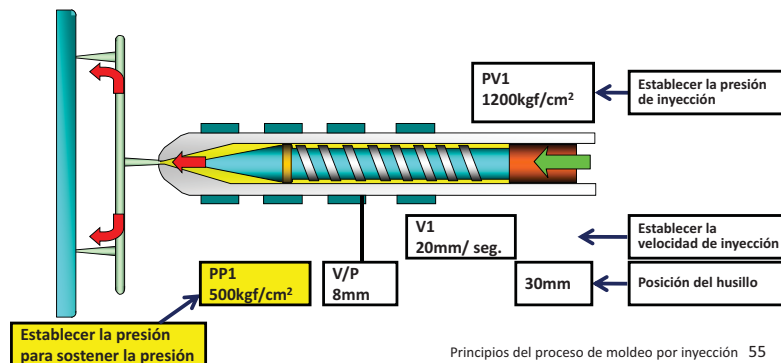
Se ajusta la posición de carrera de dosificación para que la posición más adelantada en el momento de inyección esté a 3-5mm.

Proceso de sostenimiento de presión: En cuanto termina la inyección, se detiene el flujo de resina e inmediatamente inicia el enfriamiento. El proceso de sostenimiento de presión consiste en mandar la presión de inyección hacia la cavidad hasta que la parte del Gate quede solidificada.

Principios del proceso de moldeo por inyección 54

Proceso de sostenimiento de presión -3 (Establecimiento de la presión para sostener la presión)

1. La resina inyectada y sostenida por presión, se contrae a medida que se enfría y solidifica. Hay contracción y si finalizan la inyección inmediatamente, la resina regresa hacia la dirección del husillo. Para evitar esto, se sostiene la presión.
2. Se establece la presión para sostener la presión (PP1), y se mantiene esta presión hasta terminar el tiempo de inyección.
3. La presión para sostener la presión es establecida generalmente por varias etapas. Esto será explicado más adelante.

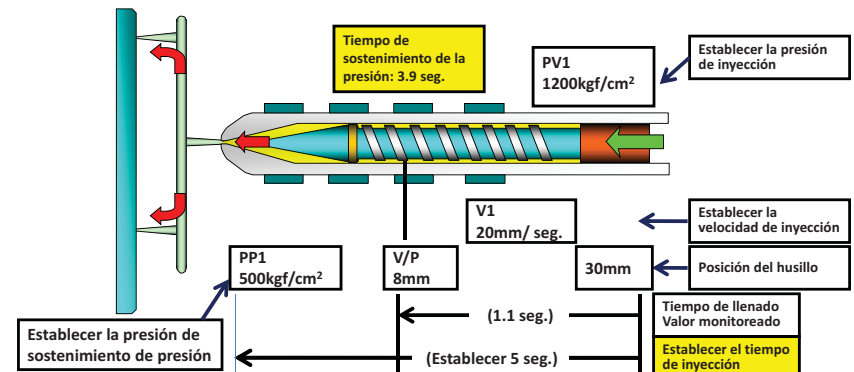


Principios del proceso de moldeo por inyección 55

Proceso de sostenimiento de presión -4

Establecimiento del tiempo para sostener la presión para la máquina en que se establece el tiempo para este fin.

1. Se establece el tiempo para sostener la presión para completar la parte contraída, considerando el tiempo necesario para sellar el Gate.
2. En la máquina de inyección en que se establece el tiempo de inyección, el tiempo de sostenimiento de presión (PP1) es 3.9 segundos, por lo que se programa 3.9 segundos para la máquina de inyección en que se establece el tiempo de sostenimiento de presión.



Principios del proceso de moldeo por inyección 56

Proceso de enfriamiento -1 (Tiempo de enfriamiento)

1. El proceso de enfriamiento es el proceso en el que se enfría la resina en el molde hasta que la temperatura de la resina llegue a ser inferior a la temperatura de deformación térmica. El enfriamiento de la pieza inicia desde la inyección y el sostenimiento de presión.
2. Cuando finaliza el tiempo de inyección, inicia el tiempo de enfriamiento y la dosificación al mismo tiempo.
3. Se ajustan las revoluciones del husillo de tal manera que el tiempo de dosificación finalice dentro del tiempo de enfriamiento. (Véase p.39, 40 del Proceso de plastificación y dosificación.)
4. Después de terminar el tiempo de enfriamiento, inicia la apertura del molde.

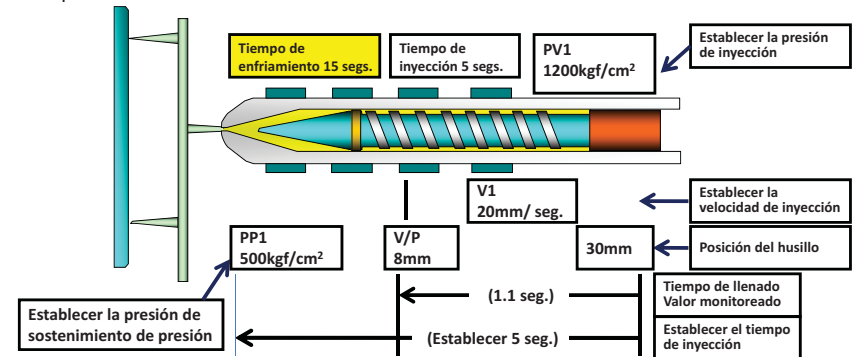
Tiempo de enfriamiento: Tiempo necesario para que la temperatura de la pieza moldeada llegue a ser más baja que la de deformación térmica.

Tiempo de dosificación: Tiempo necesario para dosificar la cantidad de una carrera de dosificación



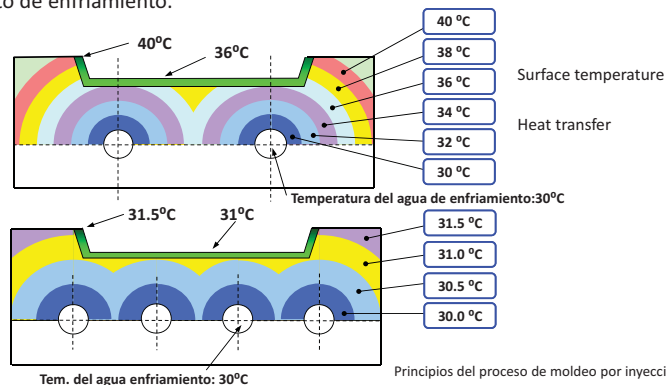
Proceso de enfriamiento -2 (Establecimiento del tiempo de enfriamiento)

1. Tiempo necesario para que la temperatura de la resina en el molde llegue a ser más baja que la de deformación térmica.
2. En general se establece este tiempo según el hecho de la generación de deformación (por ejemplo, dimensional) de la pieza cuando la sacan del molde.
3. Se hace un muestreo de las piezas con diferentes tiempos de enfriamiento para evaluar la pieza moldeada.



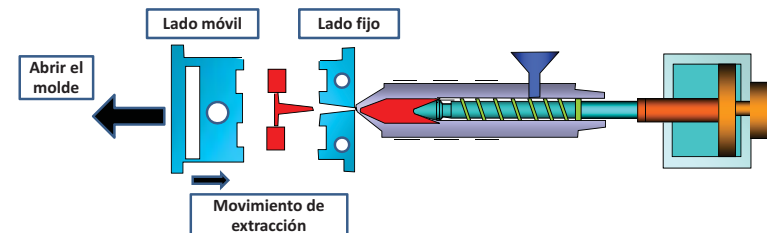
Proceso de enfriamiento -3 (Enfriamiento del molde)

1. El dibujo muestra el cambio de la temperatura superficial del molde al pasar el agua en 2 y 4 circuitos de enfriamiento.
2. El enfriamiento del molde se hace por conducción térmica, por lo que cuanto más alejado esté del circuito de enfriamiento, el efecto de enfriamiento es menor. Para lograr el enfriamiento homogéneo de la cavidad y el corazón, es importante el diseño del circuito de enfriamiento.



Proceso de extracción de la pieza moldeada -1

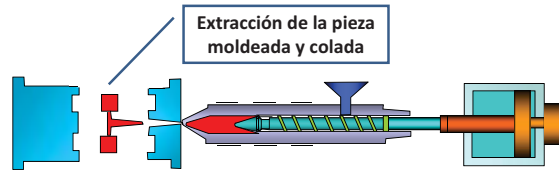
1. En este proceso se abre el molde para extraer la pieza moldeada y colada.
2. Es necesario que la pieza moldeada quede en el lado móvil del molde.
3. Se ajusta la velocidad inicial de apertura del molde como medida para evitar que la pieza quede en el lado fijo del molde.
4. Después de abrir el molde, se saca la pieza moldeada del lado móvil por movimientos expulsores.
5. Cuando hay defectos en la distribución de los pernos botadores, ocurre el defecto del desmoldeo y puede quedar una parte de la pieza moldeada en el molde, por lo que es necesario revisar la pieza siempre cuando salga del molde.



Proceso de extracción de la pieza moldeada -2

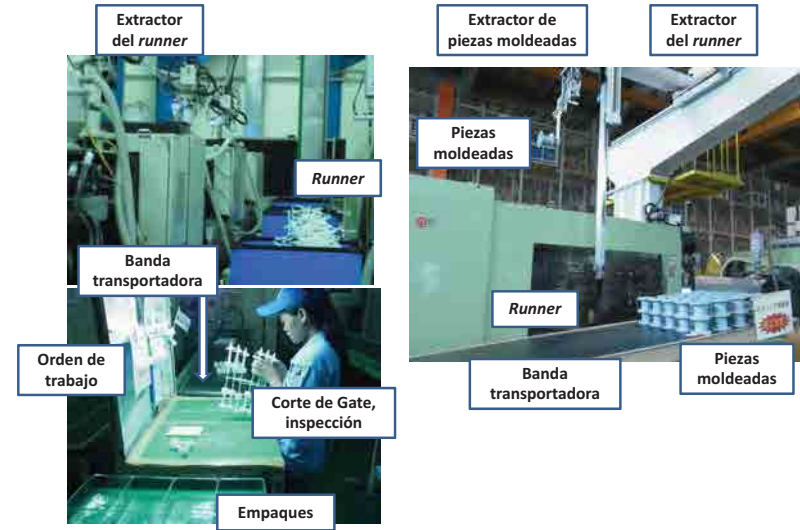
Existen las siguientes formas de extraer la pieza moldeada:

1. Con la mano.
2. Por efecto de la gravedad.
3. Con un dispositivo extractor que agarra la pieza y la deja caer por gravedad.
4. Con un dispositivo extractor que agarra la pieza, la traslada y la deja caer por gravedad.
5. Con un dispositivo extractor que agarra la pieza, la traslada y la coloca en la banda transportadora.
6. Con un dispositivo extractor que agarra la pieza y la traslada a la máquina ensambladora automática.



Principios del proceso de moldeo por inyección 61

Proceso de extracción de la pieza moldeada -3



Principios del proceso de moldeo por inyección 62

M5 Proceso de moldeo de plástico por inyección

M5-2 Conocimiento general de los parámetros del moldeo por inyección (temperatura, tiempo, presión, velocidad, presión de cierre, peso de resina)

26, 31/Oct/2011 1,4/Nov/2011

A-241

Contenido

1	Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección	1~7	P3~P9
2	Pasos para establecer los parámetros del moldeo	Antes de establecer los parámetros del moldeo	1~4 P10~P13
		Preparación del moldeo	1~3 P14~P16
		Establecer los parámetros del moldeo	1~25 P17~P41
3	Revisión de los parámetros relativos a la temperatura	1~2	P42~P43
4	Unidad de cada parámetro y su modificación	1	P44

1. Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección-1 "Temperatura, Tiempo, Presión, Velocidad, Posición-Cantidad"

Unidad de cierre del molde
 Velocidad de apertura-cierre
 Presión de cierre a baja presión
 Presión de cierre
 Carrera de apertura-cierre



Material
 Temperatura de secado
 Tiempo de secado

Unidad de inyección y plastificación
 Temperatura del cilindro
 Velocidad de la inyección
 Presión de la inyección
 Presión sostenida
 Tiempo de la inyección-Tiempo de la presión sostenida
 Carrera de la dosificación
 Velocidad de la dosificación (Número de revoluciones)

Unidad de eyección
 Velocidad del avance
 Carrera del avance
 Presión de la eyección

Molde
 Temperatura del molde
 Tiempo del enfriamiento

1. Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección -2

(Temperatura Tiempo Presión Velocidad Posición-Cantidad)

Botón para seleccionar la pantalla de los parámetros principales

Velocidad de inyección

Valor de dosificación SM

Presión de inyección

Presión sostenida

SD

Número de revoluciones del husillo

Contrapresión

Posición de V/P

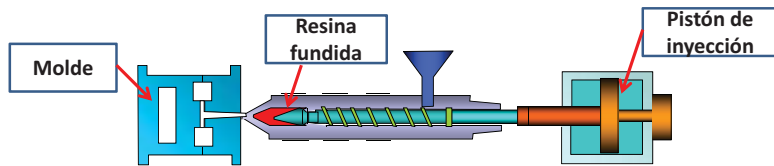
Pantalla de configuración de los datos de 1V2P

1. Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección -3 “Temperatura, Tiempo, Presión, Velocidad, Posición-Cantidad”

1. Principio del moldeo por inyección

1-1) ¿Qué es el moldeo por inyección?

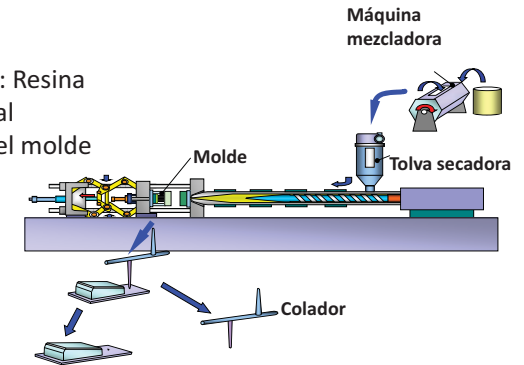
- Al moldeo cerrado → Fuerza de cierre del molde
la resina fundida por calentamiento y dosificada → Temperatura, Cantidad de material
se inyecta (al molde) → Velocidad, Presión, Temperatura
se enfría → Temperatura, Tiempo
y se extrae como producto moldeado.



1. Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección -4 “Temperatura, Tiempo, Presión, Velocidad, Posición-Cantidad”

1-2) Los dispositivos necesarios para el moldeo por inyección:

- ① Máquina inyectora
- ② Molde
- ③ Material del moldeo: Resina
- ④ Secadora del material
- ⑤ Termocontrolador del molde
- ⑥ Triturador
- ⑦ Extractor
- ⑧ Otros



1. Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección -5

1-3) Los factores del moldeo por inyección

¿Cuáles son “**Los 5 factores de parámetros**” del moldeo por inyección?

- Temperatura
Tiempo
Cantidad(Posición)
Velocidad
Presión
- La condición óptima del moldeo es formada por una buena combinación (equilibrio) de los 5 factores del moldeo.

*** Para moldear en forma quilibrada, los 5 factores deberán tener una estabilidad y mantener su equilibrio.**

1. Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección -6

Los 5 factores de parámetros:

- **Temperatura** → Temperatura de secado del material, Temperatura del cilindro calentador, Temperatura de la resina, Temperatura del molde, Temperatura en la que se extrae el producto, Temperatura del medio ambiente del trabajo, Temperatura del aceite hidráulico, Temperatura del agua de enfriamiento.
- **Tiempo** → Tiempo de secado del material, Tiempo de dosificación, Tiempo de llenado, Tiempo de sostenimiento de la presión, Tiempo de enfriamiento, Tiempo de ciclo.
- **Posición (Cantidad)** → Cantidad de material para depositar a la tolva, Posición de inicio de la inyección, Posición más avanzada del husillo, Posición del final de la inyección, Posición de inicio de la dosificación, Cantidad de descompresión, Cantidad de inyección
- **Velocidad** → Velocidad de dosificación (Revoluciones del husillo), Velocidad de inyección, Velocidad de apertura-cierre del molde, Velocidad de eyección, Velocidad de descompresión
- **Presión** → Presión de cierre del molde, Presión de inyección, Presión de sostenimiento, Presión en el momento de la dosificación, Contrapresión del husillo

1. Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección -7

1-4) Los parámetros del moldeo:

Deberán [establecer] los 5 factores de los parámetros del moldeo, y revisar qué [resultados] se obtienen, y averiguar en qué nivel del [límite de valor] y [límite de resultado] se encuentran los productos de buena calidad.

- Lo que se necesita para la hoja de parámetros del moldeo son;
- Especificar el límite del valor establecido, y el último valor establecido.
 - Especificar el límite del resultado y el último resultado.
 - Especificar la parte donde se presentan los defectos del producto moldeado.

2. Pasos para establecer los parámetros del moldeo-1

2-1) Preparación antes de establecer los parámetros del moldeo:

Revisar qué resina y molde se usan para moldear qué producto.

- 2-1) -① Revisar las características de la resina
- Necesidades de secado: ¿A qué temperatura? ¿Durante cuánto tiempo?, y ¿De qué manera?
 - Cuando es insuficiente el secado, se presentan no sólo defectos en el moldeo sino
 - En cuanto a la temperatura de la resina, ¿en qué rango de temperatura se puede moldear?
 - ¿A qué temperatura se funde y a qué temperatura se descompone?
 - En cuanto a la temperatura del molde, ¿en qué rango de temperatura se puede moldear?
 - ¿Cuál es la temperatura de deflexión térmica?

“Valor de referencia de la temperatura de la resina y del molde según los tipos de resina”

Nombre de resina	Temperatura de la resina (°C)	Temperatura del molde (°C)
PE	180~300	15~75
PP	200~300	40~60
PS	180~310	20~60
ABS	200~280	40~85

2. Pasos para establecer los parámetros del moldeo -2

Parámetros de la temperatura:

• Temperatura de la resina

En caso de la resina termoplástica, si aumenta la temperatura de la resina fundida, aumenta su volumen, así como la tasa de contracción de moldeo. Sin embargo, cuando la temperatura baja más de un cierto nivel, la resina fundida en la cavidad del molde comienza a fluir mal, y puede aumentar la tasa de contracción del moldeo.

• Temperatura del molde

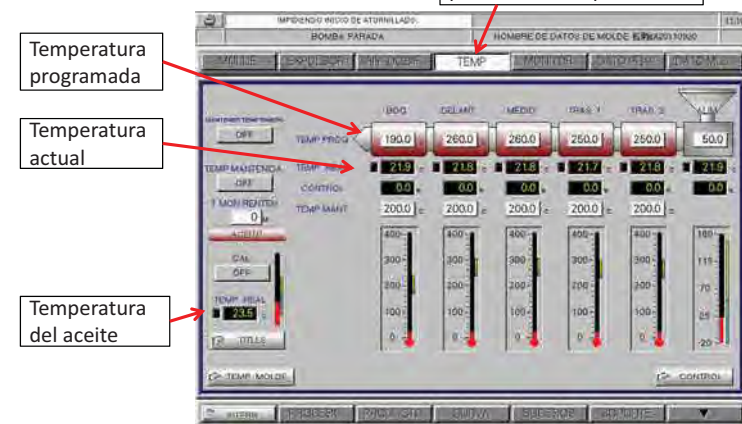
La influencia de la temperatura del molde difiere dependiendo del tipo de material de moldeo. En el caso de la resina termofija, mientras más alta es la temperatura del molde, más aumenta el nivel de endurecimiento, y más baja la tasa de contracción de moldeo. En caso de la resina termoplástica, la temperatura del moldeo influye en la velocidad del enfriamiento, y también, cuando la temperatura del molde es alta, aumenta la expansión térmica, así como la tasa de contracción de moldeo.

Generalmente, cuando la temperatura del molde es baja, se puede reducir el ciclo de moldeo, por lo que, a menos que haya algún inconveniente, se inicia primero con una temperatura baja y luego paulatinamente se va aumentando hasta llegar a la temperatura adecuada.

2. Pasos para establecer los parámetros del moldeo -3

Pantalla de temperatura e indicaciones

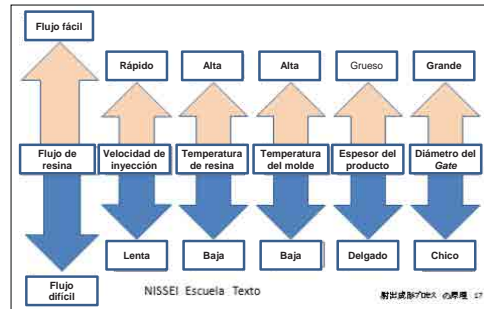
Botón para seleccionar la pantalla de temperatura



2. Pasos para establecer los parámetros del moldeo -4

2-1) - ② Revisar el tipo del producto (molde).

- ¿El producto es grueso o delgado?
 - Es un criterio para definir el: tiempo de inyección, tiempo de enfriamiento, temperatura de la resina, temperatura del molde.
- ¿La forma del producto permite desmoldearlo, disparando a propósito con la "falta de material (*short shot*)"?
 - Es un criterio para definir: Velocidad de inyección, presión de inyección, cantidad de resina.
- ¿Cómo es el sistema de control de la temperatura del molde?
 - Revisar si es el control mediante agua, aceite o calefacción de resistencias.



NISSEI Escuela Texto

Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección

13

2. Pasos para establecer los parámetros del moldeo -5

2-2) Preparación del moldeo:

- ① Secado de la resina:
 - Revisar de nuevo la temperatura, el tiempo y el modo.
- ② Montaje del molde:
 - Primero, revisar la dirección del molde y la posición del émbolo botador (número, tamaño) y finalmente montar el molde.
- ③ Ajuste y revisión del movimiento de apertura-cierre (eyección) del molde.
 - Para eliminar el tiempo innecesario del ciclo de moldeo, prestar atención a la velocidad, así como a la posición y la presión para la protección del molde.
 - * Para establecer la fuerza de cierre del molde, no se deberá programar la fuerza máxima de cierre desde inicio, sino ajustar la fuerza conforme se vaya moldeando. Hay otra forma de obtener la fuerza necesaria de cierre del molde mediante el cálculo utilizando el valor provisional del área proyectada del producto y la supuesta presión interna de la cavidad.

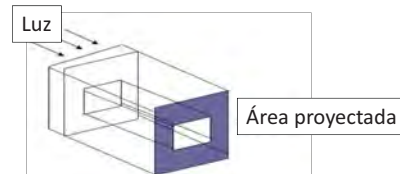
NISSEI Escuela Texto

Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección

14

2. Pasos para establecer los parámetros del moldeo -6

Cálculo de la fuerza necesaria de cierre del molde



$$F \cong A \times P / 0.8$$

- F** : Fuerza necesaria de cierre del molde [kgf]
A : Total del área proyectada del producto moldeado [cm²]
P : Promedio de la presión interna de la cavidad [kgf/cm²]
 0.8 : Coeficiente de seguridad

"Valor de referencia" de la presión interna de la cavidad de cada resina

Resina	Temperatura de la resina °C	Presión de inyección kgf/cm ²	Presión interna de la cavidad kgf/cm ²
PE	180~300	800~1400	230~320
PS	180~310	700~1700	260~320
PP	200~300	800~1500	270~300
ABS	200~280	800~1800	330~440

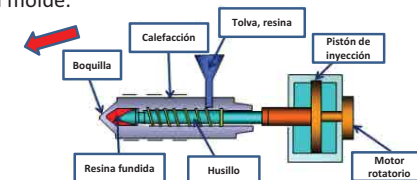
NISSEI Escuela Texto

Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección

15

2. Pasos para establecer los parámetros del moldeo -7

- ④ Control de temperatura del molde (Aumento de la temperatura)
 - Se deberá conectar el termocontrolador del molde siempre en el mismo modo. Además, después de subir la temperatura, se necesita nuevamente la revisión del movimiento de apertura-cierre del molde.
- ⑤ Purgar el interior del cilindro calentador
 - Se purga el material del interior del cilindro calentador para cambiar al material nuevo. Si se presenta un defecto en el producto moldeado (quemadura, ráfaga, etc.), después de purgar de 3 a 5 veces e iniciar el moldeo, se deberá purgar de nuevo. Cuando la temperatura de fusión de la resina a moldear posteriormente es más alta que la de la resina anterior, se debe purgar de una forma diferente, la cual se explicará en otra clase (M6-3).
 - En caso del molde de colada caliente, se necesita hacer una purga abierta en el manifold en el interior del molde.



NISSEI Escuela Texto

Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección

16

2. Pasos para establecer los parámetros del moldeo -8

2-3) Establecer los parámetros del moldeo

Los parámetros relacionados con la temperatura, no se reflejan inmediatamente después de su modificación, por lo que básicamente se fijan los parámetros relacionados directamente con la temperatura dentro de los datos de la resina y del producto.

- Temperatura del molde
- Temperatura del cilindro calentador (Incluye la cantidad del flujo de agua debajo de la tolva)
- Número de revoluciones del husillo →100~120rpm
- Contrapresión del husillo →100~130kgf/cm² aprox. (10~13 MPa aprox.)

* El control se realiza por la presión hidráulica del cilindro, pero se usa como valor establecido convertido con base en la presión de la resina generada en el punto del husillo.

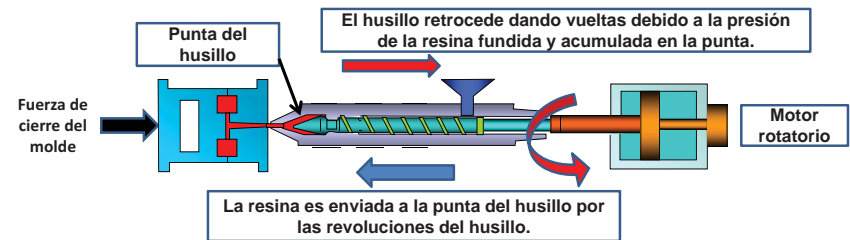
2. Pasos para establecer los parámetros del moldeo -9

(Repaso de la plastificación)

Proceso de plastificación y dosificación-4 (¿Por qué el husillo da marcha atrás?)

1. Se envía la resina por las revoluciones del husillo. Se funde y plastifica, y luego se envía a la punta del husillo.
2. Se genera presión en la punta del husillo por la resina fundida enviada. Esta presión hace regresar al husillo (Es necesario establecer la contrapresión.)

Cuando se acaba el material a alimentar, no va a haber resina fundida que se envíe a la punta del husillo, consecuentemente el husillo no da marcha atrás.

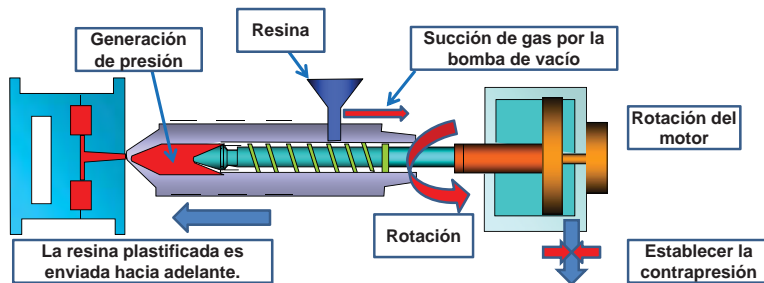


2. Pasos para establecer los parámetros del moldeo -10

(Repaso de plastificación y dosificación)

Proceso de dosificación de plastificación-6 (¿Qué es contrapresión?)

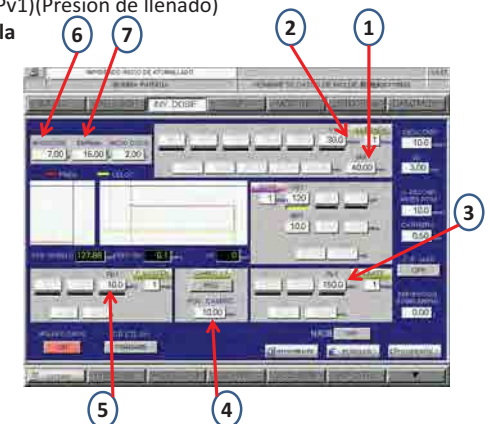
1. Cuando la resina plastificada es enviada a la punta del husillo, se genera la presión, la que hace al husillo retroceder.
2. El trabajo de controlar esta presión es denominado "establecer la contrapresión".
3. Cuando la presión generada en la punta del husillo llega al valor establecida de contrapresión, el husillo empieza a retroceder.
4. Cuando se acaba el material, no se genera presión, por lo que el husillo no retrocede.
5. Al establecer la contrapresión, se pretende que escapen gases generados durante la plastificación hacia la dirección de la tolva.



2. Pasos para programar los parámetros del moldeo -11

Pasos para programar los parámetros

- ① Programar el valor de dosificación (SM)
- ② Programar la velocidad de inyección (V1)
- ③ Programar la presión de inyección (Pv1)(Presión de llenado)
- ④ Programar la posición de cambio a la presión sostenida(V/P)
- ⑤ Programar la presión sostenida (Pp1)
- ⑥ Programar el tiempo de inyección
- ⑦ Programar el tiempo de enfriamiento



2. Pasos para programar los parámetros del moldeo -12

2-3)- ① Programar el valor de dosificación(SM)

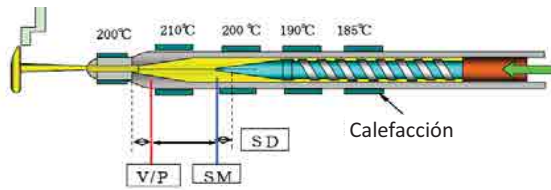
Por regla general, se debe iniciar el moldeo faltando material.

● Programar los parámetros provisionales:

- Posición del cambio a la presión sostenida (Posición del cambio de V/P) es de 10mm.
- La presión sostenida(Pp1) debe ser el mismo valor que el de la contrapresión (PB1) (10~13MPa).
- Programar menos volúmen en cuanto al valor de dosificación (SM)
- La cantidad de descompresión (SD) es de 3mm aprox.

* Descompresión

En el caso de la boquilla abierta, el objetivo de la descompresión es quitar la presión de la resina posterior a la dosificación, pero para facilitar la obtención de estabilidad de la densidad de la resina, se establece la carrera mínima necesaria, y así mismo se programa la velocidad de descompresión también a la misma velocidad que la del retroceso del husillo durante la dosificación.



NISSEI Escuela Texto

Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección

2. Pasos para programar los parámetros del moldeo -13

● Programar la velocidad de inyección y la presión de inyección

(Por regla general, se programan 1V2P)

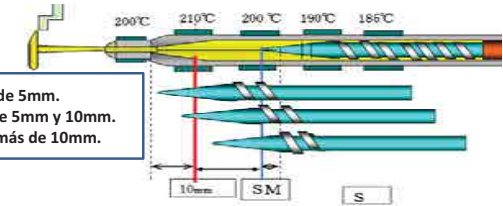
- Velocidad de inyección (V1) 50~70mm/seg., aprox.
- Presión de inyección (Pv1) 50~70MPa, aprox.
- Presión sostenida(Pp1) 10~13MPa, aprox.

* Seleccionar la pantalla donde se indica la posición del husillo, como la pantalla de inyección.

● Rellenar el molde en el modo manual, y cuando ya no avanza el husillo, inmediatamente regresar a la posición de neutro.

→ En este momento, debe observar **el punto hasta donde avanzó el husillo.**

● Después de cierto tiempo de enfriamiento, abrir el molde, observar el producto moldeado. Definir el valor de dosificación, repitiendo los pasos mostrados en la tabla ①



Avanza a una distancia menor de 5mm.
Se detiene a una distancia entre 5mm y 10mm.
Se detiene a una distancia de más de 10mm.

NISSEI Escuela Texto

Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección

2. Pasos para programar los parámetros del moldeo -14

Valores programados inicialmente

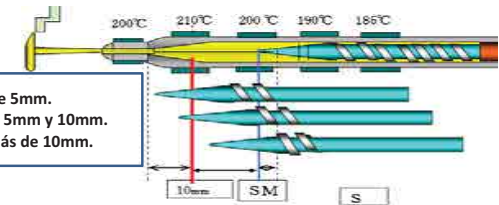
NISSEI Escuela Texto

Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección

2. Pasos para programar los parámetros del moldeo -15

Posición del husillo y las medidas a tomar **Tabla ①**

Condición del producto moldeado	Posición del husillo	Causa	Medidas a tomar
Pieza incompleta (Falta de material)	Avanza a la distancia de menos de 5mm.	Falta de material	Aumentar el valor de dosificación
	Se detiene entre 5mm y 10mm.	La presión sostenida es baja.	Aumentar la presión sostenida
Rebaba, Blanqueo, Fractura (Exceso de material)	Se detiene a una distancia de más de 10mm.	La velocidad o la presión de inyección están bajas.	Aumentar la velocidad y la presión de inyección.
	Avanza a una distancia de menos de 5mm.	Exceso de llenado	Bajar la velocidad y la presión de inyección.
	Se detiene entre 5mm y 10mm.	Es alta la presión sostenida es alta.	Bajara la presión sostenida
	Se detiene a una distancia de más de 10mm.	Exceso de material	Bajar el valor de dosificación



Avanza a una distancia menor de 5mm.
Se detiene a una distancia entre 5mm y 10mm.
Se detiene a una distancia de más de 10mm.

NISSEI Escuela Texto

Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección

2. Pasos para programar los parámetros del moldeo -16

- Modelar el producto para que se pueda observar su forma (imposible aceptar la pieza incompleta ni con rebaba) siendo la posición avanzada del husillo entre 5 y 7 mm aprox.
 - En este producto, no importa la presencia de algunos defectos de apariencia (efecto de jetting, marca de flujo, etc.)
- Poner en el modo semi-automático
 - Programar provisionalmente el tiempo de inyección y de enfriamiento, tomando los datos de tabla ② como referencia, y operar en el modo semi-automático.
 - Para cambiar al modo automático, primero revisar que se desmolde bien y posteriormente programar provisionalmente el tiempo intermedio.

Tabla ② Datos de referencia para programar el tiempo inicial

Espesor del producto	Tiempo de inyección	Tiempo de enfriamiento
Igual o menor que 1mm	5.0 seg.	10.0 seg.
Igual o menor que 5mm	15.0 seg.	20.0~30.0 seg.
Igual o mayor que 5mm	30.0 seg.	40.0 seg.

* Son valores de referencia, ya que varían dependiendo de la resina y/o la forma del producto.

2. Pasos para programar los parámetros del moldeo -17

- Programar la presión de inyección (Pv1) a 150MPa (el 80 % del valor máximo).
 - Aumentar la presión en el siguiente proceso con el objetivo de compensar la velocidad para revisar el límite del parámetro de la velocidad. Programar aumentando la presión de inyección (Pv1) en incrementos de 10MP, y de acuerdo con los pasos que se muestran en la tabla③, cambiar los parámetros hasta llegar a la presión de 150Mpa .

Tabla③ Revisión de la presencia de rebaba

Condición del producto	Situación en la que se presenta la rebaba	Medidas a tomar
Rebaba	Se presenta durante el proceso de llenado.	Bajar la velocidad(V1)
	Se presenta al final del proceso de llenado.	Bajar presión sostenida (Pp1)

* Cuando no se representan rebaba u otras fallas, bajar la velocidad de inyección para que la presión de inyección quede a 150Mpa manteniendo el tiempo de llenado quede al valor similar.

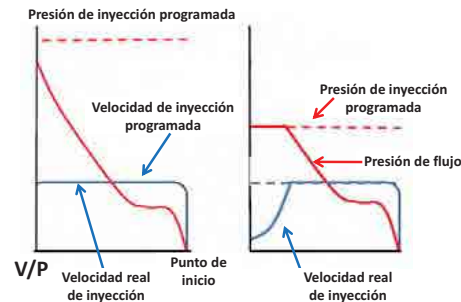
2. Pasos para programar los parámetro del moldeo -18 (Repaso de plastificación)

Para mover un artículo con cierta velocidad, se va a necesitar una fuerza.

Para inyectar la resina al molde también es necesario tener una fuerza. La velocidad de inyección y la presión de inyección (PV1) representan una relación similar a la del coche como se muestra a continuación.

Cuando uno maneja un automóvil automático en una subida suave, el auto avanza sin problema. Pero si llega a una pendiente pronunciada, pierde la velocidad por falta del poder, por lo que cambia automáticamente la potencia para mantener la velocidad. Por otra parte, si corre en una pendiente suave, no utiliza 100% de la fuerza, sino que nada más corre con la fuerza necesaria nada más para moverse a cierta velocidad. Es decir, corre con la fuerza correspondiente a la carga de la pendiente del camino.

En la curva derecha, la presión de aceite hidráulico llega a la presión de inyección programada y la presión llega a ser controlada, por lo que se reduce bruscamente la velocidad.



2. Pasos para programar los parámetros del moldeo -19

2-3)- ② Programar la velocidad de inyección (V1)

→ Cambiando la velocidad de inyección, averiguar el margen para sacar productos buenos, y programar el valor definitivo de la velocidad.

(Correlación entre el tiempo de llenado y el peso del producto)

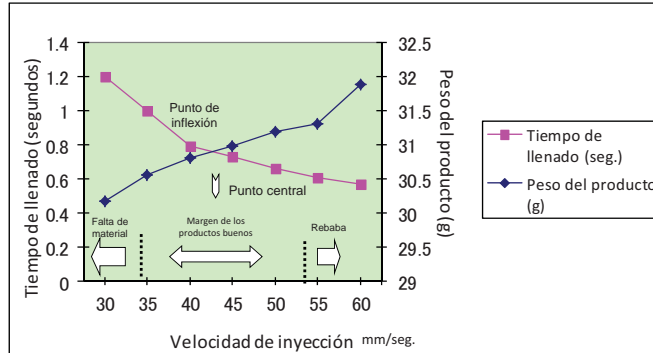
- Programar en fijo la presión de inyección(Pv1) =150MPa, la posición del cambio de presión sostenida (V/P) =10mm, y la presión sostenida (Pp1). Dando prioridad a resolver los defectos de apariencia (rebaba, pieza incompleta, marca de flujo), tomar muestras buscando los niveles que permitan tener productos buenos. Tomar datos de 5 a 10 diferentes niveles. El número de muestras de cada nivel es N=5 disparos aproximadamente. Esquematizar los datos obtenidos en la gráfica o la tabla.

Velocidad programada (mm/seg)	Tiempo de llenado (segundos)	Peso del producto (g)
30	1.2	30.18
35	1.0	30.56
40	0.79	30.80
45	0.73	30.99
50	0.66	31.20
55	0.61	31.30
60	0.57	31.89

2. Pasos para programar los parámetros del moldeo -20

En el ejemplo abajo mostrado, el margen (velocidad de inyección) que permite tener productos buenos es: velocidad programada 40~50mm/seg., el tiempo de llenado programado 0.79~0.66 segundos. En este caso, se programará el punto central a 45mm/seg.

- Si los defectos de apariencia están dentro de lo permitido, se puede deducir el valor hacia el margen que da seguridad, y definir el valor definitivo.
- Si el molde no debe permitir la presencia de rebaba, sólo revisar el valor del límite inferior.



NISSEI Escuela Texto

Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección

29

2. Pasos para programar los parámetros del moldeo -21

2-3)-③ Establecer la presión de inyección (Pv1) (Presión de llenado)

- Verificar la presión de inyección (Pv1) que corresponde a la velocidad de inyección obtenida en el paso anterior ②, y definir la presión de inyección que permite compensar la velocidad. (Correlación entre el tiempo de llenado y el valor programado de la presión de inyección)
- Programar en fijo la velocidad de inyección (V1) =45mm/seg., la posición del cambio de la presión sostenida (V/P)=10.0mm, y la presión sostenida (Pp1).
- Reducir la presión de inyección (Pv1) menos de 150MPa, y observar los cambios en el tiempo de llenado y del producto moldeado. El valor obtenido de las muestras se suma con base en N=5 disparos.
- Esquematizar los datos obtenidos en la gráfica o la tabla.

Presión programada (Mpa)	Tiempo de llenado (segundos)	Peso del producto (gramos)
35	1.58	29.8
40	1.2	30.18
45	0.98	30.5
50	0.82	30.8
55	0.73	30.99
60	0.73	31.05
65	0.73	31.02

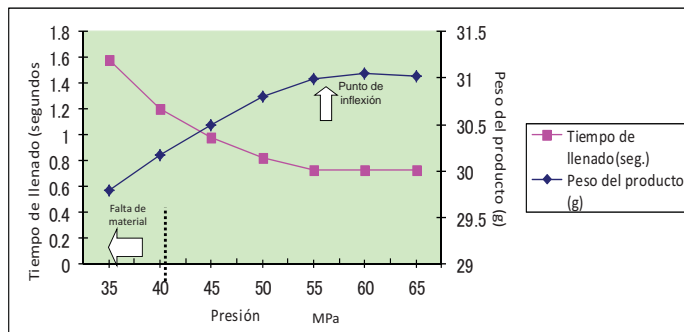
NISSEI Escuela Texto

Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección

30

2. Pasos para programar los parámetros del moldeo -22

- De acuerdo con la siguiente gráfica, teniendo la velocidad de 45mm/seg., se necesita que la presión de inyección mínima sea de 55Mpa. Para compensar un poco hacia el margen de seguridad se escogerá 60 Mpa como el valor definitivo.



NISSEI Escuela Texto

Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección

31

2. Pasos para programar los parámetros del moldeo -23

2-3)-④ Programar la posición de cambio a la presión sostenida(V/P)

- Averiguar el margen de rango que permite tener productos buenos, en cuanto a la posición de cambio de la velocidad de inyección (V1) a la presión sostenida (Pp1), para determinar la posición definitiva. (Correlación entre la posición de cambio a la presión sostenida y el peso del producto)
- Programar en fijo la velocidad de inyección (V1) =45mm/seg., la presión de inyección(PV1) =60Mpa, y la presión sostenida (Pp1).
- Realizar el muestreo para obtener datos en cada nivel del 5 al 10 de 10mm, el parámetro provisionalmente programado.
- El valor de muestras se suma con base en N=5 disparos.
- Esquematizar los datos obtenidos a la gráfica o la tabla.

Posición del cambio a la presión sostenida(V/P)	Tiempo de llenado (segundos)	Peso del producto (gramos)
7	0.78	31.35
8	0.75	31.15
9	0.74	31.08
10	0.73	31
11	0.72	30.8
12	0.71	30.6
13	0.7	30.35

NISSEI Escuela Texto

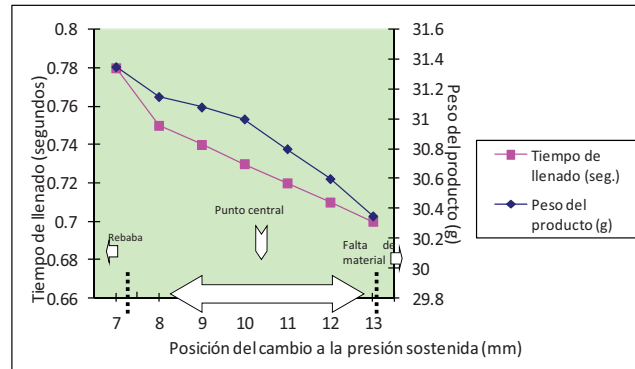
Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección

32

2. Pasos para programar los parámetros del moldeo -24

Procesar los datos obtenidos en la gráfica o la tabla.

Según lo que muestra la gráfica, el margen que permite tener productos buenos está entre 8.0mm y 12.0mm, y el punto central de este margen se establece en 10.0 mm.



2. Pasos para programar los parámetros del moldeo -25

2-3)-⑤ Programar la presión sostenida (Pp1)

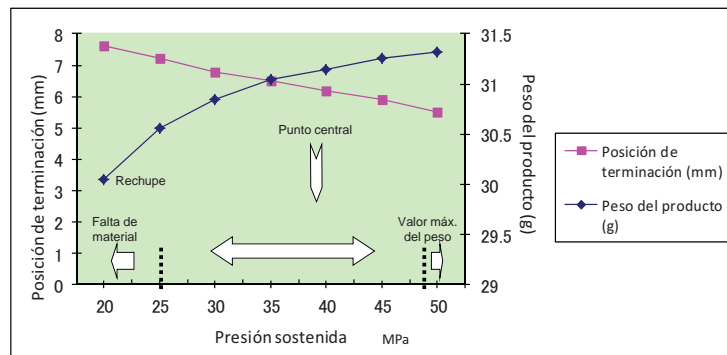
→ Cambiando la presión sostenida (Pp1), averiguar el margen que permite tener productos buenos, y establecer el valor definitivo. (Correlación entre la presión sostenida y el peso del producto)

- Programar en fijo la velocidad de inyección (V1)=45mm/seg., la presión de inyección (pv1) =60Mpa, y la posición de cambio a la presión sostenida (V/P) = 10.0mm.
- Realizar el muestreo de 5 a 10 diferentes niveles, observando la apariencia y el peso del producto.
- El valor de muestras se suma con base en N=5 disparos.

Presión sostenida programada (Mpa)	Posición de la terminación de avance del husillo (mm)	Peso del producto (g)
20	7.6	30.05
25	7.2	30.56
30	6.8	30.85
35	6.5	31.05
40	6.2	31.15
45	5.9	31.25
50	5.5	31.32

2. Pasos para programar los parámetros del moldeo-26

- Procesar los datos obtenidos en la gráfica o la tabla.
- Según lo que muestra la gráfica, el margen que permite tener buenos productos son de 30 a 45 Mpa, por lo tanto se programa 40MPa a un punto un poco más alto que el punto central de este margen.



2. Pasos para programar los parámetros del moldeo -27

2-3)-⑥ Programar el tiempo de inyección

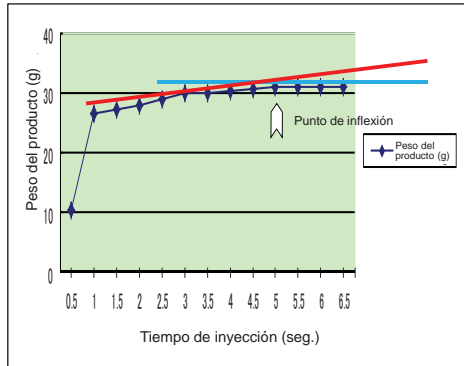
→ El tiempo de inyección generalmente se define averiguando el tiempo necesario para rellenar el molde con la resina (tiempo de llenado) y el tiempo necesario para solidificar el punto de inyección (tiempo de presión sostenida).

- Programar la velocidad de inyección (V1) =45mm/seg., la presión de inyección (Pv1)=60MPa, la posición de cambio a la presión sostenida (V/P)=10.0mm, la presión sostenida (Pp1)=40MPa.
- Extender el tiempo de inyección cada 0.5 segundos aprox., a partir del tiempo igualado al tiempo de llenado, y medir el peso del producto.
- El valor de las muestras se suma con base en N=5 disparos.
- Procesar los datos obtenidos en la gráfica o la tabla.

Tiempo de inyección (seg.)	Peso del producto (g)	3.5	30.20
0.5	10.50	4.0	30.45
1.0	26.50	4.5	30.80
1.5	27.30	5.0	31.05
2.0	28.05	5.5	31.07
2.5	29.05	6.0	31.05
3.0	29.90	6.5	31.04

2. Pasos para programar los parámetros del moldeo -28

- Procesar los datos en la gráfica o la tabla.
Según lo que muestra la gráfica, la solidificación del punto de inyección (Gate seal) se realiza a 5.0 segundos, por lo que se compensa hacia al margen de seguridad y se define a 5.5 segundos.



NISSEI Escuela Texto

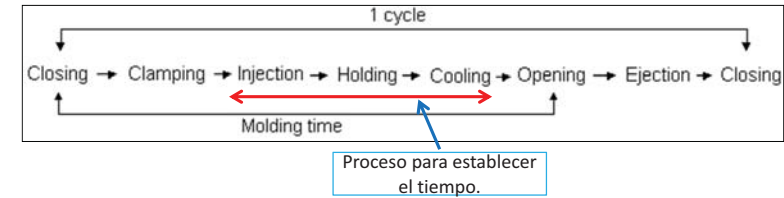
Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección

37

2. Pasos para programar los parámetros del moldeo -29

2-3)-⑦ Programar el tiempo de enfriamiento

- Se programa el tiempo de enfriamiento como el tiempo necesario para bajar la temperatura de la resina en el interior de molde hasta la temperatura menor a la deflexión térmica. Generalmente se averigua mediante la presencia de alguna deformación (medidas, etc.) en los productos moldeados después de su desmolde.
- Tomar muestras variando el tiempo de enfriamiento provisionalmente programado en varios niveles.
 - El número de muestras será N=5 disparos, y medir las medidas cada tiempo recorrido.
 - Dependiendo de los resultados de las mediciones, definir el tiempo de enfriamiento.
- * La proporción del tiempo de enfriamiento durante un ciclo de moldeo es grande, lo que es importante definir el tiempo de enfriamiento para la reducción del ciclo.



NISSEI Escuela Texto

Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección

38

2. Pasos para programar los parámetros del moldeo -30

- 2-3)-⑧ Revisión del margen de los parámetros definitivos.
→ Cuando se modifica el parámetro provisional de la posición de cambio a la presión sostenida, revisar nuevamente el valor mínimo y máximo del tiempo de llenado.
- 2-3)-⑨ Revisión de la estabilidad en el moldeo continuo
→ Realizar el moldeo continuo de 100 disparos aproximadamente, y averiguar la estabilidad de la información del moldeo, utilizando la **función de monitoreo** de la máquina inyectora.
- Realizar el muestreo del producto periódicamente, y medir el peso del producto, con el objetivo de revisar en cuánto tiempo recorrido se estabiliza.

NISSEI Escuela Texto

Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección

39

2. Pasos para programar los parámetros del moldeo -31

Al oprimir el botón de la pantalla de monitoreo, aparece la pantalla de monitoreo. Al seleccionar el botón de lista de los datos de monitoreo, aparece la **gráfica de los datos de monitoreo**. Averiguar el nivel de la estabilidad de los datos de moldeo.

Indicación con gráfica

Parámetros de los datos

Botón de la pantalla de monitoreo

Botón de la lista de los datos de monitoreo

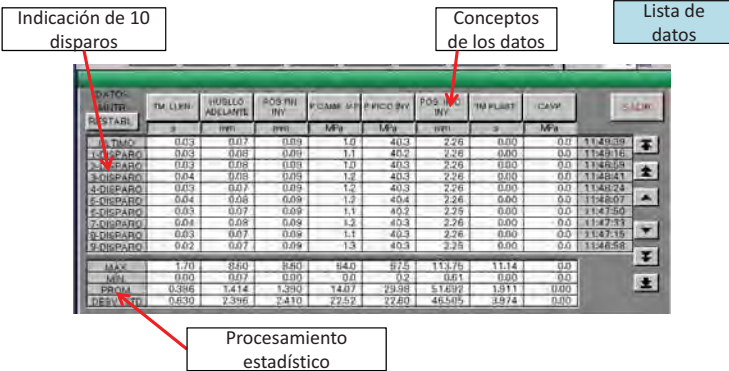
NISSEI Escuela Texto

Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección

40

2. Pasos para programar los parámetros del moldeo -32

Al oprimir el botón de lista de datos de monitoreo, aparece **lista de datos**. Dentro de los datos de 500 disparos como máximo, aparecen en la lista de los datos de monitoreo de los 8 conceptos seleccionados los datos de 10 disparos, y se procesan estadísticamente.



3. Revisión de los parámetros relativos a la temperatura-1

3-1) Temperatura del molde

→ Medir periódicamente la temperatura real del molde y registrarla. En caso necesario, revisar el valor ya programado.

3-2) Temperatura del cilindro calentador

→ Revisar si no hay diferencias considerables entre la temperatura programada y la real.

① Cuando varía la temperatura de la boquilla,
→ Definir la constante de control adecuado mediante la auto-afinación.

② Cuando baja la temperatura de la parte trasera frecuentemente,
→ Limitar la cantidad de agua que fluye de la parte inferior de la tolva (mesa de inyección), y subir la temperatura de la parte inferior de la tolva para ayudar a la temperatura de la parte trasera.

3-3) Número de revoluciones del husillo. (VS)

→ Programar el número de revoluciones que terminen dentro del tiempo de enfriamiento.

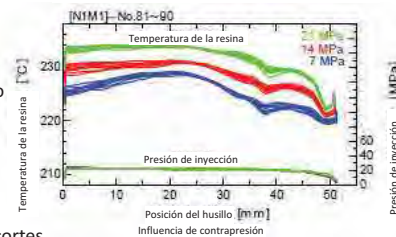
Hay que tener cuidado en esto, ya que cuando las revoluciones del husillo son rápidas, se genera calor por fricciones de los cortes, y esto provoca la quemada o la descomposición de la resina.

3. Revisión de los parámetros relativos a la temperatura -2

3-4) Contrapresión del husillo (PB)

→ La contrapresión del husillo se aplica como una fuerza resistente contra el retroceso del husillo. Su objetivo es dejar escapar de gases de la resina durante la plastificación, y el mejorar el mezclado y amasado, así como la estabilidad de la densidad de la resina. Sin embargo, es importante prestar atención porque cuando es más alta de lo necesario, sólo se prolonga el tiempo de Plastificación, y provoca el aumento de la temperatura de la resina debido al calor por fricciones de los cortes.

Contrapresión programada y la temperatura de la resina



3-5) Descompresión (SD)

→ Cuando se usa la boquilla abierta, el objetivo es quitar la presión de la resina después de la dosificación, pero para facilitar la estabilidad de la densidad de resina, se programa la carrera mínima necesaria, y así mismo la velocidad de descompresión también se programa al mismo nivel que el de la velocidad del retroceso del husillo durante la dosificación.

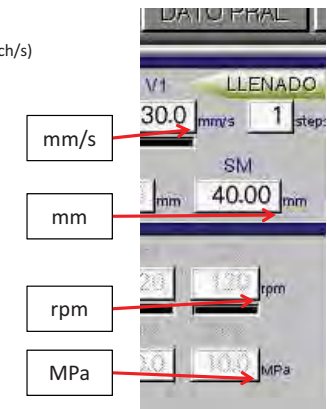
4. Unidad de cada parámetro y su modificación

Se utilizan las unidades de cada configuración y de indicación de acuerdo con las unidades internacionales. Se pueden modificar las unidades de: la velocidad de inyección, la presión de inyección, la contrapresión, la posición del husillo y la velocidad de dosificación.

- Unidad de indicación de la presión original de la bomba, la presión de inyección y la contrapresión
••• Mpa (kgf/cm², psi)
- Unidad de configuración de la presión de inyección y la contrapresión
••• Mpa (% , kgf/cm², psi)
- Unidad de configuración de la velocidad de inyección
••• mm/s (cm³/s, inch/s)
- Unidad de configuración de la velocidad de inyección
••• mm/s (% , cm³/s, inch/s)
- Unidad de configuración /indicación de la posición
••• mm (inch)
- Unidad de configuración / indicación de la velocidad de dosificación
••• % (rpm, g/s)
- Unidad de fuerza de cierre del molde a presión alta
••• kN (% , tonf)

No se pueden modificar las unidades de la velocidad y la presión Relacionada con la apertura-cierre del molde y eyección.

- Presión ••• %
- Velocidad ••• %



M5 Proceso de moldeo de plástico por inyección

M5-3 Establecimiento de las condiciones del moldeo por inyección

M5-3-1 Monitor para el Control de la Máquina Inyectora (Procedimiento de arranque y paro de la máquina inyectora)

Feb/2012

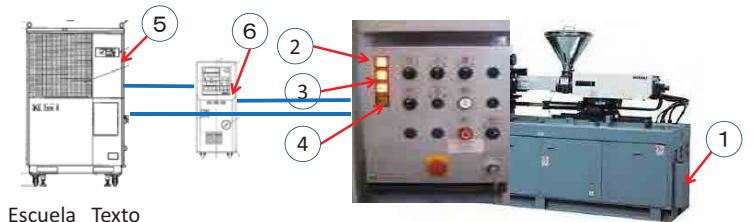
Procedimiento de arranque y paro de la máquina inyectora

1

M5-3-1 Monitor de Control de la Máquina Inyectora

1. Procedimiento de arranque de la máquina inyectora

- ① Caja de alimentación eléctrica: Interruptor → ON
- ② Panel de control: Alimentación eléctrica general → ON (Luz encendida)
- ③ Panel de control: Electricidad del motor → ON (Luz encendida, arranque del motor)
- ④ Panel de control: Electricidad de los calentadores → ON
- ⑤ Unidad de enfriado: Alimentación eléctrica general y del motor → ON (arranque del motor), Abrir las llaves de agua.
- ⑥ Termocontrolador del molde: Alimentación eléctrica general y del motor → ON (arranque del motor), Abrir las llaves de agua.
- ⑦ Contorno de la máquina y del molde: Revisar fugas de agua y de aceite.



NISSEI Escuela Texto

Procedimiento de arranque y paro de la máquina inyectora

2

A-252

M5-3-1 Monitor de Control de la Máquina Inyectora

2. Precauciones al momento de arrancar la máquina - 1

- ② Panel de control: Alimentación eléctrica general → ON (Luz encendida)

Aparece la imagen de "Monitoreo del proceso" aproximadamente un minuto después de encender la máquina. **No se debe apagar la alimentación eléctrica** mientras se está cargando la pantalla.

Primera imagen que aparece al encender la máquina (Monitoreo del Proceso)



NISSEI Escuela Texto



Procedimiento de arranque y paro de la máquina inyectora

3

M5-3-1 Monitor de Control de la Máquina Inyectora

2. Precauciones al momento de arrancar la máquina - 2

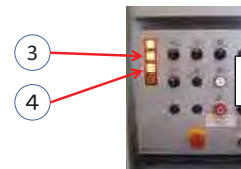
- ③ Panel de control: Electricidad del motor → ON (Luz encendida, arranque del motor)
- Al poner en ON la electricidad del motor, no se debe **hacer movimiento de "Inching"**. (El motor es un servomotor, por lo tanto el movimiento de "Inching" puede dañar la bomba.)

* Movimiento de "Inching":

Es un movimiento intermitente que se hace, al arrancar el motor. En caso de la bomba de paletas, se hace este movimiento para purgar el aire que está dentro de la bomba y/o en el tubo de succión de agua.

- ④ Panel de control: Electricidad de calentadores → ON

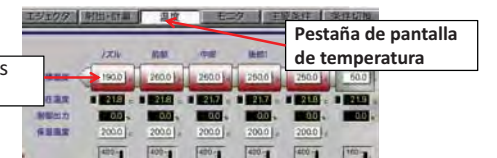
Cuando hay cambio del tipo de resina, se debe configurar la temperatura correspondiente en la pantalla de "temperatura". Si las configuraciones están registradas en la máquina, al seleccionarlas, se puede configurar la temperatura.



NISSEI Escuela Texto

Procedimiento de arranque y paro de la máquina inyectora

4



Temperaturas configuradas

Pestaña de pantalla de temperatura

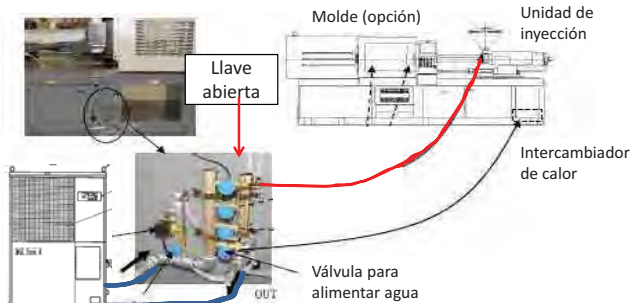
M5-3-1 Monitor de Control de la Máquina Inyectora

2. Precauciones al momento de arrancar la máquina – 3

- ⑤ Unidad de enfriado: Alimentación eléctrica general y del motor: → ON (arranque del motor), Abrir las llaves de agua.

Por falta de enfriamiento de la parte debajo de la tolva, se puede generar insuficiencia del material en el proceso de dosificación.

Precauciones: Las llaves de agua deben estar abiertas y la temperatura de la parte debajo de la tolva debe mantenerse entre 60 y 80°C.



NISSEI Escuela Texto

Procedimiento de arranque y paro de la máquina inyectora

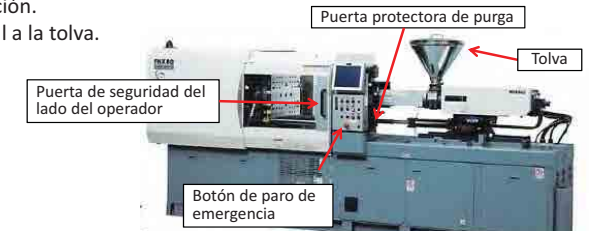
5

M5-3-1 Monitor de Control de la Máquina Inyectora

3. Preparación para moldear

Una vez que se confirme que la temperatura del cilindro haya aumentado... → Se suministra el material a la tolva y se purga el material.

- ① Ejecutar las actividades de verificación de seguridad.
 - Abrir la puerta de seguridad (del lado de operador) → Esto debe inhibir la apertura/cierre del molde.
 - Abrir la puerta de seguridad (del lado opuesto del operador) → Esto debe apagar la alimentación eléctrica del motor.
 - Activar en ON el interruptor de paro de emergencia → Se apaga las alimentaciones eléctricas del motor y de los calentadores.
 - Abrir la protectora de purga → Esto debe inhibir el avance de la unidad de inyección y dosificación.
- ② Suministrar el material a la tolva.
- ③ Purgar el material.



NISSEI Escuela Texto

Procedimiento de arranque y paro de la máquina inyectora

6

M5-3-1 Monitor de Control de la Máquina Inyectora

4. Precauciones durante la preparación del moldeo -1

- ② Se suministra el material a la tolva.

Evitar que la resina se contamine con cualquier tipo de material extraño, durante el transporte y suministro de la resina. La mezcla con algún material extraño puede provocar daños al husillo y la obstrucción de la boquilla. (Ejemplo; Un lápiz en el bolsillo del uniforme, al caer, se puede mezclar con la resina.)

- ② Se abre la compuerta de la tolva.

- ③ Se purga el material.

Para proteger el husillo, no se puede girar, ni avanzar para inyectar, ni retroceder el husillo hasta que hayan pasado 20 minutos; ya que es el tiempo de retraso programado para evitar el arranque del husillo, mientras esté baja la temperatura, y es el tiempo necesario para alcanzar la temperatura configurada (temperatura configurada – rango de límite inferior para activar alarma).

Purga: Existen la purga manual y la purga automática.

En caso de purga manual (repetición de inyección-revolución de husillo), **primero se inyecta en la posición más adelantada** posible y posteriormente se hace girar el husillo.

Procedimiento de arranque y paro de la máquina inyectora

7

M5-3-1 Monitor de Control de la Máquina Inyectora

5. Precauciones al momento de suspender la operación de inyección -1

- ① Hacer retroceder la unidad de inyección

Si se para la operación de inyección, dejando la boquilla en contacto con el molde, la resina expandida seguirá fluyendo de la boquilla al molde (bebedero), lo cual hace difícil eyectar el producto. Por lo tanto, cuando se para la operación de inyección, siempre se debe hacer retroceder la unidad de inyección.

- ② Panel de control: Alimentación eléctrica de calentadores → OFF (o mantenimiento obligado de calor ON)

Cuando se pone en OFF y si el tiempo de paro es largo, la temperatura del cilindro baja notablemente. Esto ocasiona tardanza para subir la temperatura en el momento de reiniciar la operación. Si se aprovecha la función del mantenimiento obligado de la temperatura que se encuentra en la pantalla de control en el panel, se puede controlar la temperatura previamente configurada, lo cual ahorra tiempo para reiniciar la operación.



NISSEI Escuela Texto

Procedimiento de arranque y paro de la máquina inyectora

8

M5-3-1 Monitor de Control de la Máquina Inyectora

6. Al momento de terminar la operación de inyección

- ① Se cierra la compuerta de la tolva.
- ② Se purga el material que se queda en el cilindro.
Se debe seguir purgando hasta que todo el material se acabe totalmente. Cuando se termina el material totalmente, el husillo no puede retroceder. Cuando ya no retrocede, se para el giro del husillo y se inyecta. Posteriormente retrocede el husillo hasta la posición más atrás que la posición de SM (la posición más atrás).
- ③ Alimentación de calentadores → OFF
- ④ Bomba de termocontroladora del molde → OFF, y cerrar las llaves de suministro de agua.
Sin embargo, cuando la temperatura configurada de la termocontroladora es más alta que 60°C, se modifica la temperatura a 30°C y se deja funcionando la bomba hasta que la temperatura del molde baje.
- ⑤ Se abre el molde para limpiar la cara PL. Se aplica el anticorrosivo.
(Se aplica el anticorrosivo una vez que la temperatura del molde haya bajado.)
- ⑥ Se cierra el molde a presión baja (no alta presión). Se apaga la bomba y la alimentación eléctrica general → OFF
- ⑦ Se regresa el material que queda en la tolva al lugar de origen. Se realiza la limpieza del contorno de la máquina inyectora. Se revisa las fugas de agua y aceite.
- ⑧ Interruptor de la caja de alimentación eléctrica → OFF. "Seiri-Seiton". Se registra el uso de la máquina en la bitácora.

M5 Proceso de moldeo de plástico por inyección

M5-3 Establecimiento de las condiciones del moldeo por inyección

M5-3-2 Cambio de las condiciones de inyección (Método de cambio V/P)

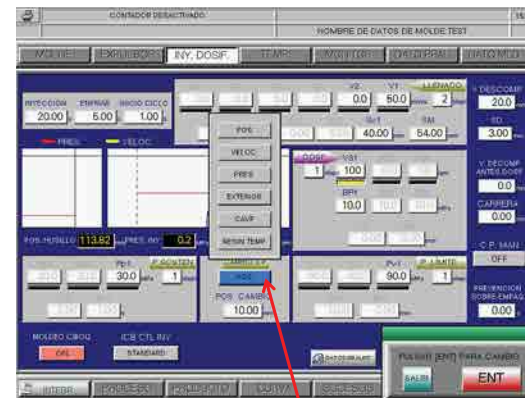
Feb/2012

Método del cambio V/P

A-255

M5-3-2 Diferentes tipos de cambio V/P y sus significados

Se pueden seleccionar diferentes tipos de cambio del área de Velocidad (V) al área de Presión sostenida (P)



Selección de tipos de cambio V/P

NISSEI Escuela Texto

Método del cambio V/P

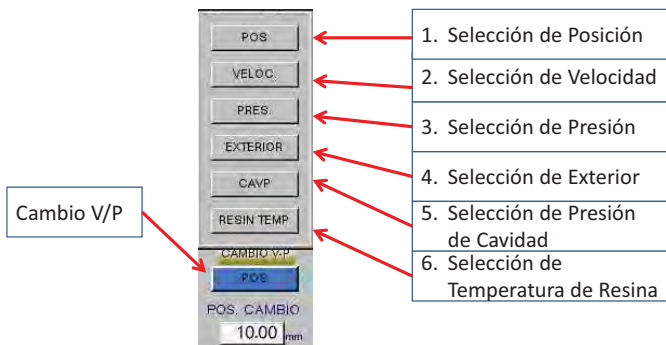
M5-3-2 Diferentes tipos de cambio V/P y sus significados

Al seleccionar el cambio V/P, aparecen: "Posición", "Velocidad", "Presión", "Exterior", "Presión de cavidad", y "Temperatura de resina".

Se selecciona el tipo que se va a usar.

Para poder seleccionar "Exterior", "Presión de cavidad" o "Temperatura de resina", se requiere del molde y del equipo especial.

Al utilizar moldes de: caja, abrecarta o portavaso, se puede seleccionar la "Presión de cavidad".



Cambio V/P

NISSEI Escuela Texto

Método del cambio V/P

M5-3-2 Diferentes tipos de cambio V/P y sus significados

1. Seleccionar el botón de "Posición".

Cuando el husillo llega a la posición de cambio V/P, se cambia al proceso de sostenimiento de presión.

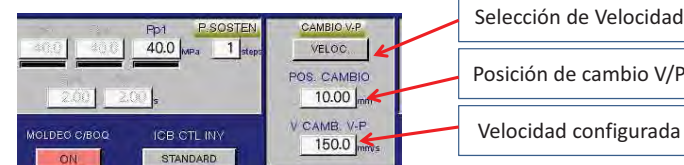


Selección de Posición

Posición de cambio V/P

2. Seleccionar el botón de "Velocidad".

Cuando el husillo llega a la posición de cambio V/P y la velocidad de inyección se reduce más de lo preconfigurado, se cambia al proceso de sostenimiento de presión.



Selección de Velocidad

Posición de cambio V/P

Velocidad configurada

NISSEI Escuela Texto

Método del cambio V/P

M5-3-2 Diferentes tipos de cambio V/P y sus significados

3. Seleccionar el botón de “Presión”.

Cuando el husillo llega a la posición de cambio V/P y la presión de inyección llega al nivel preconfigurado, se pasa al proceso de sostenimiento de presión.



4. Seleccionar el botón de “Exterior”.

Cuando el husillo llega a la posición de cambio V/P y al llegar la señal exterior, que es emitida al oprimir el botón “EXTERIOR”, se pasa al proceso de sostenimiento de presión.



NISSEI Escuela Texto

Método del cambio V/P

5

M5-3-2 Diferentes tipos de cambio V/P y sus significados

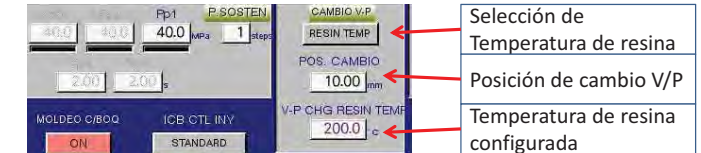
5. Seleccionar el botón de “Presión de cavidad”.

Cuando el husillo llega a la posición de cambio V/P y la presión de cavidad llega al nivel preconfigurado, se cambia al proceso de sostenimiento de presión.



6. Seleccionar el botón de “Temperatura de resina”.

Cuando el husillo llega a la posición de cambio V/P y la temperatura de resina llega al nivel preconfigurado, se cambia al proceso de sostenimiento de presión.



NISSEI Escuela Texto

Método del cambio V/P

6

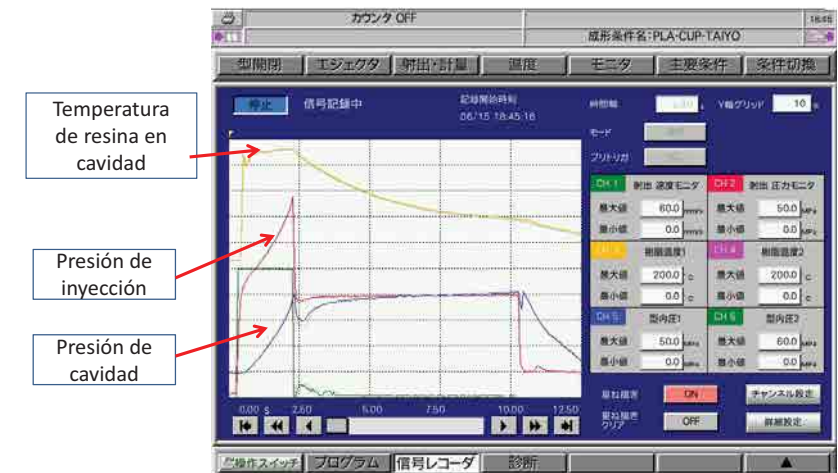
M5-3-2 Diferentes tipos de cambio V/P y sus significados

- ① Para productos de moldeo general, seleccionar el botón de “Posición” para hacer el cambio al proceso de sostenimiento de presión.
La velocidad tiene mayor prioridad.
- ② Para productos de espesor grueso como lentes, en ocasiones seleccionar el botón de “Presión”.
La presión tiene mayor prioridad.
- ③ El método por el cual se verifica y controla la presión de la cavidad permite revisar el comportamiento de la resina dentro de la cavidad del molde y esto favorece el mejoramiento de la calidad. -Sin embargo, se requiere insertar sensores en el molde y unas especificaciones especiales para la máquina inyectora.
Para moldear autopartes de tamaño grande, con frecuencia hay casos en donde se usan sensores de presión en el interior del molde.

Método del cambio V/P

7

Ejemplo: Curva de presión de cavidad (Producto: vaso, entrada directa) - 1

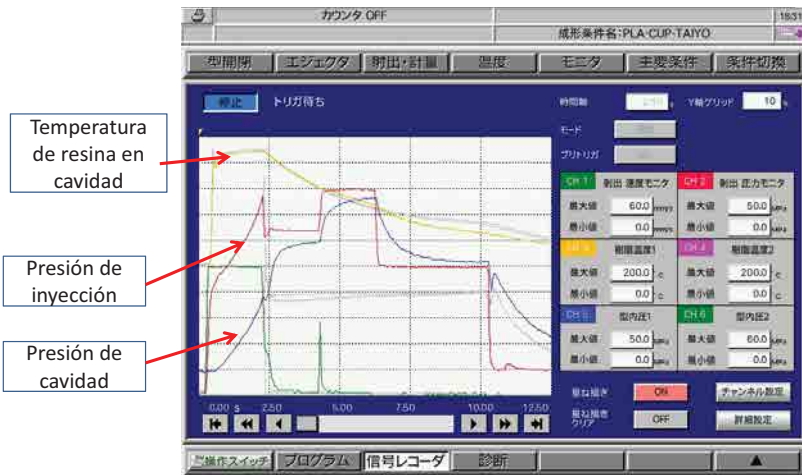


NISSEI Escuela Texto

Método del cambio V/P

8

Ejemplo: Curva de presión de cavidad
(Producto: vaso, entrada directa) - 2



M5 Proceso de moldeo de plástico por inyección

M5-3 Establecimiento de las condiciones del moldeo por inyección

M5-3-3 Cambio de las condiciones de inyección (Cargar, Guardar y Eliminar)

Feb/2012

M5-3-3 Cambio de las condiciones de inyección (Cargar, Guardar y Eliminar)

Cargar:

- ① Se cargan las condiciones que van a utilizar, seleccionándolas entre las que están guardadas en TACT (como máximo se pueden cargar 300 diferentes condiciones).
- ② Cuando se modifica una parte de las condiciones de moldeo guardadas, de la misma manera se “cargan” y posteriormente las modifican.

Guardar:

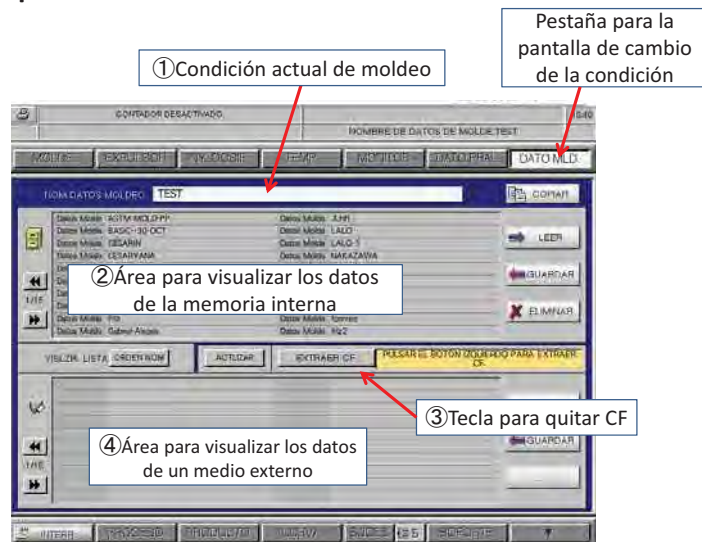
- ① Para “guardar” una condición nueva de moldeo, se oprime el espacio que dice “Condición Actual de Moldeo” y entonces aparece el teclado. Después, se escribe la denominación de la condición nueva de moldeo utilizando el teclado. Posteriormente se oprime la tecla de “Guardar” para llevar a cabo el proceso de guardado.
- ② Para modificar una parte de la condición de moldeo y “guardarla”, si la guardan con la misma denominación, se reemplaza la nueva condición. Por lo tanto, para guardar la anterior, se debe utilizar otra denominación para la nueva condición modificada.

Eliminar:

- ① Se selecciona la condición de moldeo que desean eliminar y se oprime la tecla de “eliminar” para procesar la eliminación.

A-258

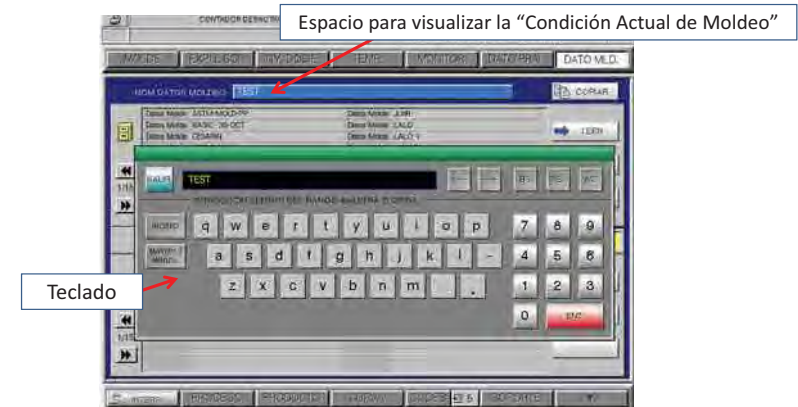
Pantalla para el cambio de las condiciones -1



Pantalla para el cambio de las condiciones -2

- ① “Condición actual de moldeo”

Aparece la condición actual de moldeo. Para guardar una nueva condición, se oprime el espacio de “Condición Actual de Moldeo” para que aparezca el teclado. Posteriormente se escribe la denominación de la nueva condición con el teclado.



Pantalla para el cambio de las condiciones -3 Pantalla de teclado

Letras con caracteres de ancho normal:
Máx. 14 letras. Letras con caracteres de ancho medio: Máx. 42 letras.
La denominación de archivo debe escribirse en signos alfanuméricos.



Pantalla en idioma japonés: método para capturar en alfabeto latino. (romaji input)

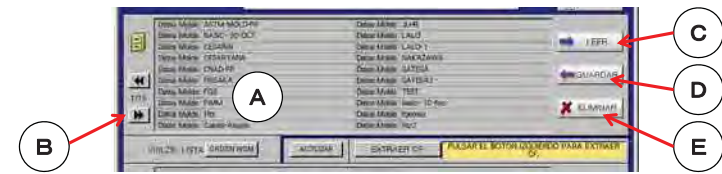
NISSEI Escuela Texto

Cambio de las condiciones de moldeo

5

Pantalla para el cambio de las condiciones -4

② Área para visualizar los “datos de la memoria interna”



- ① Área para visualizar los “datos de la memoria interna”
Muestran: la “condición de moldeo”, “condición de moldeo + curva estándar” y “curva estándar”; que están guardadas en TACT. Se puede guardar un máximo de 300 condiciones.
- ② Tecla de barra de desplazamiento del área para visualizar los datos de la memoria interna. Sirve para desplazar las condiciones de moldeo, entre otras, ubicadas en el área para visualizar los datos de la memoria interna.
En este espacio aparecen 20 condiciones de moldeo, entre otras, al mismo tiempo.
- ③ Cargar
- ④ Guardar
- ⑤ Eliminar

NISSEI Escuela Texto

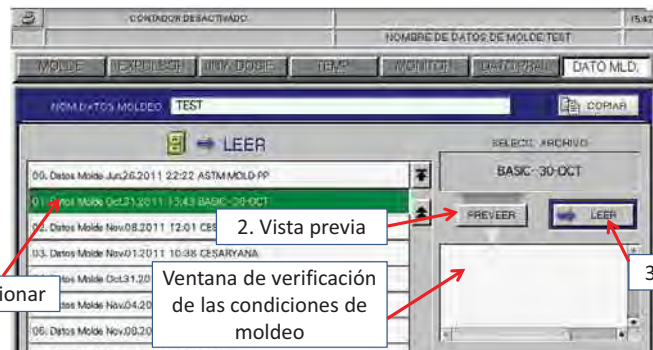
Cambio de las condiciones de moldeo

6

Cargar-1



Se cargan; “condición de moldeo”, “condición de moldeo + curva estándar” y “curva estándar”, entre otros. Al oprimir esta tecla de “cargar”, aparece la siguiente ventana de “carga”.



1. Seleccionar

2. Vista previa

Ventana de verificación de las condiciones de moldeo

3. Cargar

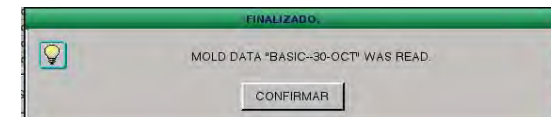
NISSEI Escuela Texto

Cambio de las condiciones de moldeo

7

Cargar-2

1. Se seleccionan las condiciones de moldeo.
2. Se selecciona la tecla de “vista previa”.
Se oprime la tecla de “vista previa” para verificar las condiciones seleccionadas. Primero, aparece la nota, esto facilita el proceso de verificación.
3. Se oprime la tecla de “Confirmar”.
Cuando termina la carga del programa, aparece la siguiente ventana. Se oprime la tecla de “confirmar” para finalizar el proceso.



NISSEI Escuela Texto

Cambio de las condiciones de moldeo

8

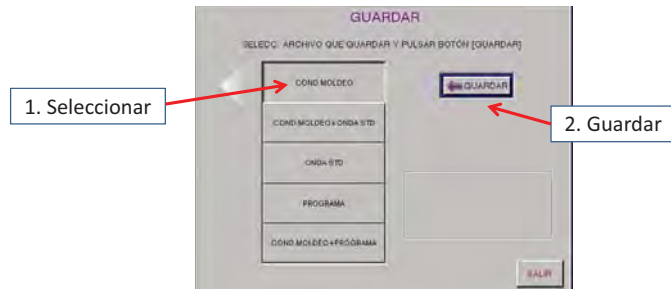
Guardar - 1



Sirve para guardar; “condición de moldeo”, “condición de moldeo + curva estándar” y “curva estándar”.

Al oprimir la tecla de “guardar”, aparece la siguiente ventana de “guardado”.

1. Se selecciona el tipo de archivo que van a guardar y luego opriman la tecla de “guardar”.

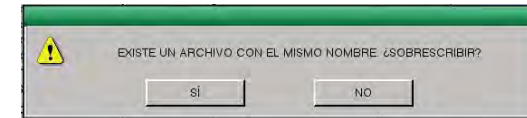


Guardar - 2

Se selecciona el tipo de archivo que van a guardar y luego opriman la tecla de “guardar”.

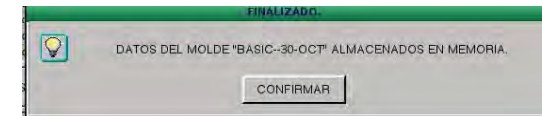
Si existe un archivo con la misma denominación, aparece la siguiente ventana.

Si desean reemplazarlo, opriman la tecla de “sí”. Si no lo desean, opriman la tecla de “no”.



2. Al terminar de guardar las condiciones de moldeo, aparece la siguiente ventana. Se oprime la tecla de “confirmar” para terminar el proceso.

- ✘ La memoria interna tiene capacidad de guardar 300 condiciones de moldeo. Sin embargo, si se guarda la “curva estándar”, hay ocasiones en que no se pueden guardar 300 condiciones.



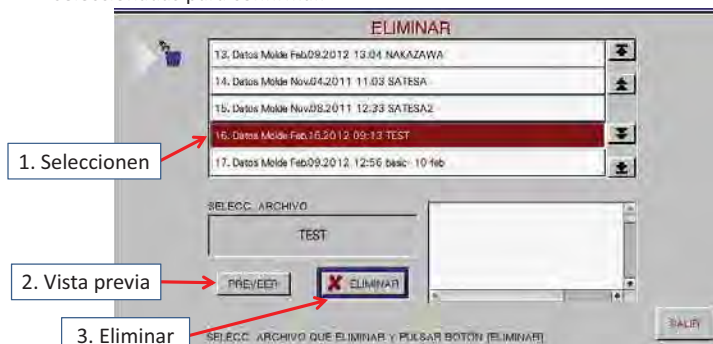
Eliminar-1



Sirve para eliminar la “condición de moldeo”, “condición de moldeo + curva estándar” y “curva estándar” que están guardadas en la memoria.

Al oprimir esta tecla de “eliminar”, aparece la siguiente ventana de “eliminar”.

1. Se seleccionan las condiciones de moldeo que desean eliminarse y se oprimen.
2. Al oprimir la tecla de “vista previa” aparecen las condiciones de moldeo seleccionadas para confirmar.

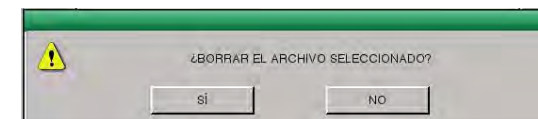


Eliminar - 2

3. Se oprime la tecla de “eliminar”.

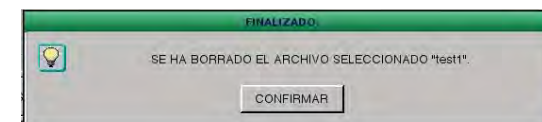
Al oprimir la tecla de “eliminar”, aparece la siguiente ventana.

Si desean eliminar, opriman la tecla de “sí”. Si no lo desean, opriman la tecla de “no”.



4. Cuando termina de eliminarse el archivo seleccionado, aparece la siguiente ventana.

Se oprime la tecla de “confirmar” para terminar el proceso.



M5 Proceso de moldeo de plástico por inyección

M5-3 Establecimiento de las condiciones del moldeo por inyección

M5-3-4 Pantalla de control de la máquina inyectora Navegador para la preparación de moldeo (Procedimiento de trabajo)

Feb/2012

Navegador para la preparación

M5-3-4 Navegador para la preparación de moldeo

Dirigido hacia los operadores con poca experiencia:

Se indica en la pantalla en forma fácil el procedimiento general básico que abarca desde la preparación previa hasta la preparación para la producción masiva. El sistema permite trabajar verificando cada uno de los conceptos del procedimiento. (Sin embargo, esto no es suficiente para garantizar la calidad.)

Pasos de acuerdo con el procedimiento básico de trabajo:

1. Preparación previa
2. Montaje del molde
3. Configuración de cierre del molde
4. Configuración de la inyección
5. Preparación para la producción masiva

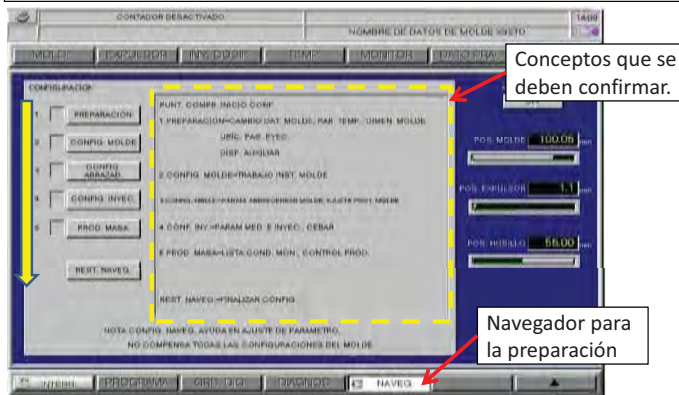
Así los pasos preparativos están diseñados en forma sencilla, además es fácil de conocer el estado de avance.

Navegador para la preparación

A-261

M5-3-4 Navegador para la preparación del moldeo : Pantalla principal

Se indican los 5 pasos principales de la preparación y los conceptos que se deben confirmar.

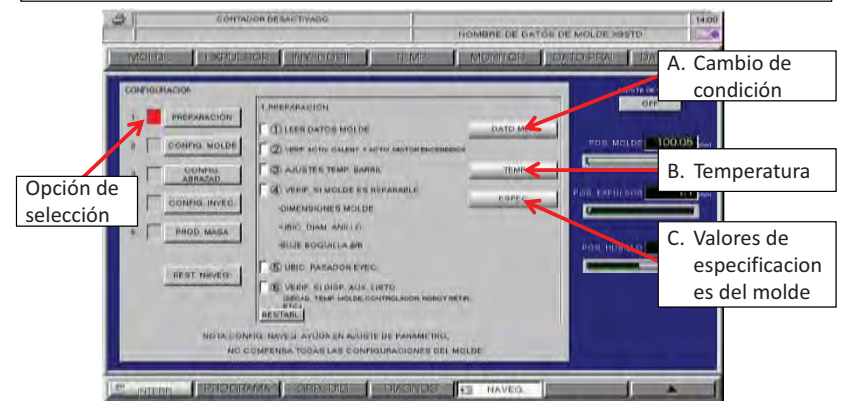


NISSEI Escuela Texto

Navegador para la preparación

M5-3-4 Navegador para la preparación del moldeo 1: Preparación previa

Aparecen los pasos requeridos para el procedimiento del ① al ⑥ sobre la "preparación previa" y las tres teclas para la confirmación (A, B y C). De acuerdo con el procedimiento seleccionen la tecla para la confirmación, con el fin de hacer la configuración / ajustes.



NISSEI Escuela Texto

Navegador para la preparación

M5-3-4 Navegador para la preparación del moldeo 1: Preparación previa – A. Cambio de condición

Aparece la condición del moldeo guardada.
Seleccionen la tecla de “Cargar” para escoger la condición de moldeo que va a utilizar y luego cargar.



NISSEI Escuela Texto Navegador para la preparación

M5-3-4 Navegador para la preparación del moldeo 1: Preparación previa – B. Temperatura

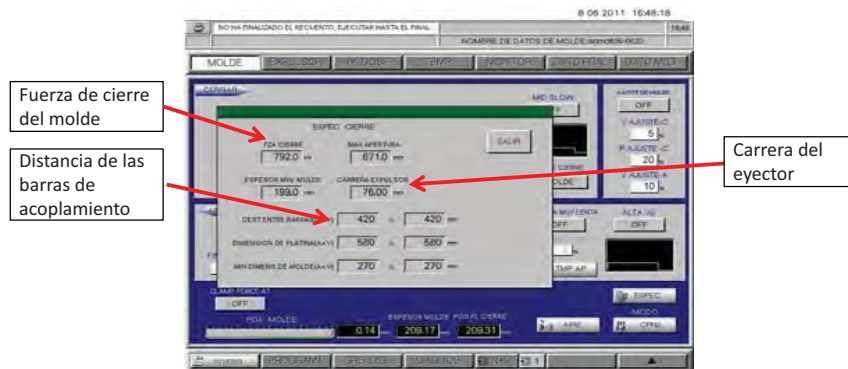
Aparece la pantalla de la temperatura.
Revisen la temperatura configurada y modifiquen la temperatura.



NISSEI Escuela Texto Navegador para la preparación

M5-3-4 Navegador para la preparación del moldeo 1: Preparación previa – C. Valor de especificación del molde

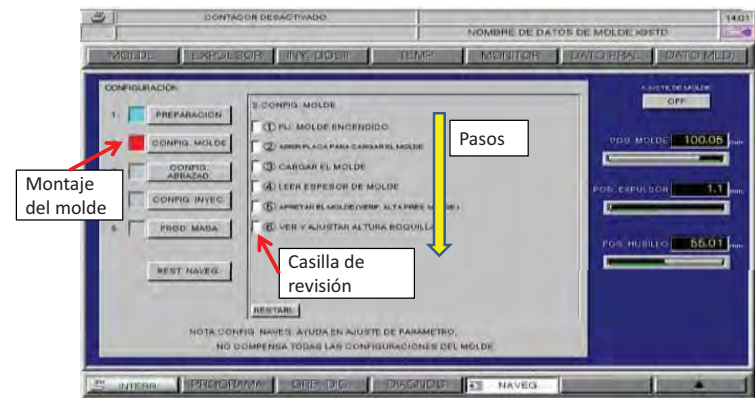
Aparece “espesor mínimo del molde”, “carrera del eyector”, “carrera máxima de apertura del molde”, “distancia de barra de acoplamiento”, “fuerza de cierre del molde”, entre otros.
Sirven para analizar y verificar la posibilidad de montar el molde que está planeado para montaje.



NISSEI Escuela Texto Navegador para la preparación

M5-3-4 Navegador para la preparación del moldeo 2: Montaje del molde

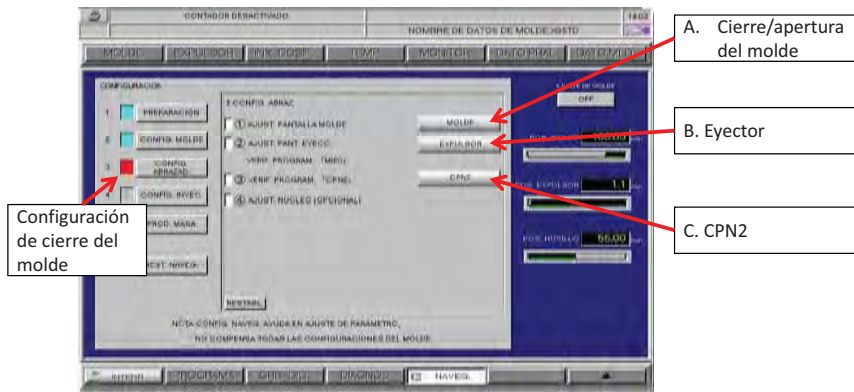
Aparecen los pasos del ① al ⑥ del proceso del “montaje del molde”.
Hagan trabajos de acuerdo con los pasos indicados. Las casillas sirven para ir palomeando los pasos ya hechos.



NISSEI Escuela Texto Navegador para la preparación

M5-3-4 Navegador para la preparación del moldeo 3: Configuración de cierre del molde

Aparecen los pasos del ① al ④ del proceso para configurar el cierre del molde y las tres teclas para la confirmación (de la A a la C) .
De acuerdo con el procedimiento seleccionen la tecla de “Confirmar” para hacer la configuración / ajustes.



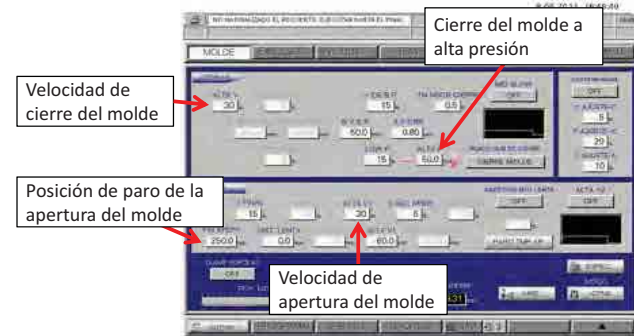
NISSEI Escuela Texto

Navegador para la preparación

9

M5-3-4 Navegador para la preparación del moldeo 3: Configuración de cierre del molde – A. Apertura/Cierre del molde

Hagan la configuración /ajuste : “velocidad de apertura/cierre del molde”, “posición de paro de la apertura del molde”, “cierre del molde a alta presión y a baja presión”.



NISSEI Escuela Texto

Navegador para la preparación

10

M5-3-4 Navegador para la preparación del moldeo 3: Configuración de cierre del molde – B. Eyección

Hagan la configuración /ajuste de : “patrón de eyección”, “número de eyección”, “velocidad de eyección”, “presión de eyección”, así como la velocidad de retroceso, entre otras.



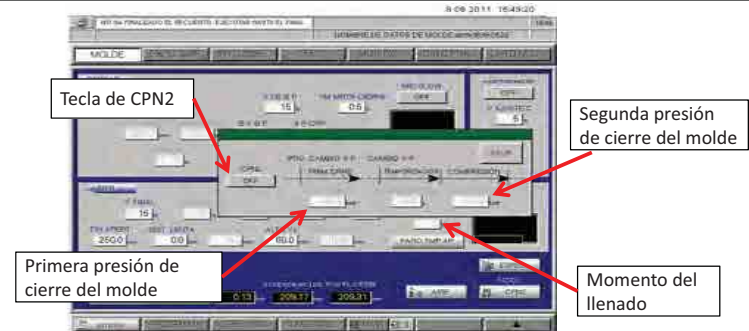
NISSEI Escuela Texto

Navegador para la preparación

11

M5-3-4 Navegador para la preparación del moldeo 3: Configuración de cierre del molde – C. CPN2

CPN2: Configuren baja la primera presión de cierre del molde , y en el momento de terminar el llenado (cuando llega a la posición V/P) realicen el segundo cierre del molde. Esto ayuda a los gases atrapados en la cavidad del molde escaparse y consecuentemente permite mejorar el problema de pando y/u otros problemas del producto.
(Ejemplo: Primera presión de cierre del molde:: 500KN, segunda presión: 790KN, V/P: 15mm, tiempo necesario (“timing”): 1 segundo.)
* Precaución: dependiendo de la configuración hay ocasiones en que se puede generar rebaba.



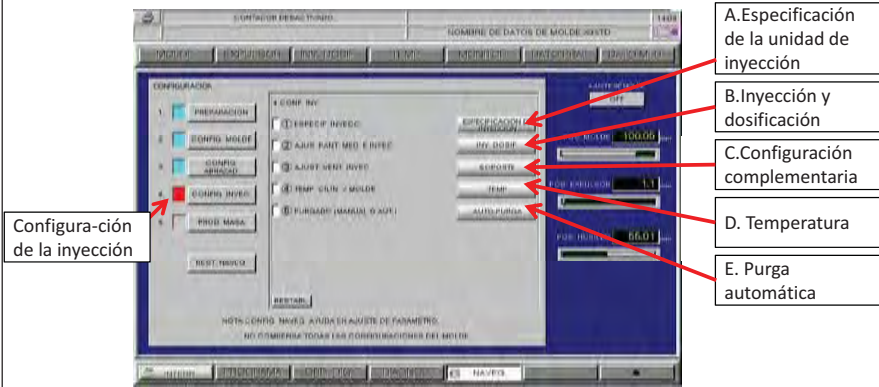
NISSEI Escuela Texto

Navegador para la preparación

12

M5-3-4 Navegador para la preparación del moldeo 4: Configuración de la inyección

Aparecen los pasos del ① al ⑤ del proceso de configuración de la inyección y las cinco teclas para la confirmación (de la A a la E). De acuerdo con el procedimiento, seleccionen la tecla para la confirmación con el fin de hacer la configuración / ajustes .



NISSEI Escuela Texto

Navegador para la preparación

13

M5-3-4 Navegador para la preparación del moldeo 4: Configuración de la inyección – A, Especificación de la unidad de inyección

Aparece: “información del diámetro del husillo”, “volumen de inyección”, “presión de inyección” y “revoluciones del husillo”, entre otras. Con esta información deben analizar y confirmar si las especificaciones de la unidad de inyección permiten moldear sin problema o no. (Por ejemplo,; revisar si el volumen de inyección es suficiente .)



NISSEI Escuela Texto

Navegador para la preparación

14

M5-3-4 Navegador para la preparación del moldeo 4: Configuración de la inyección – B. Inyección y dosificación

Se hacen la configuración /ajuste de “velocidad de inyección”, “presión de inyección”, “posición de cambio V/P”, “revoluciones del husillo”, “volumen de dosificación”, “contrapresión”, “presión de sostenimiento”, “tiempo de inyección”, “tiempo de enfriamiento”, entre otros.



NISSEI Escuela Texto

Navegador para la preparación

15

M5-3-4 Navegador para la preparación del moldeo 4: Configuración de la inyección – C. Configuración complementaria

Se hacen la configuración / ajuste de “tiempo de retroceso de boquilla cuando no está activado el modo de moldeo en contacto con la boquilla”, “presión de contacto de boquilla”, “tiempo del inicio de inyección”, entre otros.



NISSEI Escuela Texto

Navegador para la preparación

16

M5-3-4 Navegador para la preparación del moldeo 4: Configuración de la inyección – D. Temperatura

Aparece la pantalla de temperaturas. Se hacen la confirmación y el cambio de la temperatura configurada. (Es la misma que aparece en el procedimiento de preparación previa.)

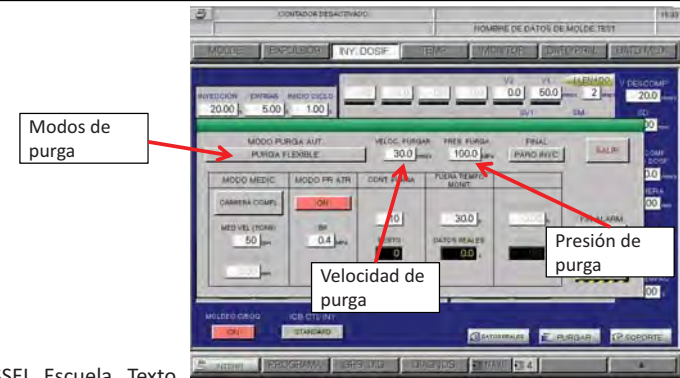


NISSEI Escuela Texto

Navegador para la preparación

M5-3-4 Navegador para la preparación del moldeo 4: Configuración de la inyección – E. Purga automática

Existen modos de purga manual y de purga automática para purgar el material del cilindro. Como un tipo de purga automática se puede seleccionar el modo "purga automática". Se selecciona y utiliza el modo de acuerdo con las necesidades, ya sea por el cambio de resina o por el arranque de la máquina.

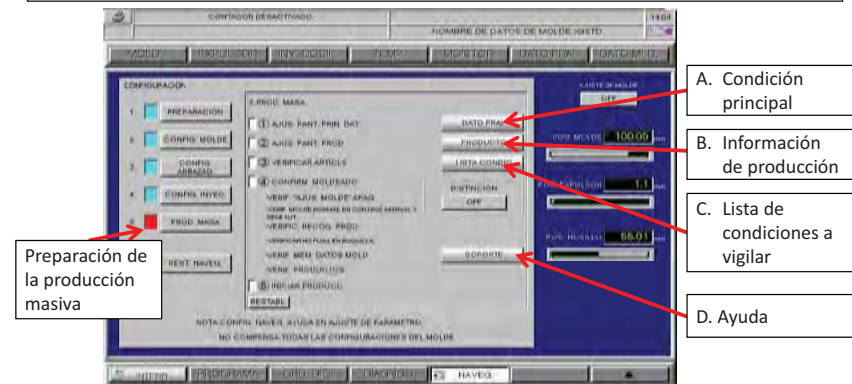


NISSEI Escuela Texto

Navegador para la preparación

M5-3-4 Navegador para la preparación del moldeo 5: Preparación para la producción masiva

Aparecen los pasos del ① al ⑤ del proceso de la preparación para la producción masiva y las cuatro teclas para la confirmación (de la A a la D). De acuerdo con el procedimiento, seleccionen la tecla para la confirmación con el fin de hacer la configuración / ajustes.

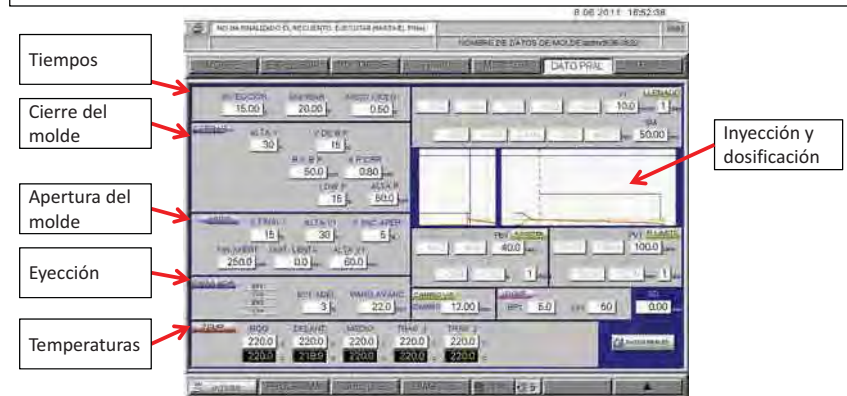


NISSEI Escuela Texto

Navegador para la preparación

M5-3-4 Navegador para la preparación del moldeo 5: Preparación para la producción masiva- A. Condiciones principales

En esta pantalla aparece toda la información integral de: "apertura y cierre del molde", "eyección", "temperaturas", e "inyección y dosificación". Esta pantalla es para confirmar en forma integral las condiciones de las configuraciones.

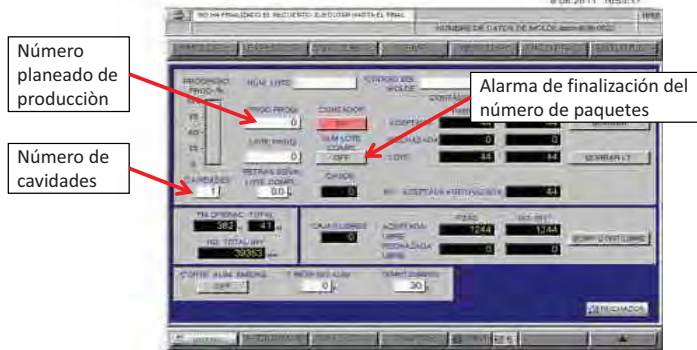


NISSEI Escuela Texto

Navegador para la preparación

M5-3-4 Navegador para la preparación del moldeo 5: Preparación para la producción masiva- B. Información de producción

Se administra la producción mediante el registro de: "información del número de producción planeado", "número de cavidades", "cantidad de disparos programados", entre otros. Al configurar la alarma de finalización del número de paquetes necesarios, se puede indicar la terminación de la producción y parar la máquina

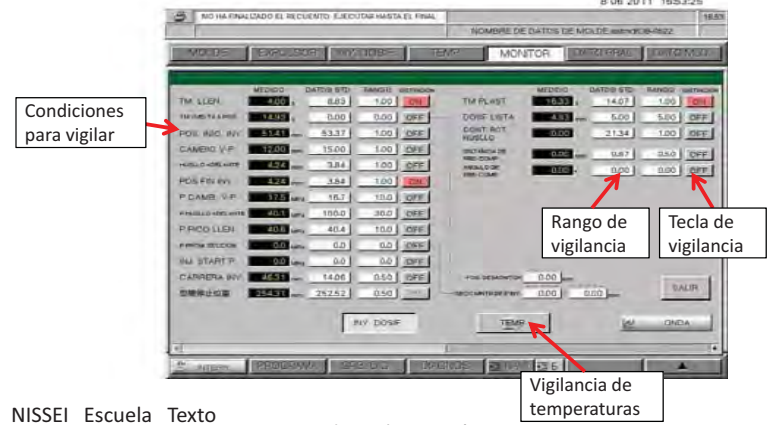


NISSEI Escuela Texto

Navegador para la preparación

M5-3-4 Navegador para la preparación del moldeo 5: Preparación para la producción masiva- C. Lista de condiciones de vigilancia - 1

Se puede asignar máximo 18 condiciones de la lista incluyendo la vigilancia de temperaturas para juzgar los productos buenos

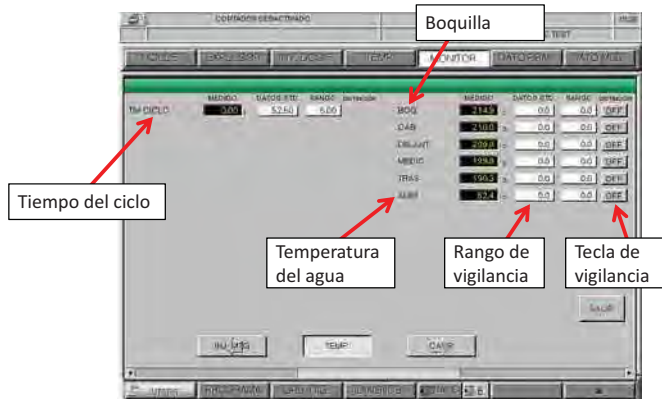


NISSEI Escuela Texto

Navegador para la preparación

M5-3-4 Navegador para la preparación del moldeo 5: Preparación para la producción masiva- C. Lista de condiciones de vigilancia - 2

Pantalla de vigilancia de temperaturas: Aparecen: "tiempo de ciclo", "condiciones de temperaturas", entre otros.

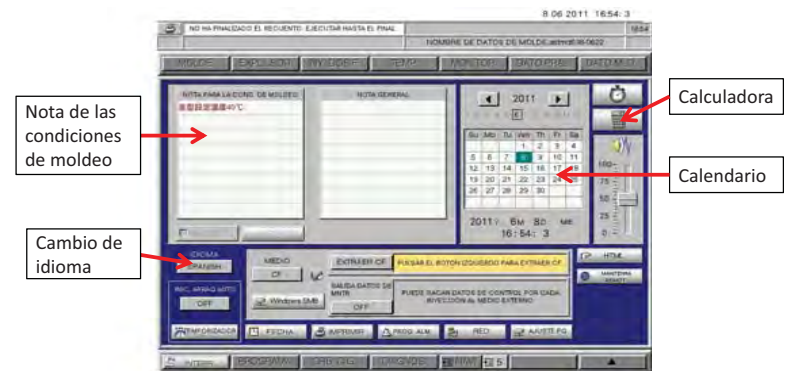


NISSEI Escuela Texto

Navegador para la preparación

M5-3-4 Navegador para la preparación del moldeo 5: Preparación para la producción masiva- Apoyo

Se usa el espacio para anotar algo de las condiciones del moldeo. Además, tiene funciones de calendario, calculadora y cambio de idioma.



NISSEI Escuela Texto

Navegador para la preparación

M5 Proceso de moldeo de plástico por inyección

M5-4 Gestión del proceso

JUN/2012

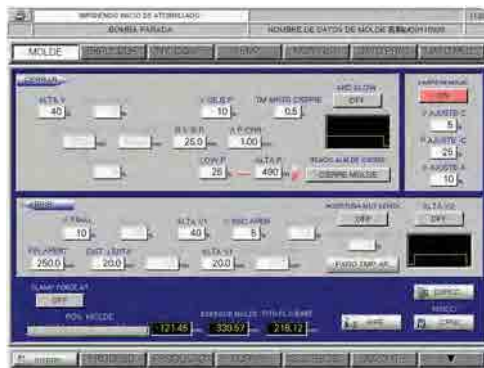
Contenido

1	Configuración de velocidad de apertura-cierre del molde y fuerza de cierre	1~7	P3~P9
2	Configuración de la velocidad de eyección y presión de eyección	1~2	P10~P11
3	Configuración de la velocidad de inyección, presión de inyección y presión de sostenimiento	1~7	P12~P18
4	Configuración de velocidad de dosificación y contrapresión	1~4	P19~P22
5	Confirmación de estabilidad de los parámetros: Curvas	1~4	P23~P26
6	Confirmación de estabilidad de los parámetros: Datos de monitor	1~3	P27~P29
7	Configuración de parámetros de inyección (Contenido de prácticas)	1~4	P30~P33

A-267

1. Configuración de velocidad de apertura-cierre del molde y fuerza de cierre -1

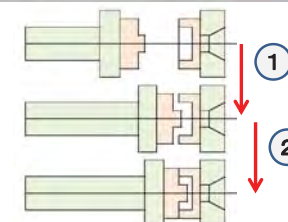
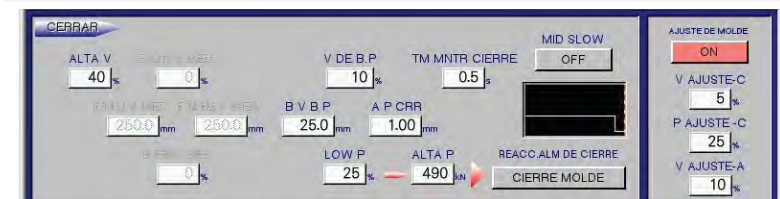
Se configuran los parámetros de acuerdo con las especificaciones de molde, modo de producción (extracción manual, con robot o caída automática de la pieza) y la calidad requerida. Cabe mencionar que es importante la reducción del ciclo en seco (ciclo de inyección sin material) para aumentar la productividad.



1. Configuración de velocidad de apertura-cierre del molde y fuerza de cierre -2

Configuración: Velocidad de cierre de molde, posición de baja velocidad y baja presión, velocidad de cierre con baja presión y baja velocidad

¿Cuál es la velocidad y presión de ① y ②?

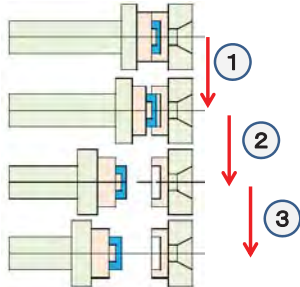


	Velocidad	Presión
①		Ajustada
②		

1. Configuración de velocidad de apertura-cierre del molde y fuerza de cierre -3

Configuración de apertura del molde: Comprender la distancia y velocidad, comprender la especificación del molde.

¿Cuál es la distancia y velocidad de ①, ② y ③?

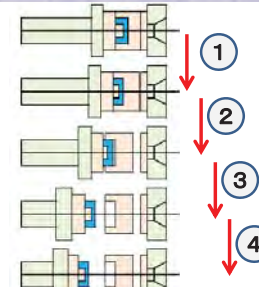


	Distancia	Velocidad
①		
②		
③		

1. Configuración de velocidad de apertura-cierre del molde y fuerza de cierre -4

Configuración de apertura del molde: Comprender la distancia y velocidad, comprender la especificación del molde.

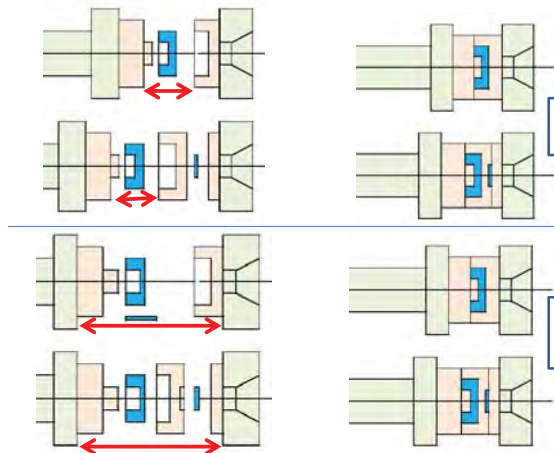
¿Cuál es la distancia y velocidad de ①, ②, ③ y ④?



	Distancia	Velocidad	Presión
①			Ajustada
②			Ajustada
③			Ajustada
④			Ajustada

1. Configuración de velocidad de apertura-cierre del molde y fuerza de cierre -5

¿Cuál del molde 2P o 3P requiere más tiempo para el cierre del molde?

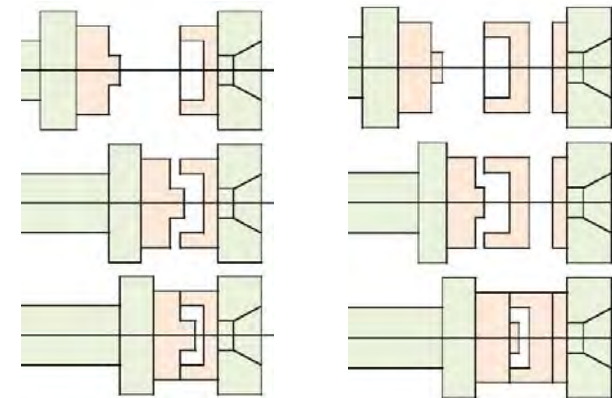


La misma distancia de apertura de PL

La misma posición de paro en la apertura del molde

1. Configuración de velocidad de apertura-cierre del molde y fuerza de cierre -6

¿Cuál del molde 2P o 3P requiere más tiempo para el cierre del molde?

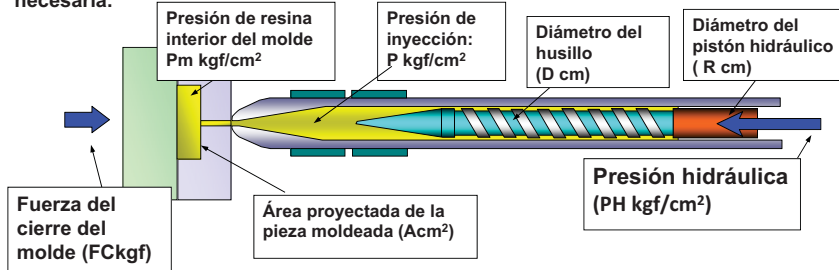


Alta velocidad

Baja velocidad

1. Configuración de velocidad de apertura-cierre del molde y fuerza de cierre -7

- Es necesario que la fuerza de cierre del molde sea mayor que el producto del área proyectada por la presión de la resina interior del molde.
- Dicen en general que la presión de la resina interior del molde es equivalente a un 30 a 50% de la presión de inyección, pero varía dependiendo de las condiciones de moldeo, tipo de resina y espesor de la pieza moldeada. Primeramente se debe estimar la presión de la resina interior del molde para calcular la fuerza de cierre del molde necesaria.



$$\text{Presión de la inyección } P(\text{kgf}) = PH (\text{kgf/cm}^2) \times (R^2 \text{ cm} \div D^2 \text{ cm})$$

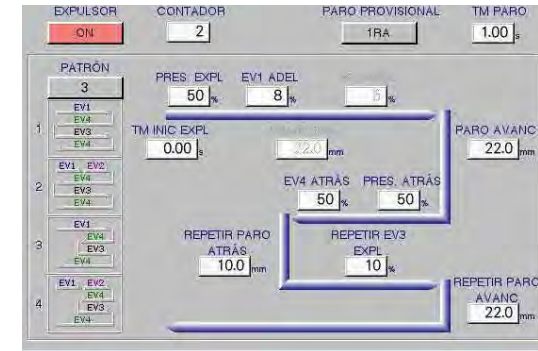
$$\text{Fuerza del cierre del molde } FC(\text{kgf}) \geq Pm(\text{kgf/cm}^2) \times A \text{ cm}^2 \times 1.25$$

2. Configuración de la velocidad de eyección y presión de eyección -1

Configuración de la velocidad de eyección

Configurar tomando en cuenta la especificación del molde, desmoldeabilidad, modo de extracción de la pieza, etc.

Configurar 4 patrones de eyección (4 tipos) y número de repeticiones de eyección.

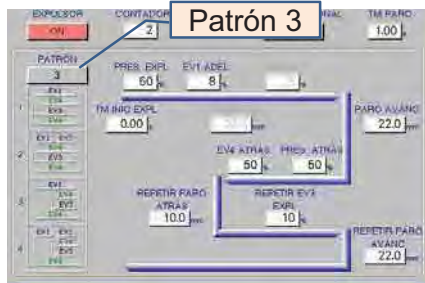
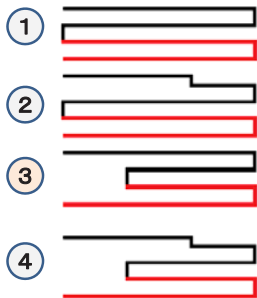


2. Configuración de la velocidad de eyección y presión de eyección -2

Patrones de eyección: 4 tipos (①~④)

③④ Tratar de reducir el tiempo de operación mediante la configuración de la posición de retroceso por repetición

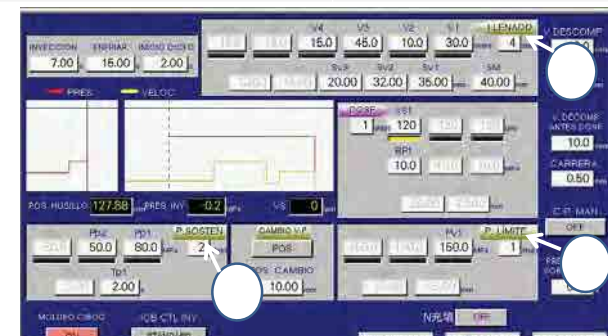
¿Cuál es la primera velocidad de avance de eyección? ¿La segunda? ¿Cuál es la posición de retroceso por repetición?



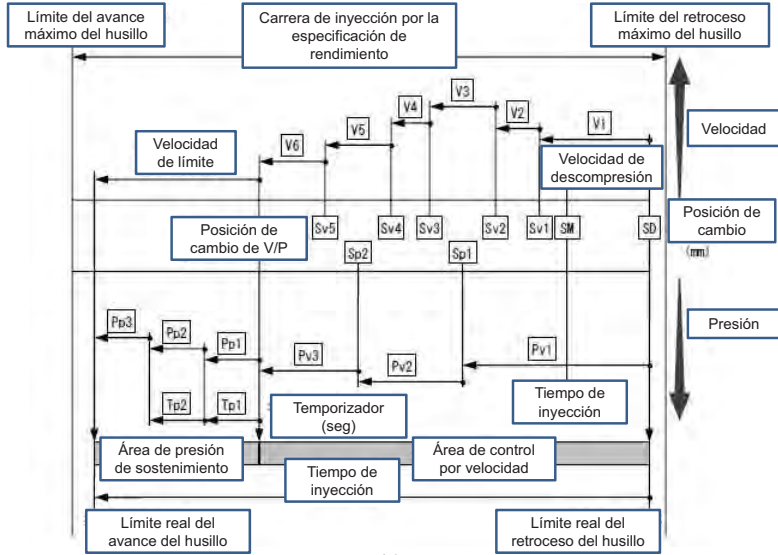
3. Configuración de la velocidad de inyección, presión de inyección y presión de sostenimiento -1

Configurar el control por múltiples etapas para mejorar la calidad de moldeo.

- | | | |
|---|--------------------------|-------------|
| ① | Velocidad de inyección | (?)Etapas |
| ② | Presión de inyección | (?)Etapas |
| ③ | Presión de sostenimiento | (?)Etapas |

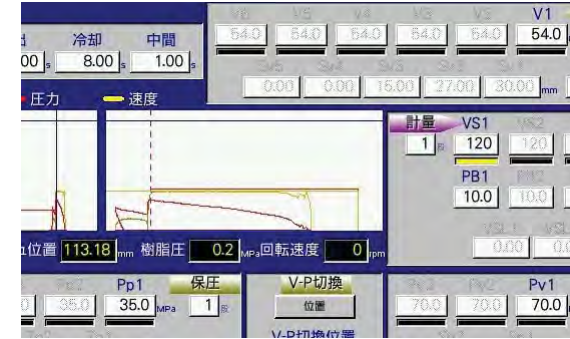


3. Configuración de la velocidad de inyección, presión de inyección y presión de sostenimiento -2



3. Configuración de la velocidad de inyección, presión de inyección y presión de sostenimiento -3

- ① ¿Velocidad de inyección? **¿Valor programado?**
- ② ¿Velocidad de inyección? **¿Valor real medido?**
- ③ ¿Presión de inyección? **¿Valor programado?**
- ④ ¿Presión de inyección? **¿Valor real medido?**

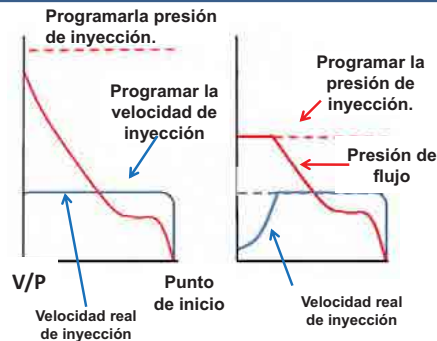


3. Configuración de la velocidad de inyección, presión de inyección y presión de sostenimiento -4

Para mover un artículo con cierta velocidad, se va a necesitar una fuerza. Para inyectar la resina al molde también es necesario tener una fuerza. La velocidad de inyección y la presión de inyección (PV1) representan una relación parecida a la del coche como se muestra a continuación.

Quando uno maneja un automóvil automático en una subida pequeña, el coche avanza sin problema. Pero si llega a una pendiente pronunciada, pierde la velocidad por falta del poder, por lo que se cambia la fuerza automáticamente para aumentar la fuerza y mantener la misma velocidad. Por otra parte, si corre una pendiente pequeña, no utiliza 100% de la fuerza, sino corre con la fuerza necesaria para correr con una velocidad. Es decir, corre generando la fuerza correspondiente a la carga de la pendiente del camino.

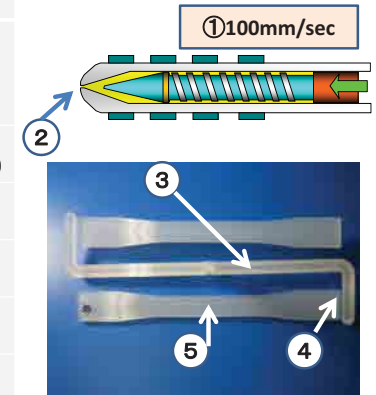
En la curva derecha, la presión de flujo llega a la presión de inyección programada, por lo tanto la presión queda controlada, y consecuentemente se reduce bruscamente la velocidad.



3. Configuración de la velocidad de inyección, presión de inyección y presión de sostenimiento -5

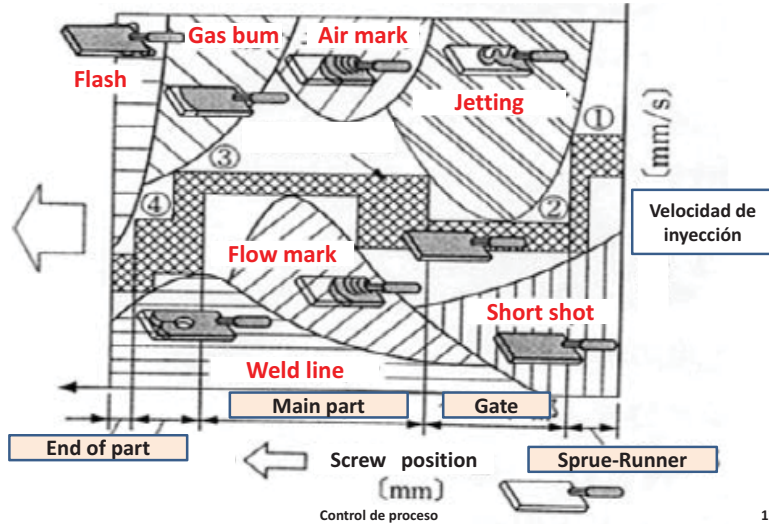
Velocidad del husillo y velocidad del frente de flujo (FNX80, molde de ASTM D638)

	Dimensiones de la sección: mm mm ²	Velocidad del frente de flujo mm/seg
① Husillo	Φ32 803.8	Valor programado 100
② Boquilla	Φ3 7.1	?
③ Colada	4.5x4.5 20.3	?
④ Gate	2.7x19 51.3	?
⑤ Parte del producto	4x13 52	?



3. Configuración de la velocidad de inyección, presión de inyección y presión de sostenimiento -6

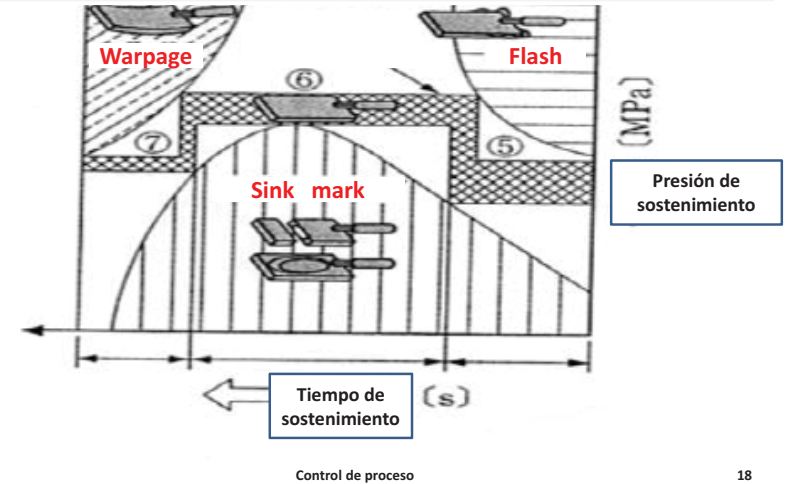
Principales defectos del moldeo generados en el proceso de inyección



17

3. Configuración de la velocidad de inyección, presión de inyección y presión de sostenimiento -7

Principales defectos generados en el proceso de sostenimiento de presión

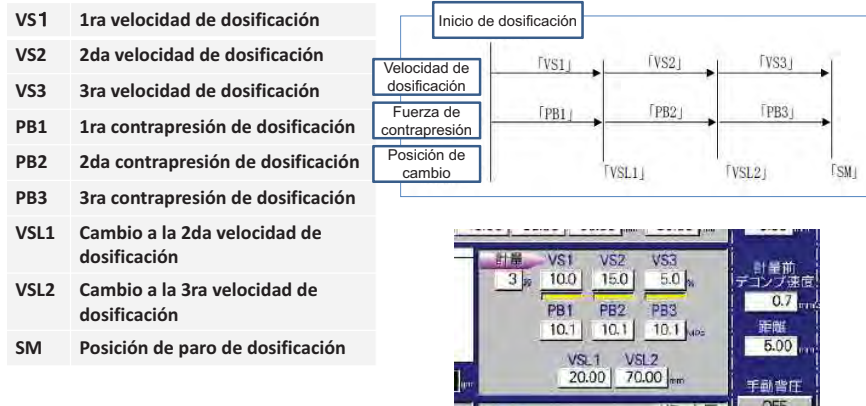


18

4. Configuración de velocidad de dosificación y contrapresión -1

Hay casos en que se utiliza la configuración de control de múltiples pasos con el objetivo de mejorar la precisión de dosificación.

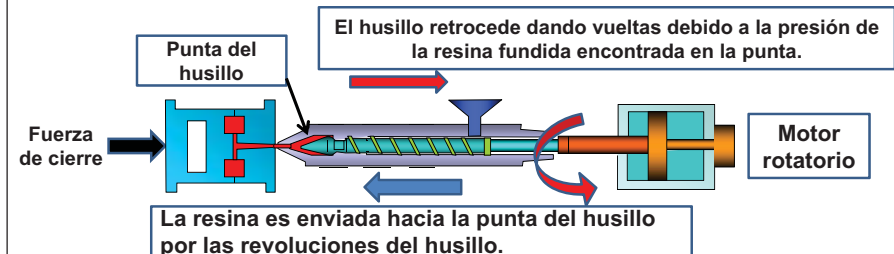
Es más común bajar la velocidad antes de terminar la dosificación.



4. Configuración de velocidad de dosificación y contrapresión -2 Proceso de plastificación -4 (¿Por qué el husillo retrocede?)

1. La resina enviada por revoluciones del husillo es plastificada y luego enviada hacia la punta del husillo.
2. Se genera la presión en la punta del husillo por la resina fundida enviada. Esta presión hace regresar al husillo (Es necesario programar la contrapresión.)

Cuando se acaba el material a alimentar, no va a haber resina fundida y enviada hacia la punta del husillo, consecuentemente el husillo no retrocede.

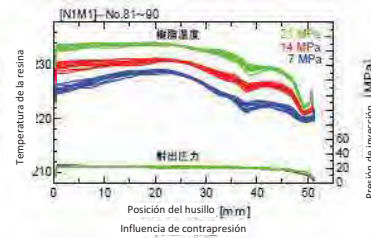


4. Configuración de velocidad de dosificación y contrapresión -3

3-4) Contrapresión del husillo (PB)

→ La contrapresión del husillo se aplica como una fuerza resistente contra el retroceso del husillo. Su objetivo es dejar escapar gases de la resina durante la plastificación, y el mejorar el mezclado, así como la estabilidad de la densidad de la resina. Sin embargo, es importante prestar atención porque cuando es más alta de lo necesario, sólo se prolonga el tiempo de plastificación, y provoca el aumento de la temperatura de la resina debido al calor por fricciones cortantes.

Contrapresión programada y la temperatura de la resina



3-5) Descompresión (SD)

→ Cuando se usa la boquilla abierta, se aplica para reducir la presión de la resina después de la dosificación, pero para facilitar la estabilidad de la densidad de resina, se programa la carrera mínima necesaria, y así mismo la velocidad de descompresión también se programa al mismo nivel que el de la velocidad del retroceso del husillo durante la dosificación.

4. Configuración de velocidad de dosificación y contrapresión -4

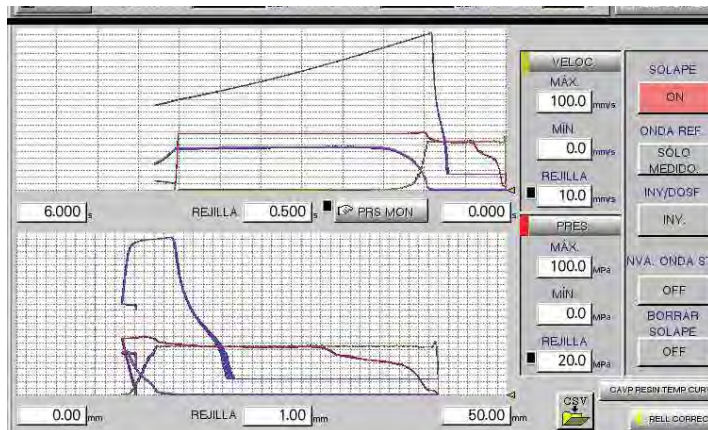
Condiciones de inyección y variación de la temperatura de la resina

	Temperatura de la resina	Variación de la temperatura de la resina
Velocidad de rotación del husillo Baja	↓	↓
Contrapresión del husillo Alta	↑	↓
Temperatura del cilindro calentador Alta	↑	↓
Ciclo de inyección Corto	↓	↑

5. Confirmación de estabilidad de los parámetros Curvas -1

ABRECARTAS(GPPS) 50 disparos 1852

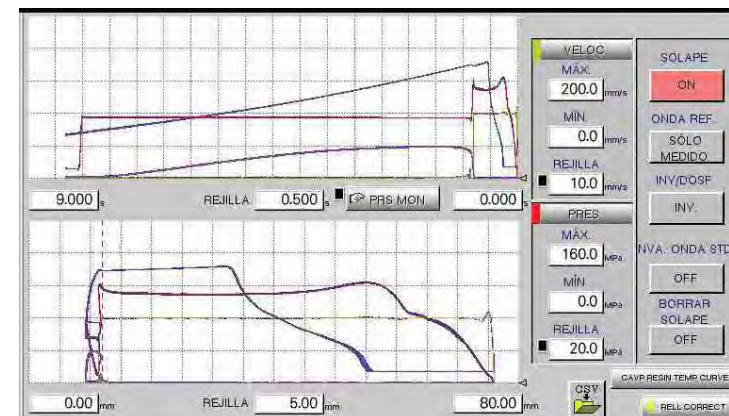
Confirmar visualmentela variación **¿Cuánto es el tiempo de inyección?** Seg



5. Confirmación de estabilidad de los parámetros Curvas -2

Portavasos (ABS) 50 disparos 1403

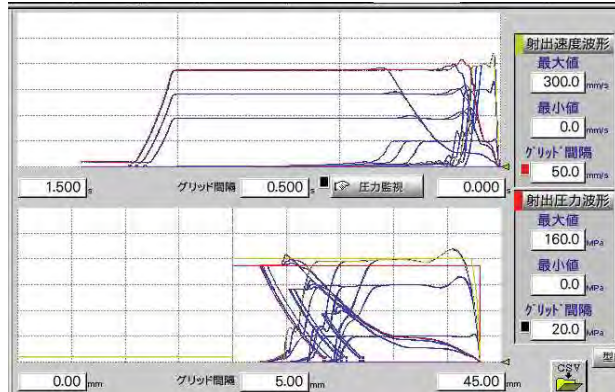
① ¿Presión interna del molde? Mpa ② ¿Velocidad de inyección? mm/seg
③ ¿Temperatura de resina en el molde? °C ④ ¿Presión de inyección? Mpa



5. Confirmación de estabilidad de los parámetros Curvas -3

Molde de probetas: Sobreescribir los parámetros 4017

- ① ¿Cuánto es la velocidad de inyección programada? mm/seg
- ② ¿Cuánto es la presión de inyección programada? Mpa
- ③ ¿Cuánto es el tiempo de inyección programado? seg



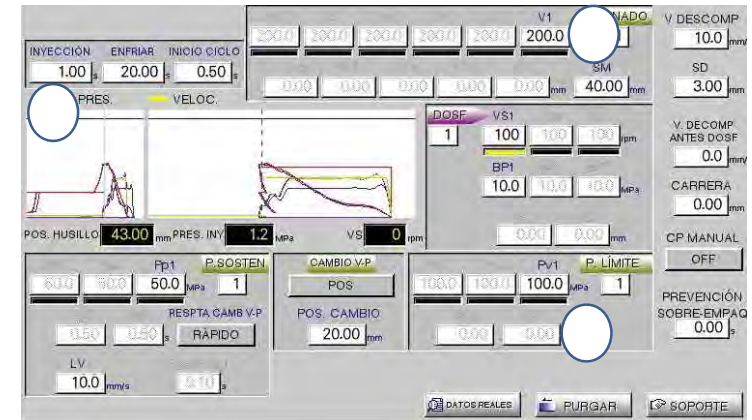
NISSEI Escuela Texto

Control de proceso

25

5. Confirmación de estabilidad de los parámetros Curvas -4

¿Cuáles son ①②③? 4017



NISSEI Escuela Texto

Control de proceso

26

6. Confirmación de estabilidad de los parámetros: Datos de monitor -1

Molde de probeta: 1 condición, 3 disparos, Moldeo continuo modificando las condiciones (4017)

DATOS MNTR	TM. LLEN.	HUSLLO ADELANTE	POS FIN INY.	P CAMB. V.P	P PICO INY.	TM PLAST	CAVP	TM CICLO
RESTABL.	s	mm	mm	MPa	MPa	s	MPa	s
最新値	0.99	22.54	22.54	151.6	111.1	3.35	5.24	29.81
1ショット前	0.99	22.51	22.51	151.6	111.0	3.35	5.25	29.40
2ショット前	0.99	22.53	22.53	151.6	111.0	3.28	5.13	30.07
3ショット前	0.99	22.75	22.75	151.6	106.4	3.29	5.13	30.38
4ショット前	0.99	22.70	22.70	151.6	106.4	3.29	5.13	29.29
5ショット前	0.99	22.69	22.69	151.6	106.5	3.17	4.95	29.47
6ショット前	0.99	23.20	23.20	151.6	102.5	3.16	4.92	29.47
7ショット前	0.99	23.21	23.21	151.6	102.5	3.17	4.94	29.58
8ショット前	0.99	23.18	23.18	151.6	102.5	2.95	4.57	29.66
9ショット前	0.99	25.22	25.22	151.6	84.8	2.94	4.56	28.99
最大	0.99	28.65	28.65	151.6	111.1	3.35	5.25	35.43
最小	0.99	22.51	22.51	151.6	53.0	2.45	3.74	28.92
平均	0.990	26.559	26.559	151.60	81.66	2.860	4.421	29.859
標準偏差	0.000	2.299	2.299	0.00	20.48	0.312	0.522	1.184

NISSEI Escuela Texto

Control de proceso

27

6. Confirmación de estabilidad de los parámetros: Datos de monitor -2

ABRECARTAS 50 disparos 1852

¿Cuáles son los valores de monitor que tienen más variaciones?
Ajuste de los parámetros

DATOS MNTR	TM. LLEN.	HUSLLO ADELANTE	POS FIN INY.	P CAMB. V.P	P PICO INY.	TM PLAST	CAVP	TM CICLO	SALIR
RESTABL.	s	mm	mm	MPa	MPa	s	MPa	s	
ULTIMO	3.99	10.72	10.72	99.8	36.0	4.77	26.9	27.79	14:16:00
1-DISPARO	3.99	10.76	10.76	99.8	35.9	4.83	26.6	27.79	14:15:32
2-DISPARO	3.99	10.74	10.74	99.8	35.9	4.76	26.4	27.79	14:15:04
3-DISPARO	3.99	10.74	10.74	99.8	35.9	4.80	26.7	27.79	14:14:36
4-DISPARO	3.99	10.69	10.69	99.8	36.0	4.80	26.7	27.79	14:14:09
5-DISPARO	3.99	10.64	10.64	99.8	36.0	4.80	26.6	27.79	14:13:41
6-DISPARO	3.99	10.69	10.69	99.8	35.9	4.78	26.8	27.79	14:13:13
7-DISPARO	3.99	10.74	10.74	99.8	35.9	4.75	26.9	27.79	14:12:45
8-DISPARO	3.99	10.70	10.70	99.8	36.0	4.78	26.5	27.79	14:12:17
9-DISPARO	3.99	10.77	10.77	99.8	36.0	4.79	26.7	27.79	14:11:50
MAX	3.99	10.78	10.78	99.8	36.0	4.85	27.1	27.80	
MIN	3.99	10.64	10.64	99.8	35.9	4.74	26.2	27.79	
PROM	3.990	10.717	10.717	99.80	35.96	4.794	26.71	27.791	
DESV. STD	0.000	0.030	0.030	0.00	0.05	0.025	0.16	0.002	

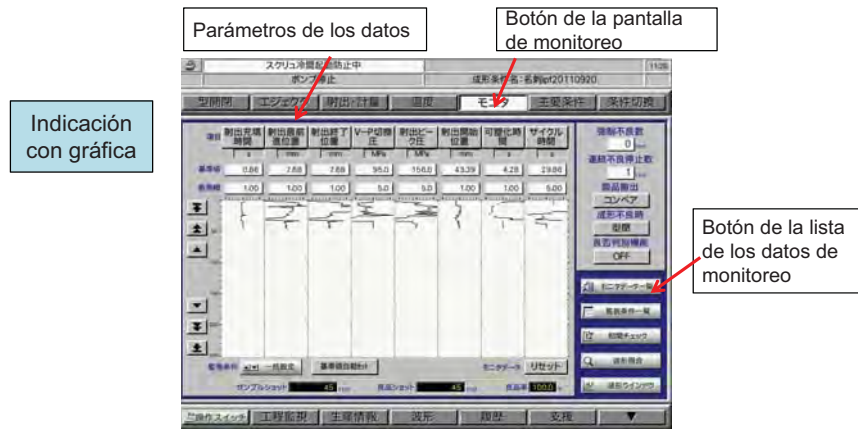
NISSEI Escuela Texto

Control de proceso

28

6. Confirmación de estabilidad de los parámetros: Datos de monitor -3

Al oprimir el botón de la pantalla de monitoreo, aparece la pantalla de monitoreo. Al seleccionar el botón de lista de los datos de monitoreo, aparece la gráfica de los datos de monitoreo. Averiguar el nivel de la estabilidad de los datos de moldeo.



7. Configuración de parámetros de inyección (Contenido de clases prácticas) -1

Relación entre la velocidad de inyección y la presión de inyección

	Velocidad de inyección	Presión de inyección	Presión de sostenimiento	
1	1ra velocidad	1ra presión	Nada	1V1P
2	1ra velocidad	1ra presión	1ra presión	1V2P
3	2-6 velocidades	1-3 presión	1-3 presión	Control de múltiples velocidades y presiones

Prioridad en velocidad Área de velocidad Se requiere configurar una presión más alta que la presión de llenado.

Prioridad en presión Cuando la presión de llenado llega a la presión programada, se inyecta por la presión.

Combinación de temperatura de resina, temperatura del molde, velocidad de inyección, presión y tiempo.

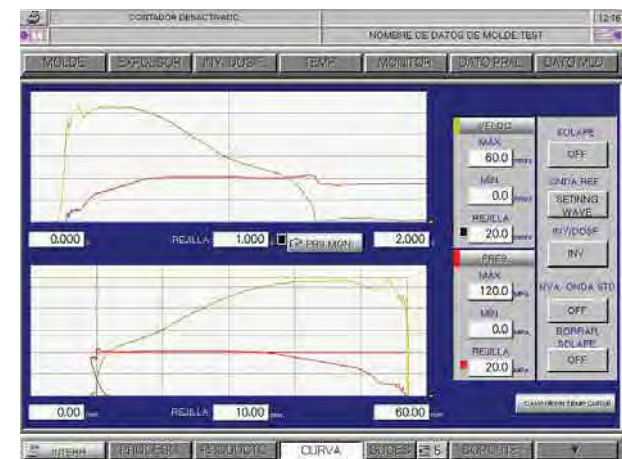
7. Configuración de parámetros de inyección (Contenido de clases prácticas) -2

Prioridad en ()



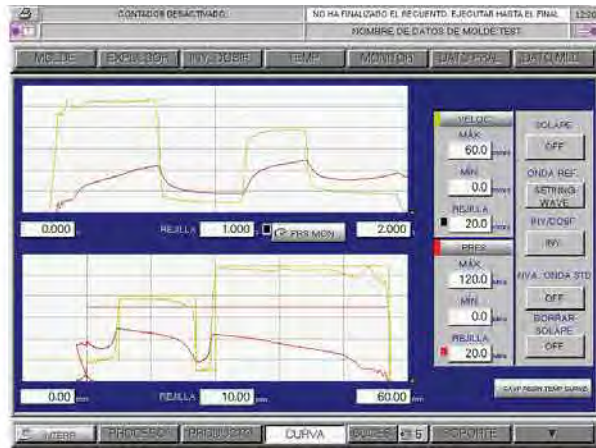
7. Configuración de parámetros de inyección (Contenido de clases prácticas) -3

Prioridad en ()



7. Configuración de parámetros de inyección (Contenido de clases prácticas) -4

() Velocidad () Presión



NISSEI Escuela Texto

Control de proceso

33

M5 Proceso de moldeo de plástico por inyección

M5-6 Plastificación y flujo de materiales

10/6/2013

1

Índice

- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Generalidades 2. Unidad de inyección y plastificación <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Ciclo de moldeo y proceso de plastificación 2.2. Funciones de cada una de las partes del husillo 3. Factores que dan estabilidad al moldeo <ol style="list-style-type: none"> 3.1. Configuración de las condiciones de plastificación 3.2. Facilidad de caída del material al husillo 3.3. Proceso en el que el material se convierte de pellet en polímero fundido. 3.4. Factores que determinan el volumen de transporte del material por el husillo 3.5. Factores que aceleran la descomposición térmica del polímero en el interior del cilindro 3.6. Retención de pedazos rotos del pellet y del polímero fundido 3.7. Gráfica del desgaste del diámetro interior del cilindro | <ol style="list-style-type: none"> 4. Fluidez <ol style="list-style-type: none"> 4.1. Fluidez del flujo de barra 4.2. Flujo del polímero fundido, plastificado y dosificado ----- 5. Información adicional <ol style="list-style-type: none"> 5.1. Fenómenos de defectos en el proceso de plastificación y sus contramedidas 5.2. Husillo para la resina termoplástica 5.3. Comparación de las relaciones de compresión del husillo 5.4. Energía térmica necesaria para la fusión 5.5. Condiciones de la temperatura de moldeo para las resinas termoplásticas |
|---|--|

2

1. Generalidades

1. Factores que influyen en la realización de un moldeo estable.

- ① Configurar la temperatura del cilindro considerando la generación de calor por fricción.
- ② El tamaño del grano del pellet y la facilidad de introducirse en el husillo (**En caso del material reciclado, es importante el porcentaje de la mezcla así como el control del tamaño del grano del material**).
- ③ El proceso de plastificación es intermitente, por lo que se deben determinar las condiciones apropiadas de dosificación (tiempo de rotación del husillo, número de revoluciones del husillo y contrapresión) para evitar la descomposición térmica en el estado de fusión del material.
- ④ Considerando el desgaste local y la corrosión local del diámetro interior del cilindro y de la válvula check así como la retención del polímero, se debe desarmar periódicamente el cilindro para hacerle una revisión y según las necesidades hacer cambio de partes.

2. Fluidez del material en el interior del molde.

Utilizar el molde de flujo de barra. Cambiando las condiciones de moldeo, medir la longitud de flujo (L) en cada espesor (t) del producto. Se identifica la longitud máxima de flujo conforme al espesor (t) del producto, por lo que se aprovecha para definir la posición del gate y el espesor adecuado del producto moldeado.

3

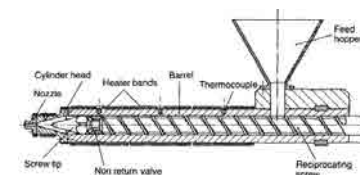
2. Unidad de inyección y plastificación

1) Proceso de plastificación

El pellet cae de la tolva para entrar en el canal del husillo. Se envía por la rotación del husillo hacia adelante y se funde por el **calor procedente del calentador de banda** que rodea el exterior del cilindro y por el **calor generado por los esfuerzos de la fricción** de la rotación del husillo. Cuando se envía el polímero fundido a la punta del husillo, el husillo retrocede debido a su fuerza reactiva, mientras tanto sigue la plastificación. Al finalizar la dosificación, se detiene la rotación del husillo.

2) Proceso de inyección

El husillo avanza rápidamente por la fuerza hidráulica, etc. En este momento el contraflujo del material en la dirección de la parte delantera hacia la trasera es retenido por la válvula check que está en la punta del husillo. Por este mecanismo, el husillo funciona como si fuera un pistón, inyectando el material fundido que está en la punta del husillo hacia el interior del molde.



Avance y retroceso a lo largo del eje del husillo.



Figura-1: Estructura básica de la unidad de inyección del tipo husillo en línea.

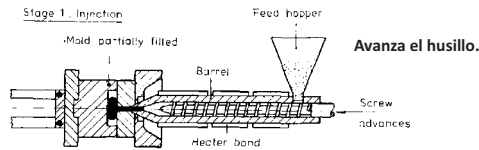
F. Johannaber Injection MOLDING MACHINES A User's Guide P48(1985) HANSER

4

2.1. Ciclo de moldeo y proceso de plastificación

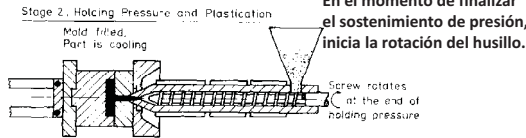
Primera etapa: Inyección

Se llena una parte del molde.



Segunda etapa: Sostenimiento de presión y plastificación.

Se llena el molde y se enfría.



Tercera etapa: Eyección

Apertura del molde

Se eyecta el producto moldeado.

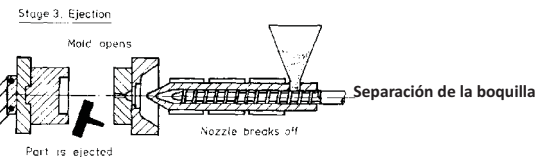


Figura -2: Tres etapas del moldeo por inyección

F. Johannaber Injection MOLDING MACHINES A User's Guide P15 (1985) HANSER

5

2.2. Funciones de cada parte del husillo

1. Área de alimentación (Feed Zone)

Área que se encarga del envío del pellet hacia adelante, manteniendo la forma sólida (pero fundiéndolo parcialmente).

2. Área de compresión (Compression Zone)

El álabe en esta parte del husillo es menos profundo para comprimir pellets y fundirlos con el calor generado por fricciones. Se comprimen los polímeros fundidos aún más para extraer el aire, humedad y gases volátiles contenidos hacia el lado de la tolva.

3. Área de dosificación (Metering Zone):

Tiene tres funciones; ① Homogenizar la temperatura del polímero fundido, ② Amasar y dispersar, ③ Dosificar.

4. Área del cabezal del husillo (Screw head):

En esta área está integrado un mecanismo que evita el contraflujo del polímero dosificado que puede ocurrir a lo largo del canal del husillo, en el momento de la inyección.

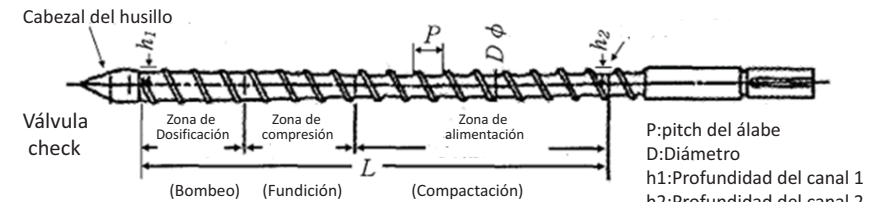


Figura -3: Estructura del husillo de tipo "full flighted"

6

3. Factores que dan estabilidad al moldeo

Se tocan los siguientes temas:

1. Condiciones de la plastificación

- ① Temperatura del cilindro
- ② Número de revoluciones del husillo
- ③ Contrapresión

2. Facilidad de caída del pellet al husillo

3. Proceso en el que los pellets se convierten de polímeros sólidos a fundidos

4. Factores que determinan el volumen de transporte del material por el husillo

5. Factores que aceleran la descomposición térmica del polímero en el interior del cilindro

6. Retención de pedazos rotos del pellet sólido y del polímero fundido

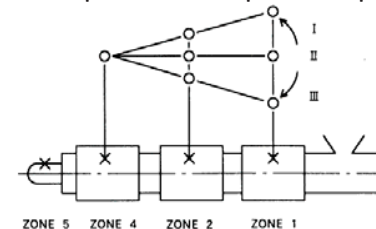
7. Desgaste del diámetro interior del cilindro

7

3.1. Configuración de las condiciones de plastificación

(1) Configuración de la temperatura del cilindro

La clave consiste en ajustar la temperatura del polímero en la entrada del área de compresión sea la temperatura del punto de fusión del mismo.



Hay tres patrones: de I a III.
La temperatura de la zona 4 es la recomendada por el fabricante del material.

Figura-4: Configuración de la temperatura del cilindro.

Clave para determinar la temperatura de cada área del cilindro

Zona 5	Zona2/Zona1
Igual que la zona 4. Cuando se presenta el babeo (<i>Drooling</i>) o el hilo (<i>cob-webbing</i>) del material de la boquilla, se modificará la condición para resolver estos problemas.	Se buscarán las combinaciones de las condiciones de la I a la III a través de los parámetros de carrera y del tiempo de dosificación.

Sumitomo Heavy Industries, LTD., Texto para el taller del moldeo por inyección, curso de moldeo B, p48

8

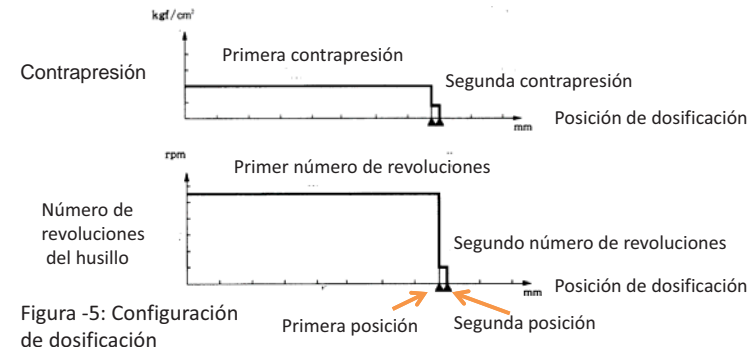
(2) Defectos causados por la temperatura de la resina en la entrada al área de compresión

	Cuando es baja:	Cuando es alta:
Producto moldeado	① Quemado causado por el calor generado por fricciones. ② Falta de amasado por fundición tardía, falta de eliminación de gases	① Quemado causado por la retención del material ② Falta de eliminación de gases
Máquina inyectora	① Sobretorque ② Desgastes del husillo y del cilindro, y desprendimiento del galvanizado de los mismos ③ El material no fundido queda obstruido en los canales del husillo, provocando variación en el tiempo de dosificación.	① Corrosión del husillo y del cilindro ② Se funde el material completamente en el área de alimentación, provocando inestabilidad en el tiempo de dosificación.

9

(3) Información de referencia para configurar las condiciones de dosificación

	Primer tiempo (Configuración principal)	Segundo tiempo (Configuración para la reducción de la velocidad)
Número de revoluciones del husillo	El número de revoluciones del husillo que permite finalizar la dosificación dentro del tiempo de enfriamiento.	40 ~ 80rpm Carrera de dosificación: 2.0~ 3.0mm
Contrapresión del husillo	Baja viscosidad: 1.0~ 3.0 kg/cm ² Mediana y alta viscosidad: 3.0~ 6.0 kg/cm ²	0.5~ 1.0 kg/cm ²



10

3.2. Facilidad de caída del material al husillo

Para mantener constantes la velocidad de plastificación y el tiempo de dosificación, los pellets deben caer fluidamente de la tolva al husillo del área de alimentación. Para este fin;

- Características del pellet: Que el ángulo de reposo sea pequeño y la densidad específica aparente sea grande.
- Cuando se mezcla material reciclado, es sumamente importante el control del tamaño del grano del material reciclado.

Formas	Densidad específica aparente (g/cm ³)	Ángulo de reposo (grados)	Volumen de extrusión (kg/hr)
Aleatoria	0.29-0.30	42.5	22.7
Cuadrado	0.40-0.48	40	41.1
Cilindro	0.50-0.51	32.5	43.1
Esfera	0.54	22	45.4

Tabla-1: Relación de las formas del material y el volumen de extrusión

※En caso del LDPE

- Notas: 1) Ángulo de reposo, es el ángulo de elevación del montículo, formado por el material en polvo caído de manera natural.
 2) Densidad específica aparente (*bulk density*): Hacer caer el material de forma natural en un vaso dosificador y posteriormente se inyecta el material para hacer la medición. (kg/m³)

11

3.3. Proceso en el que el material se convierte de pellet en polímero fundido.

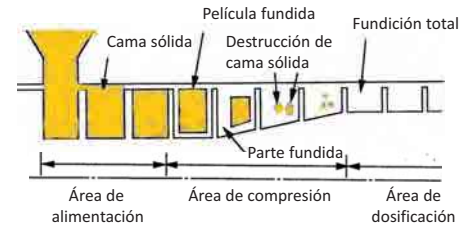


Figura -6: Estado de la resina en la extrusora de monohusillo

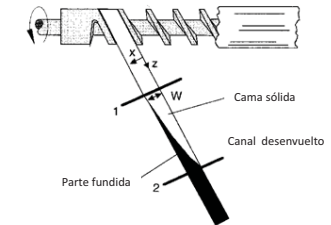


Figura -7: Canal desarrollado del husillo

La resina se funde por el calor procedente del cilindro y el calor autogenerado por fricciones debido a la rotación del husillo. Es muy importante la configuración del gradiente de temperatura del cilindro.

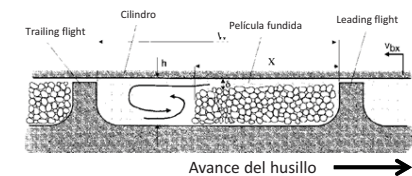
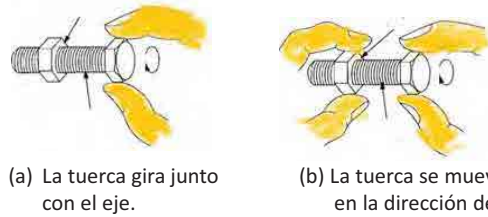


Figura -8: Sección del canal del husillo

12

3.4. Factores que determinan el volumen de transporte del material por el husillo

- El principio de transporte del material por la rotación del husillo es comparable a la relación del tornillo y la tuerca.
- La fuerza aplicada a la tuerca por los dedos corresponde a la fuerza de fricción entre la pared del cilindro y la resina.
- Los pellets se deforman por compresión en el canal del husillo. Los pellets en estado semi-fundido se aglomeran, formando una masa. (Esta masa es conocida como "plug" en inglés.)
- La magnitud de la fuerza propulsora para transportar la masa "plug" depende del coeficiente de fricción presentada entre el cilindro y el "plug" y del coeficiente de fricción presentada entre el husillo y el "plug".



(a) La tuerca gira junto con el eje. (b) La tuerca se mueve en la dirección del eje.

Figura -9: Principio de transporte del material

Para que el "plug" avance, debe ser: $\mu_s < \mu_c$.

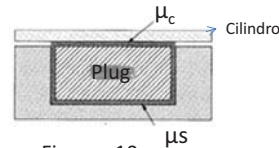


Figura - 10 Sección del canal del husillo

3.5. Factores que aceleran la descomposición térmica del polímero en el interior del cilindro

1. Temperatura de moldeo
 - Cuanto más alta sea la temperatura de la resina, más fácil es la descomposición térmica.
 - Deben configurar la temperatura en un rango que no provoque la descomposición térmica dentro del tiempo del ciclo de moldeo.
2. Tiempo de retención
 - La descomposición térmica se presenta dependiendo de la temperatura y del tiempo. El tiempo de retención dentro del cilindro tiene mayor influencia.
3. Efecto de la superficie del metal en la ruta de flujo de la resina
 - Se observa la tendencia de presentarse más la descomposición térmica, cuando la resina fundida tiene contacto con la superficie del metal.
 - Si tiene contacto con acero al carbono es fácil que suceda la descomposición térmica, pero si el contacto ocurre con cromado duro, esto inhibe la descomposición.
4. Factores que influyen en la descomposición térmica de la resina. Se muestran a continuación.

Comportamiento de la descomposición térmica	Influencia en los defectos de moldeo
Reducción del peso molecular (incremento de MFR)	Variaciones en; el tiempo de dosificación, la posición del cambio PV, el peso del producto y las dimensiones del producto
Variación de colores	Defectos de apariencia como línea de quemado, cambio a color pardo o puntos negros.
Generación de gases	Falta de llenado del material, obstrucción del venteo, quemado por gases, corrosión de metal, entre otros.

3.6. Retención de pedazos rotos del pellet y del polímero fundido

1. **Del área de alimentación a la de compresión:** En estas áreas es fácil que se presente el cambio de color debido a la oxidación causada por la presencia de aire.
2. **Área de dosificación:** La temperatura de la resina sube más alta que la temperatura de moldeo configurada debido al calor por fricciones causadas por el esfuerzo cortante de la rotación del husillo. Cuando el calor generado por fricciones es mayor, se provoca la descomposición térmica.
3. **Partes de desgaste en el husillo y el cilindro:** Se presentan desgastes por corrosión causados por los gases corrosivos generados en el momento de fundirse la resina o desgastes mecánicos por los materiales de refuerzo.
4. **Tolva y canal de la tolva:** En estas zonas es fácil que se acumulen pedazos rotos de pellets y pellets colorantes.

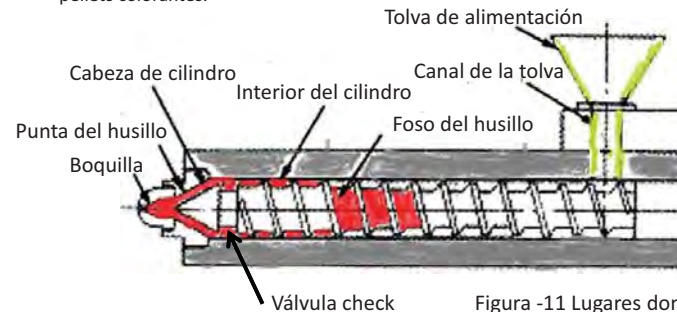


Figura -11 Lugares donde hay retención del material

3.7. Desgaste del diámetro interior del cilindro

Perfil de los desgastes del cilindro de la inyectora según las resinas. Se supone que las diferentes resinas A, B y C son utilizadas durante el mismo período en cilindros de la misma forma.

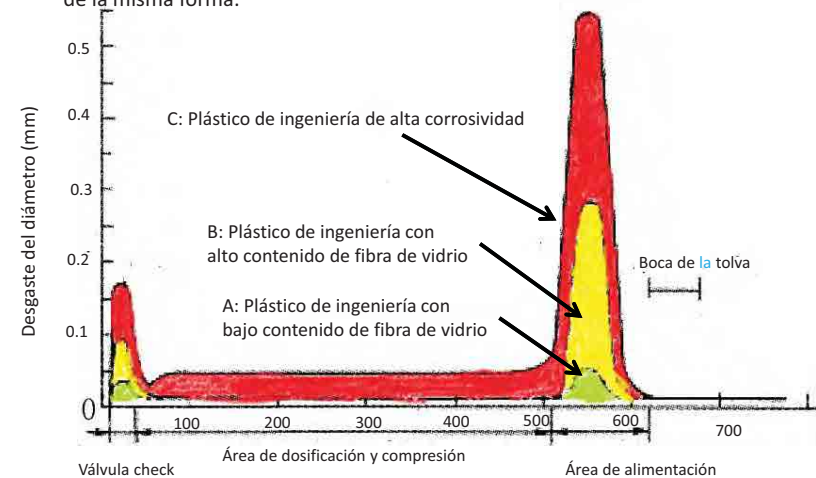


Figura -12 Diagrama esquemático de los desgastes del diámetro interior del cilindro

4.0. Fluidez

La fluidez es conocida como una característica de flujo del fluido (*fluid flow characteristic*) y es mostrada por la relación entre: ① Temperatura y viscosidad (dependiente de la temperatura) y ② Presión y viscosidad (dependiente de la presión).

1. Evaluar la fluidez por el **indicador de fluidez** (medición de MFR).

2. Evaluar la fluidez por el **reómetro de capilaridad**.

Se puede medir la viscosidad de la resina fundida dentro del rango de 10^3 a 10^5 de la velocidad cortante en el momento de inyección.

3. Evaluación de la fluidez en el interior del molde

Se puede evaluar la fluidez mediante las pruebas de grado de fluidez en el interior del molde cambiando las condiciones de la unidad de inyección, las de moldeo y las del molde. Para estas pruebas se utilizan los moldes de flujo de barra y flujo espiral entre otros.

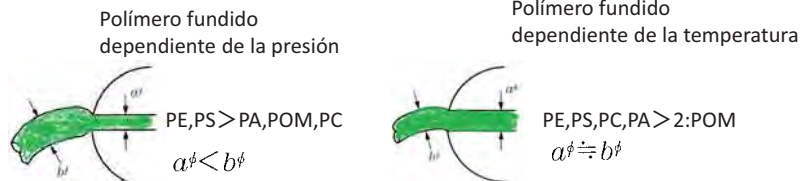


Figura -13 Relación de la boquilla y el material que ha salido

Norio Hosaka: "Moldeo de plástico para principiantes, p107,(2011), Editorial Morikita

17

4.1. fluidez del flujo de barra

- La longitud de fluido varía dependiendo de la viscosidad del material fundido (peso molecular), el tamaño del gate y el espesor.
- Se aprovecha para estimar la presión de llenado de la cavidad, el número necesario de gate y la definición de las dimensiones de la boquilla y la colada.
- Se puede usar para evaluar la capacidad de la máquina inyectora y adecuar las condiciones de plastificación.

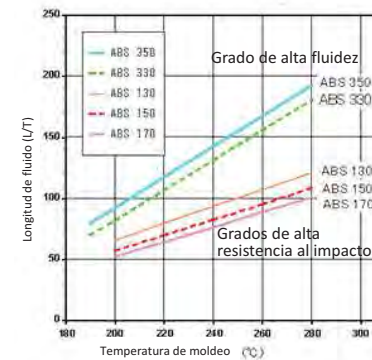


Figura -14: Relación de la longitud de fluido de barra de la resina ABS y la temperatura de moldeo

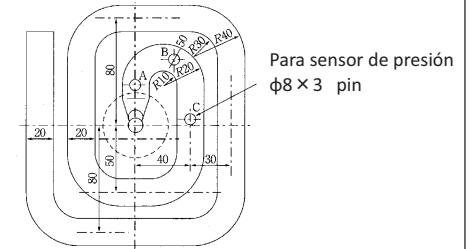


Figura-15: Un ejemplo del molde para medir el flujo de barra

Condiciones de prueba: Toshiba, IS-80A, Ancho 20mm x Espesor 2mm, Presión de inyección:70kg/cm², Temperatura del molde:50°C

18

4.2. Flujo del polímero fundido, plastificado y dosificado

En el dibujo se muestran las posiciones del polímero fundido y dosificado, además el perfil en el producto moldeado.

Las marcas de ☆ △ indican la ruta del flujo.

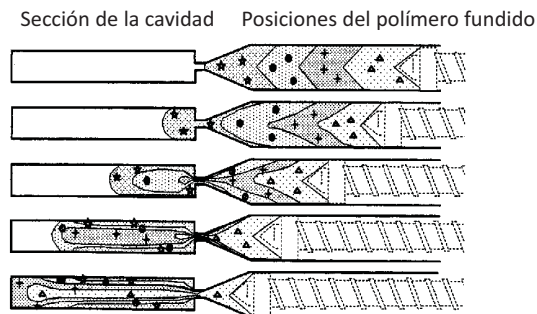


Figura -16: Flujo del polímero fundido, plastificado y dosificado

Hiromi Arikata: "Medidas para resolver los defectos de moldeo por inyección", p12(2003), The Nikkan Kogyo Shinbun, Ltd.

19

Información adicional

5.1. Fenómenos de defectos en el proceso de plastificación y sus contramedidas

Fenómenos de defectos	Causas	Contramedidas
1. Puntos negros • Defecto de apariencia	Cuando se retiene mucho tiempo en la pared del cilindro o en el espacio de retención, se presenta descomposición térmica en la pared de la ruta de flujo, formando carburos. La capa de carburos se va desprendiendo y los pedazos se mezclan en el producto moldeado, convirtiéndose en puntos negros.	Se hace periódicamente la limpieza o desarme para limpieza, utilizando el material de purgado.
2. Quemado de la resina ① El producto moldeado cambia su tono a pardo en su apariencia general, ② Aparecen líneas negras parciales en el producto.	① El exceso de la temperatura de moldeo y el exceso del tiempo de retención provocan descomposición térmica. ② La descomposición térmica se debe a la retención de la resina en algún lugar del cilindro (lugar parcial desgastado) o al aire atrapado.	① Adecuar las condiciones de moldeo. ②-1: Desarmar el cilindro para sacarlo y hacer la limpieza de la válvula check, del husillo y de la parte interior del cilindro. ②-2: Las revoluciones del husillo son demasiado rápidas, por lo que las baja. La contrapresión es baja, por lo que la sube.
3. Defecto de ráfaga plateada	① Falta de presecado del material. ② Causado por los gases generados por la descomposición térmica. ③ Descomposición térmica por el aire atrapado en el área de alimentación.	① Hacer presecado. ② Bajar la temperatura. Reducir el ciclo de moldeo. Subir la contrapresión. ③ Reducir el número de revoluciones del husillo. Subir la contrapresión.

20

Fenómenos de defectos	Causas	Contramiedas
4. Mezcla de material: Material fundido y no-fundido	Se moldeó sin que los pellets se hayan plastificado perfectamente.	Bajar el número de revoluciones para que se fundan perfectamente. Adecuar las condiciones de moldeo.
5. Variación del color	① Falta de dispersión del agente colorante ② Mala orientación del colorante ③ Existen lugares de retención del material en una zona posterior al área de dosificación.	① Revisar de nuevo la fórmula del colorante. ② Bajar la velocidad de inyección y aumentar la temperatura de la resina. ③ Desarmar el cilindro para limpiar el cabezal del mismo.
6. Escurrimiento de la resina	Con el sistema de boquilla abierta, cuando se sube la contrapresión, se presenta el babeo de la resina por el desgaste de la válvula check.	Forma de la boquilla, la temperatura de la boquilla, el volumen de retrosucción (suck back), desarmar para la revisión y hacer cambio de la refacción.
7. Problema de caída de la resina. La resina no se introduce fácilmente por el husillo, provocando la inestabilidad de dosificación.	La resina patina en la pared del cilindro en las áreas de alimentación y compresión.	Subir la temperatura del área de alimentación.

5.2. Husillo para la resina termoplástica

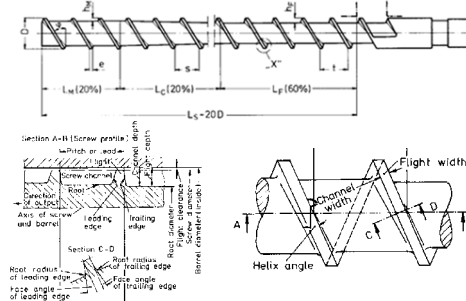


Figura-17: Husillo para la resina termoplástica (Forma del husillo tipo full flight)

Ls: Longitud del husillo (Screw length)
 D: Diámetro del husillo (Screw diameter)
 P: Ancho del canal
 h_M : Profundidad del álabe (dosificación) (Flightdepth (metering))
 h_F : Profundidad del álabe (alimentación) (Flightdepth (Feed))
 L/D: Ratio entre la longitud y el diámetro del husillo (length to diameter ratio)
 Relación de compresión: $C/R = [h_F \cdot (D - h_F)] / [h_M \cdot (D - h_M)]$

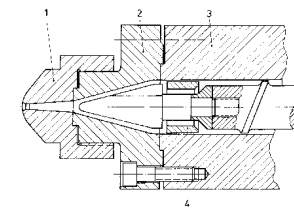


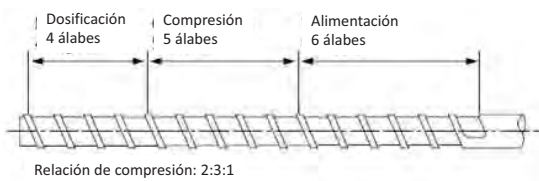
Figura-18: Cabezal del cilindro

Ensamble de la cabeza del cilindro
 (1) Boquilla abierta, (2) Cabeza del cilindro, (3) Cilindro, (4) Válvula check

Las dimensiones fundamentales son la profundidad del álabe y la relación entre la profundidad de álabe de la zona de alimentación y la de la zona de dosificación.

5.3. Comparación de las relaciones de compresión del husillo

1. Husillo de uso universal Generalmente 2 • 2.5/1 para compuestos amorfos.



2. Husillo para nylon Específicamente para nylon. No se recomienda para compuestos amorfos.

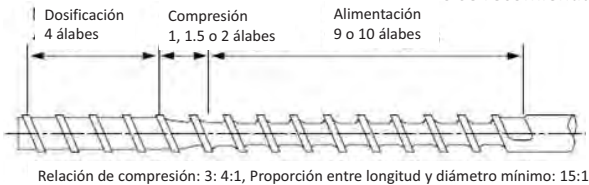


Figura-19: Comparación de las compresiones del husillo
 Información técnica de la empresa, SABIC, Injection Molding Processing Guide

5.4. Energía térmica necesaria para la fusión

Clasificación de la resina	Tipos	Temperatura del molde (Temperatura de la resina) °C	Energía térmica necesaria ($\times 10^6$ J/kg)	Temperatura específica – Propiedad térmica
Amorfa	PVC	180	0.227	
	PS	210	0.367	
	ABS	230	0.443	
	PMMA	240	0.418	
	PC	290	0.562	
Cristalina	LDPE	200	0.554	
	LLDPE	210	0.515	
	HDPE	210	0.677	
	PP	230	0.590	
	POM	240	0.644	
	PA6,6	270	0.770	

$Q = mc\Delta T$ Q: Energía necesaria (J)
 m: Masa(Kg), C: Temp. específica(J/kg • °C), ΔT : Diferencia entre la temperatura de referencia y la temperatura de la resina

Hiroshi Hamada: "Manual de la extrusora útil en Genba", p98,(2002), Kogyo Chosakai Publishing Co.

5.5. Condiciones de la temperatura de moldeo para las resinas termoplásticas (Amorfas)

Resinas	Z15/Z5	Z4/Z3	Z2	Z1	Temperatura del agua de enfriamiento del cilindro	Temperatura del molde
GPPS	210 180-270	210 180-270	210 180-270	180 160-200	40	5-20
HIPS	230 180-270	230 180-270	230 180-270	200 160-200	40	30-50
SAN	230 180-270	230 210-270	230 210-270	210 160-240	45	50 30-60
ABS	220 185-260	220 185-260	220 185-260	200 170-210	45	60 40-70
PMMA	225 200-250	225 200-250	225 200-255	210 200-220	45	70 50-90
PVC	180 170-210		180 170-200	160 150-180	30	60 30-60
PPE	290 280-300	290 280-300	290 280-300	260 260-270	50	90
PC	300 300-310	300 300-310	300 300-310	280 270-290	50	80 60-120



Sumitomo

25

A-282

5.6. Condiciones de la temperatura de moldeo para las resinas termoplásticas (Cristalinas)

Resinas	Z15/Z5	Z4/Z3	Z2	Z1	Cilindro	Temperatura del molde
HDPE	210 180-260	210 180-260	210 180-260	190 160-220	35	5-20
LDPE	180 140-250	180 140-250	180 140-250	160 100-220	30	30-50
PP	190 180-250	190 180-250	190 180-250	170 160-180	35	30 30-70
POM	190 180-200	190 180-200	190 180-200	170 160-180	45	60 50-80
PA66	280 280-290	280 280-290	280 280-290	260 260-270	55	60 50-90
PET	280 270-300	280 270-300	280 270-300	265 265-280	50	60 140
PBT	240 230-260	235 230-260	235 230-260	200 200-210	45	60 50-80
PPS	320 310-340	310 300-330	310 300-330	270 270-290	90	130 80-180



Sumitomo

26

M5 Proceso de moldeo de plástico por inyección

M5-7 Pretratamiento de los materiales

septiembre 23 de 2013

Índice



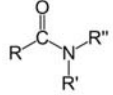
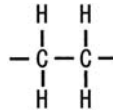

1. Necesidades del presecado
2. Susceptibilidad a la hidrólisis
3. Principio del secado y los factores que lo afectan
 - 3.1 Porcentaje de absorción de humedad inicial del material
 - 3.2 Influencia de la temperatura de secado
 - 3.3 Influencia de la humedad del aire de secado
 - 3.4 Influencia de la velocidad del flujo del aire de secado
4. Medición de la humedad
 - (1) Principio de la medición AQUATRAC®-3E para la planta de inyección
5. Clasificación de las máquinas secadoras
 - 5.1 Equipos de secado
 - (1) Secadora en tolva
 - (2) Secadora con circulación interna de aire tipo caja PO-50-J
 - (3) Deshumidificador KKT-55
 - (4) Secador al vacío
- 5.2 Plástico y las condiciones de secado
 - (1) Secadora con circulación interna de aire tipo caja PO-50-J
 - Tabla de condiciones de secado del plástico
 - Rendimiento del aumento de temperatura
 - (2) Deshumidificador KKT-55
 - Condiciones de secado
6. Información de referencia
 - 6.1 Condiciones de secado recomendadas por el fabricante del material
 - 6.2 Correlación entre la velocidad de secado, la temperatura de secado y la humedad del aire de secado

1. Necesidades del presecado

➤ La mayoría del material de plástico requiere la aplicación de presecado antes de ser inyectado. Se describen a continuación los objetivos principales del presecado y la influencia de la humedad.

1. Se aplica el presecado principalmente para evitar el deterioro en la calidad del producto moldeado, causado por la humedad contenida en el material plástico.
2. La humedad contenida en los pellets se gasifica y escapa, al estar en estado de fundición, lo cual daña la apariencia del producto moldeado, generando ráfagas plateadas, inflamado u opacidad.
3. Debido a la presencia excesiva de humedad, el enlace carbonato, el enlace éster y el enlace amido se disocian por la reacción de hidrólisis, cortando la cadena molecular y consecuentemente se reduce el volumen molecular.
 - Por este efecto no solamente se presentan problemas en la calidad del producto como el de *drooling* o quedar quebradizo, sino que también el material de bajo volumen molecular (material de bajo punto de ebullición) ya moldeado puede causar la contaminación del molde o la obstrucción del venteo, bajando la moldeabilidad del material.
 - Esto aumenta la fluidez del material, lo cual causa *overpack* (exceso de llenado) y rebabas.
4. Como efecto secundario, el presecado ayuda en aumentar la temperatura del plástico, por lo que le da un efecto auxiliar (precalentamiento) para la plastificación en el momento de la inyección.

2. Susceptibilidad a la hidrólisis

Susceptibilidad	Susceptible a la hidrólisis ← → Resistente a la hidrólisis				
	Ester	Éter	Amida	Cadena grasa	Cadena aromática
Fórmula química					
Polímero	PC, PET, PBT, PAR, LCP	PPE, POM, PEEK, PSF, PES	PA6, PA6-6, PA6-10, PA11, PA12	PE, PP	PS, PPS

- *1. Se le llama grupo funcional al conjunto de átomos específicos que definen las características del compuesto orgánico.
- *2. R se refiere al grupo atómico en que se unen los átomos del carbono, hidrógeno y otros.

3. Principio del secado y los factores que lo afectan

1. Cuando los pellets llegan a tener la temperatura de secado, la humedad interna llega a la superficie desde su interior por difusión y la humedad se evapora en la superficie a una velocidad constante.
2. La presión parcial del vapor de agua en la superficie del pellet es baja, por lo tanto el proceso de secado avanza evaporando el agua de la superficie.
3. Cuando la velocidad de difusión de la humedad hacia la superficie de pellet se vuelve más lenta que la velocidad de evaporación superficial, comienza a aparecer la parte seca en la superficie. De esta manera la velocidad de secado comienza a bajar a partir de este momento y llega al equilibrio higroscópico.
4. Deben establecer la temperatura de secado a una temperatura en la que el contenido de humedad sea igual o menor a su límite, para que no se genere un moldeado defectuoso.
5. Los factores que afectan el efecto de secado son la tasa de absorción de agua inicial del pellet, la temperatura de secado, la humedad del aire de secado (humedad absoluta) y la velocidad del flujo del aire de secado, etc.

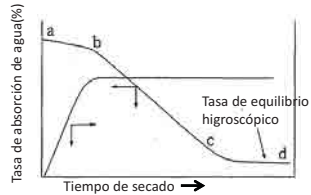


Figura-1: Tiempo de secado, tasa de absorción de agua y características de la temperatura de secado.

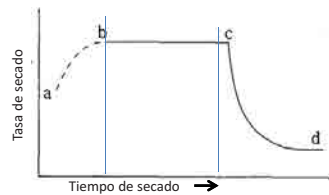


Figura-2: Tiempo de secado y características de la velocidad de secado.

Seichi Honma: Aprender la base de las contramedidas para los defectos de inyección. Pág. 39(2012)

5

3.1 Humedad inicial del pellet

1. El pellet justo después de ser fundido y extruido en el proceso de *compounding*, está absolutamente seco y no contiene humedad. Sin embargo, cuando lo dejan en el medio ambiente, gradualmente va absorbiendo humedad y aumenta el contenido de humedad.
2. La tasa de absorción de agua del material en estado de conservación en el medio ambiente, depende de los siguientes factores:
 - 1 Propiedad higroscópica del material
 - 2 Condiciones del ambiente donde se conserva el material (temperatura, humedad)
 - 3 Estado del empaque
 - 4 Tiempo de almacenaje hasta ser moldeado, entre otros.
3. Meter el pellet justo después del *compounding* en el contenedor de empaque, para evitar la absorción de humedad y detener la variación del contenido de humedad.
 - 1 Introducirlo en la bolsa de PE, y posteriormente en la bolsa de papel o en el contenedor flexible, etc.
 - 2 Introducirlo en una bolsa a prueba de humedad con capa de papel aluminio, y posteriormente en la bolsa de papel o en el contenedor flexible, etc.
 - 3 Introducirlo en un contenedor hermético de acero inoxidable.

6

3.2 Influencia de la temperatura de secado (1)

1. Cuando la temperatura de secado sea más alta, el tiempo para llegar al equilibrio higroscópico es más corto.

Medio ambiente:

- Temperatura: 32°C
- Humedad: 60%RH
- Secadora de tipo circulación de aire caliente

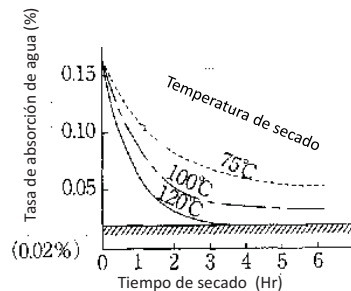


Figura-3: Temperatura de secado y tasa de absorción de agua. Plástico: PC

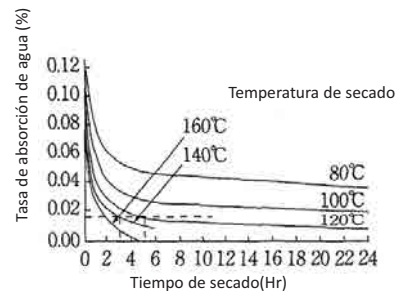


Figura-4: Temperatura de secado y tasa de absorción de agua. Plástico: PBT

Seichi Honma: Aprender la base de las contramedidas para los defectos de inyección. Pág. 41, Maruzen (2012)

7

3.2 Influencia de la temperatura de secado (2)

2. Entre la velocidad de secado (R) y la temperatura de secado (T) existe la siguiente relación.
 - 1 Cuando la temperatura de secado (T) sea más alta, la velocidad del secado es más alta.
 - 2 Cuando la temperatura de bulbo húmedo (Tw) llega a ser igual a la temperatura de secado, la velocidad de secado llega a cero y el material llega a la tasa de equilibrio higroscópico.
 - * 1 Cuando el agua que se disipa desde el interior del material se evapora en la superficie, quita el calor latente de evaporación, por lo que la temperatura de bulbo húmedo se vuelve más baja que la temperatura de secado (T). Sin embargo, cuando desaparece el agua que se disipa en la superficie y se convierte $T=Tw$, la velocidad de secado llega a cero.
3. Cuando la temperatura de secado sea excesiva, se presentan los siguientes problemas en el material de plástico.
 - 1 Cuando la temperatura es demasiado alta, la superficie del pellet se ablanda, se funde y provoca *bridging*.
 - 2 Cuando la temperatura es excesiva, se tiende a tener deterioro por oxidación térmica durante el secado, y se vuelve amarillento.

⇒ Se debe programar la temperatura de secado óptima para cada material.

8

3.3 Influencia de la humedad del aire de secado

1. Entre la velocidad de secado (R) y la humedad absoluta del aire de secado (H) existe la siguiente relación.

- ① Cuando la humedad absoluta del aire de secado (H) sea más baja, la velocidad de secado es más alta.
- ② Cuando el volumen de dispersión de la humedad desde el interior del pellet sea mayor, el Hw es más grande, por lo que el valor de (Hw-H) es más grande. Sin embargo, cuando llega a ser H=Hw, la velocidad de secado llega a cero y se llega a la tasa de equilibrio higroscópico.

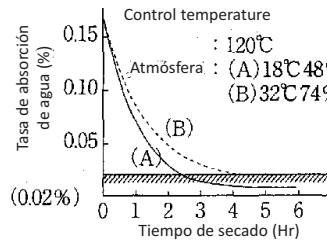
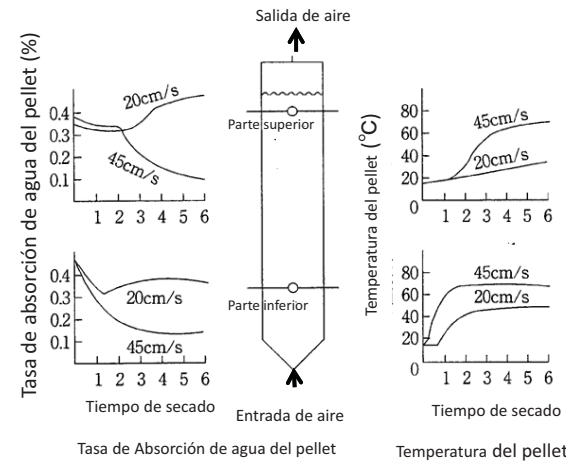


Figura-5: La humedad del aire de secado y la tasa de absorción de agua Plástico ; PC

- *1 La humedad absoluta es la proporción volumétrica del vapor de agua contra el aire seco.
- *2 Cuando el aire de secado tenga el punto de rocío más bajo, el tiempo de secado es más corto.

Seiichi Honma: Aprender la base de las contramedidas para los defectos de inyección. Pág. 42, Maruzen (2012)

3.4 Influencia de la velocidad del flujo del aire de secado



Cuando el aire de secado pasa a través de los pellets, le quita el agua de su superficie, de esta manera avanza el secado. La velocidad del flujo del aire de secado influye en la velocidad de secado.

Figura-6: Características del secado por la secadora tipo tolva (ABS)

Seiichi Honma: Aprender la base de las contramedidas para los defectos de inyección. Pág. 43, Maruzen (2012)

4. Medición de la humedad

1. Método por reacción química

Realizar la titración de la humedad situada en el pellet mediante un reactivo químico, gasificando la humedad del pellet o disolviéndolo en la solución.

(1) Método KARL FISHER :

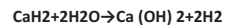
Meter en la celda de titración el electrolito que contiene como sustancias principales, ion yoduro, dióxido de azufre y alcohol para cuantificar la cantidad de humedad situada en el material mediante la reacción con agua bajo la presencia del metanol.

(2) AQUATRAC 3E (Hecho por Brabender (Empresa alemana))

Se introduce la muestra en el recipiente, se genera ambiente vacío en la cámara por medio de la bomba de vacío y se aplica el calentamiento.

La humedad gasificada reacciona químicamente con el reactivo (calcio hidrolizado) y produce hidróxido de calcio, generando hidrógeno. Se mide la presión de gas del hidrógeno con el transductor tipo piezoeléctrico para calcular el % de humedad con base en el peso y la temperatura de la muestra.

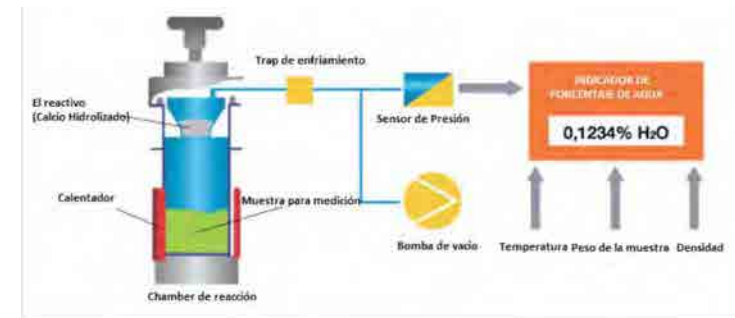
Cuando se presenta alguna sustancia volátil aparte del gas de hidrógeno, se concentra con una trampa de enfriamiento para mejorar la precisión de la medición



2. Método de disminución del peso por calentamiento.

Se seca la muestra por calentamiento (secado al vacío o lámpara halógena etc.) para evaporar la humedad. Se mide la tasa de humedad por el cambio de la masa. Según este método, se calcula y se considera la disminución total del peso por calentamiento como humedad, por lo que cuando se evapora un material diferente al agua, no se puede medir correctamente.

4.1 Principio de medición de AQUATRAC®-3E para la planta de inyección



Brabender Messtechnik®
www.brabender-mt.de

Figura-7: Principio de medición de AQUATRAC®-3E

5. Clasificación de las máquinas secadoras

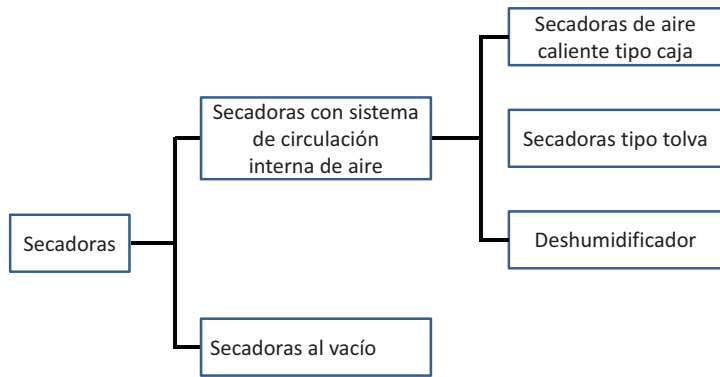


Figura-8: Métodos de secado

5.1 Equipos de Secado (1) Secadoras tipo tolva



Figura-10: Diagrama de secado de la secadora tipo tolva Editado por Sociedad Académica de Macromoléculas, Base de la transformación del plástico

Secadora de aire caliente de MATSUI, HD 2-50-j

5.1 Equipos de Secado (2) Secadora por circulación de aire

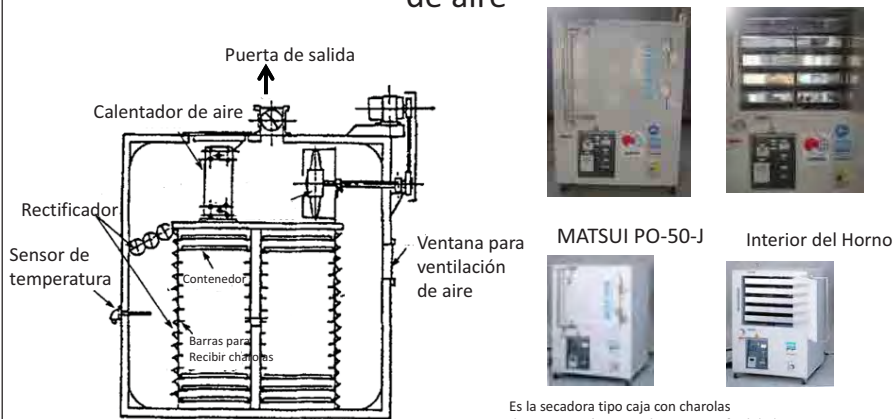


Imagen-11 Secador de aire caliente tipo caja

Es la secadora tipo caja con charolas de 10-30 por lote. Puede secar con facilidad pequeñas cantidades de diferentes tipos de material al mismo tiempo

Deben definir el tiempo de secado, considerando que el tiempo de secado varía dependiendo de la humedad ambiente.

5.1 Equipos de Secado(3) Deshumidificador

- Cuenta con un dispositivo deshumidificador que absorbe la humedad del aire succionado, por lo que el tiempo de secado no depende de la humedad ambiente.
- Es adecuado para el presecado del plástico susceptible a la hidrólisis que requiere un control estricto de la humedad.

-KOCH-TECHNIK Model KKT



Figura-12: Diagrama de secado

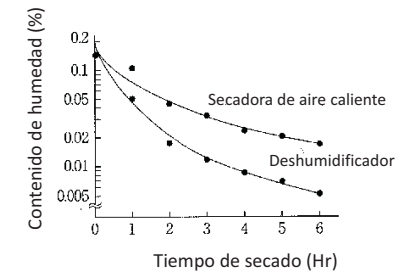


Figura -13: Comparación de las características del secado entre la secadora de aire caliente con el deshumidificador

Seiichi Honma: Aprender la base de las contramedidas para los defectos de inyección. Pág. 46, Maruzen (2012)

5.1 Equipos de Secado (4) Secador al vacío

- Bajo una presión menor a la atmosférica, el punto de ebullición y la temperatura de secado se reducen, y esto ayuda que el estrés térmico de la muestra disminuya.
- Se utiliza para el presecado del nylon.
- Cuando la temperatura de secado es alta, se agiliza la oxidación y el color cambia. Por lo que trate de mantener baja la temperatura de secado y deshumidificar por el efecto del vacío.

Las condiciones de secado óptimas son: la temperatura de 80 a 120°C, el grado del vacío de 1013hPa.

El tiempo de secado depende de la tasa de humedad del pellet, sin embargo, normalmente es de 10 a 48 horas.



LCV-233



Interior de la secadora

www.espec.co.jp



Mezclador de doble cono, Secadora cónica al vacío

www.ocm-inc.jp

17

5.2 Plásticos y sus condiciones de secado

Las condiciones abajo descritas son aptas para grado estándar de cada resina.

El tiempo de secado varía dependiendo de la eficiencia de la secadora y la tasa de absorción inicial de agua.

Categoría	Clasificación	Plástico	Condiciones de secado estándar		Contenido de humedad en el momento del moldeo
			T° (°C)	Tiempo (Hr)	
A	Se hace presecado estricto ya que se hidroliza.	PC	120	3-4	Igual o menor a 0.02% Igual o menor a 0.02% Igual o menor a 0.015% Igual o menor a 0.02%
		PBT	130	3-4	
		PET	130	3-4	
		PAR	140	3-4	
		LCP	140-160	3-4	
B	Se requiere presecado ya que cuando el contenido de humedad es alto, se generan ráfagas o burbujas de aire.	PS	80	2-3	Igual o menor a 0.1~0.2% en el secado al vacío
		ABS	90	2-3	
		PVC	100	2-3	
		PMMA	80	2-3	
		POM	90	2-4	
		PA	80	2-4	
		m-PPE	100	2-4	
		PPS	130	2-4	
		PEEK	150	2-4	
C	Generalmente no se requiere secado previo	PE	-		
		PP	-		

Seichi Honma: Aprender la base de las contramedidas para los defectos de inyección. Pág. 45, Maruzen (2012)

18

5.2 (1) Tabla de las condiciones del plástico para la secadora con circulación de aire caliente

Resinas	Absorción de agua (%)	Humedad permisible (%)	Temperatura de secado (°C)	Tiempo de secado (h)
Poliétileno PE	0.01	0.4	80	2~3
Poliétileno PE	0.03~0.05		80	2
Policarbonato PC	0.24	0.02	120	5~6
ABS	0.24	Menor a 0.1	80	2~3
AS(SAN)	0.2~0.3	Menor a 0.1	80	3
Acrílico PMMA	0.23	0.1	80	3
Celulosa acetilica	2.5~3	0.1	80	2~6
Nilon PA	0.9~3.3	0.15	80	6~10
FR-PET	0.13	0.02	140	3~5
Poliacetal POM	0.22	0.09	80	3~4

Matsui Seisaku-jo, Datos del catálogo del secador tipo caja PO-50-J

19

Rendimiento del alza de temperatura de la secadora

Datos de la prueba de los cambios de temperatura

■ Prueba

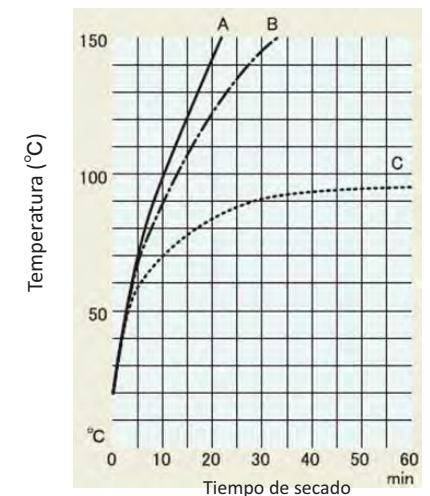
- A: Circulación
- B: Semi-circulación
- C: Extracción total

■ Condiciones de la prueba

Temperatura ambiente: 16-26°C
Temperatura programada: 150°C
Voltaje: 200V

Medición: Thermocouple K Hybrid Recorder

Se usa el MATSUIs PO-120 con out load



Matsui Seisaku-jo, Datos del catálogo del secador tipo caja PO-50-J

Figura-9: Prueba de alza de la temperatura

20

5.2 (2) Condiciones de secado del deshumidificador KKT-55

				Capacidad de tolva en litros			
				12	40	60	100
Abreviatura del material	Densidad Kg/dm3	Temperatura °C	T.secado h	Consumo de material en kg/h			
ABS	0,6	80	2-3	2,5	8	12	20
Ionomere	0,6	90	3	2,5	8	12	20
PA6	0,65	75	4-5	1,6	5,3	8	13
PA6.6	0,65	85	4-6	1,4	4,6	7	11
PA6.10	0,65	85	4-5	1,6	5,3	8	13
PA11	0,65	100	4-5	1,6	5,3	8	13
PA12	0,65	100	5	1,6	5,3	8	13
PAN	0,6	80	2-3	2,5	8	12	20
PBTP	0,7	120	2-3	2,8	9,3	14	24
PC	0,7	120	2-3	2,8	9,3	14	24
PE schwarz	0,6	85	3	2,5	8	12	20
PE	0,5	85	2	3,2	10,6	16	25
PETP	0,7	160	4	2,2	7,3	11	18
PI	0,6	120	3	2,5	8	12	20
PMMA	0,65	80	3-4	2	6,6	10	16
POM (Delrin)	0,6	100	3	2,5	8	12	20
PP (Xenoy)	0,6	90	2	3,6	12	18	30
PPO (Noryl)	0,5	120	2	3	10	15	25
PS	0,5	80	2	3	10	15	25
PSU	0,5	120	2	3	10	15	25
PUR	0,7	90	3	2,8	9,3	14	24
PVC	0,5	70	1	6	20	30	50
SAN	0,5	80	2-3	2,2	7,3	11	17
SB	0,6	80	2	3,6	12	18	30
Byblend	0,65	120	2-4	2	6,6	10	16

Datos para determinar las condiciones del secado.

Deshumidificador, KKT-55
Abreviatura de plásticos, densidad, temperatura de secado, tiempo de secado
Volumen de material que se puede secar [kg/hr]

Documentación Técnica: Deshumidificador KKT-55

21

6.1 Condiciones del secado recomendadas por el fabricante del material

Abb.	Secadora con circulación de aire		Deshumidificador		Secadora al vacío		Material de referencia
	Temperatura (°C)	Tiempo (hr)	Temperatura (°C)	Tiempo (hr)	Temperatura (°C)	Tiempo (hr)	
SAN,ASA	75 80	3-4 2					STYLAC
ABS	75-90 80-90	3-4 3-6					STYLAC Tory- ABS
PMMA	80-90	4-6					Acrypet
PET			130	3-4			Porcentaje de humedad límite: 0.02%
PC/ABS	100-110	3-4	100-110	1-2			Bayblend
m-PPE	105-110 80-90	2-4 3-4					Noryl XYRON

Asahi KASEI : STYLAC, LEONA, XYRON, TENAC
TORAY: Amilan, Mitsubishi Engineering-Plastics co. Lupiln
Plyplastics Co., Ltd : DURACON, DURANEX, FORTRON.
Bayer Material Science AG: Bayblend, Durethan, Pocan, Makrolon, Tedur
Mitsubishi Rayon Co., Ltd: Acrypet
SABIC Innovation plastics *Noryl, Noryl GTX

22

A-288

Abb.	Secadora con circulación de aire		Deshumidificador		Secadora al vacío		Material de referencia
	Temperatura (°C)	Tiempo (hr)	Temperatura (°C)	Tiempo (hr)	Temperatura (°C)	Tiempo (hr)	
PA6	80-90		75-80	2	80-120	10-48	Amilan Durethan
PA66	80 80-90	-4 2-3	100-120	2-4	105 90	8-10 24	※P16 LEONA Noryl GTX
POM	80-90	3-4					DURACON, TENAC
PBT	120-130 120	3-5 3-4	120	2-4			※p213, Pocan DURANEX
GR-PET			120-135	2-3 3-4 4-6			Pellet virgen Reciclado Pellet húmedo ※P189
PC	120 120	4-12 4-5 uper	120 120	2-3 3-4 uper			Makrolon lupiln
PPS	150 140	3-4 3	150	3-4			Tedur FORTRON

※ Ken Ibouchi, Yasushi Ooyanagi, Manabu Imoo : Diccionario de plástico de ingeniería, 1998, Gihodo Shupan

23

6.2 Fórmulas de correlación entre la velocidad de secado, la temperatura de secado y la humedad

- Fórmula de correlación entre la velocidad de secado y la temperatura de secado

$$R = A(h/\lambda_w)(T - T_w) \quad \text{Fórmula(1)}$$

R: Velocidad de secado

A: área de superficie de evaporación

h: Coeficiente de transmisión térmica

λ_w : calor latente de evaporación de agua

T: Temperatura de desecado

T_w : Temperatura de bulbo húmedo de superficie del material

- Fórmula de correlación entre la velocidad de secado y la humedad del aire de secado

$$R = A\alpha(H_w - H) \quad \text{Fórmula(2)}$$

R: velocidad de secado

α : coeficiente de transferencia de masa

A: área de superficie de evaporación

H: humedad del aire de secado (humedad absoluta)

H_w : humedad de superficie del pellet (humedad absoluta)

24

M5 Proceso de moldeo de plástico por inyección

M5-8 Precalentamiento, aditivos y colorantes

carlos@turibaja.com

2012.6.20

1

Índice

- 1. Sumario
- 2. Colores y colorimetría
 - (1) Color y luz
 - (2) Tres atributos del color
 - (3) Diagrama de cromaticidad del sistema de color CIE-X.Y.Z
 - (4) Círculo cromático, diagrama de matices similares y sólido de colores de Munsell
 - (5) Métodos de colorimetría y sus características
- 3. Objetivos de los colorantes y sus tipos
 - (1) Métodos de coloración del plástico
 - (2) Coloración de las materias de color
 - (3) Relación de las materias de color
 - (4) Tintes y pigmentos
 - (5) Capacidad colorante de los pigmentos y modelos de sus partículas
 - (6) Clasificación de los colorantes
 - (7) Colorantes en pasta
 - (8) Sistema de colorante líquido
 - (9) Colorantes en seco
 - (10) *Masterbatch*
 - (11) Proceso de producción de *Masterbatch*
 - (12) Línea de coloración y moldeo mediante *Masterbatch*
- 4. coloración de la resina
 - (1) Cloruro de polivinilo
 - (2) Grupo de estireno
 - (3) ABS
 - (4) Grupo de poliolefina
 - (5) Polioximetileno
 - (6) Policarbonato
 - (7) Polimetacrilato
 - (8) Resina fenólica, resina urea formaldehído, resina melamina formaldehído
 - (9) Poliéster no saturado

2

1. Generalidades

Una de las características del plástico es la posibilidad de colorarlo y ofrecer materiales de colores variables.

(1) Objetivos de la coloración

- ① Identificación e indicación de las piezas.
- ② Decoración y mejoramiento del valor de los productos.
- ③ Protección del contenido, intercepción de luces transmitidas, mejoramiento de la resistencia a la intemperie.
- ④ Mejoramiento de las propiedades ópticas.
- ⑤ Absorción térmica / Reflexión térmica.
- ⑥ Ajuste de la tonalidad (entre diferentes lotes o materiales).

(2) Coloración

Se utilizan tintes, pigmentos inorgánicos y orgánicos. Para los colorantes, se requieren las siguientes características:

- ① Vivacidad de colores y alta capacidad de coloración.
- ② Alta dispersabilidad.
- ③ Excelente resistencia térmica al calor.
- ④ Excelente resistencia a la intemperie.
- ⑥ Alta resistencia a la migración de color (*blooming*).

(3) Presentación de los colorantes

La coloración se realiza de manera interna, y entre las presentaciones de los colorantes se encuentran: ① Colorantes en pasta (Colorantes líquidos), ② Colorantes secos (en polvo), ③ *Masterbatch* y ④ Resina colorada.

3

2. (1) Color y luz

- (1) Los colores se identifican como tales hasta que se estimula la retina del ojo por la luz entrante impulsando las acciones del nervio óptico y se transmite la información correspondiente al cerebro.
- (2) Para identificar los colores se requiere la presencia de la luz. Se refiere a los “rayos visibles” (ondas de radiación electromagnéticas cuya longitud está comprendida entre 380 y 780nm).
- (3) Al hacer atravesar la luz solar por un prisma, se puede observar una banda de siete colores (**espectro**). La dispersión de la luz en el espectro (elementos por longitud de onda) se denomina “espectroscopia”. Al mezclar todos estos colores, se estimulará la vista de manera que se pueda percibir el color blanco (incoloro).
- (4) El espectro aparece en el orden de rojo, naranja, amarillo, verde, azul, añil y violeta, lo cual es el fenómeno producido debido a la diferencia de la longitud de onda de cada color; en la luz natural la parte que tiene la longitud de onda más larga se ve roja y la más corta se ve violeta. Según la intensidad (forma de mezcla) de la luz dispersada se pueden producir diversos colores.

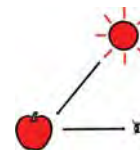


Figura-1 Percepción del color

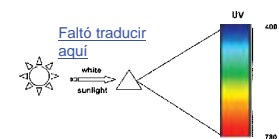


Figura-2 Dispersión de la luz



Figura-3 Mezcla de la luz

4

2.(2) Tres atributos del color

El sentido del color que constituye un fundamento para clasificar los diferentes colores tiene los siguientes tres atributos:

(1) Matiz (*hue*)

El atributo que caracteriza un color se llama **matiz** (rojo, amarillo, verde, azul, violeta, etc.).

Los colores con matiz se llaman **colores cromáticos** y los que no lo tienen se llaman **colores acromáticos**.

(2) Luminosidad (*brightness*)

Entre los colores acromáticos, el color más claro es el blanco y el más oscuro es el negro, y entre ambos extremos hay grises en distintas escalas de claridad. Esta escala de claridad se llama luminosidad. Los colores claros tienen altos grados de luminosidad y los oscuros tienen bajos grados de luminosidad.

(Se trata de una cuantificación del atributo que determina el grado de reflexión de la superficie de un objeto.)

(3) Saturación (*chroma*)

Aunque el matiz y la luminosidad se mantienen constantes, su intensidad puede ser diferente. Es decir, la saturación es cuantificada por la distancia medida del centro donde es color acromático. Los colores de mayor vivacidad tienen mayor saturación y los colores apagados tienen menor saturación.



5

2.(3) Diagrama de cromaticidad del sistema de color CIE-X.Y.Z

El sistema de color XYZ constituye la base de los otros sistemas de color.

Fue desarrollado con base en el **principio de la síntesis aditiva** de los tres colores primarios de la luz (R=rojo, G=verde, B=azul) y se representa un color con tres valores x, y, z mediante un diagrama de cromaticidad.

El valor Y representa el grado de reflexión y corresponde a la luminosidad, y los valores xy pueden representar la cromaticidad. La Figura-4 representa el diagrama de cromaticidad del sistema de color XYZ. Como se observa en esta Figura, el eje horizontal corresponde a la x, y el vertical corresponde a la y. Los colores acromáticos se sitúan en el centro del diagrama de cromaticidad y cuanto más se aleja hacia el extremo, va aumentando más el grado de saturación.

Además, para la identificación comparativa de colores delicados se utiliza la diferencia de color, ΔE (delta E).

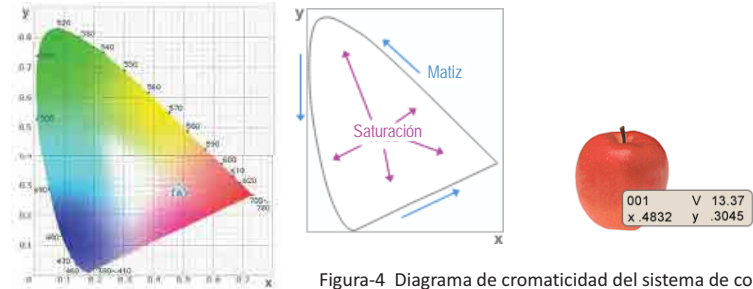


Figura-4 Diagrama de cromaticidad del sistema de color XYZ

6

A-290

2.(4) Círculo cromático, diagrama de matices similares y sólido de colores de Munsell

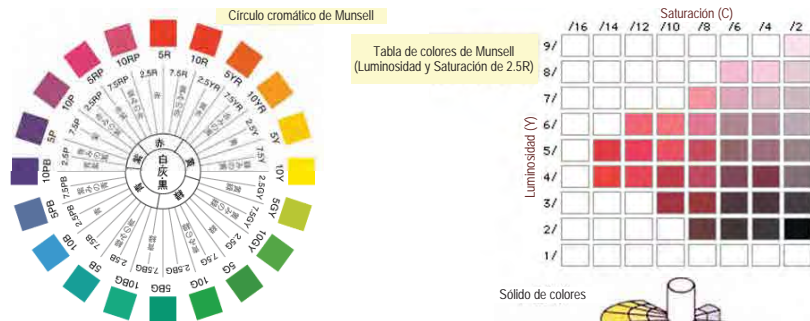


Figura-5 Círculo cromático, tabla de colores, sólido de colores de Munsell

Con base en el matiz, la luminosidad y la saturación de los colores, se expresa un color determinado mediante la tabla de colores clasificados respectivamente por número y signo, comparando el color del objeto con la tabla de colores.



Plano de matices similares de 5Y y 5PB

7

2.(5) Métodos de colorimetría y sus características

(1) Método de comparación directa:

Colocando la muestra junto al estándar, se determinará a simple vista. Ofrece una alta precisión y se puede efectuar con facilidad.

(2) Método de lectura directa de valores de estímulo:

Mediante un colorímetro, se obtienen el espectro RGB (Rojo, Verde, Azul), los valores triestímulo (X, Y, Z) y las coordenadas de cromaticidad (x, y).

El costo de instalación es menor y el tiempo de medición es poco, y se utiliza para el control de procesos.

(3) Método de espectrofotometría:

Mediante un espectrofotómetro, se mide el grado de reflexión espectral y se obtienen los valores triestímulo (X, Y, Z) y las coordenadas de cromaticidad (x, y). Muestra menos diferencia individual y/o error mecánico que otros métodos, por lo que ofrece una alta confiabilidad.

(Nota) La expresión de colores se clasifica a grandes rasgos en dos métodos: ① Sistema de color CIE-XYZ establecido por la CIE (Comisión Internacional de Iluminación) y ② Tabla de colores de Munsell.

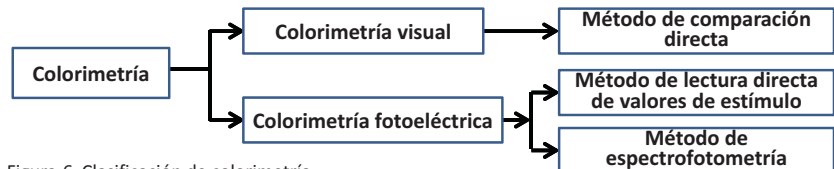


Figura-6 Clasificación de colorimetría

Escrito en colaboración por Yutaka Hanada y Akira Yahagi: Colorantes para plástico, p.11 (1966) Nikkan Kogyo Shimbun Ltd.

8

3. Objetivos de los colorantes y sus tipos

(1) Objetivos de los colorantes:

Los colores cobran cada vez más su importancia para mejorar la imagen del plástico. Además, está aumentando el uso de colorantes como materiales funcionales que otorgan funciones no propias del plástico, mejorando la resistencia al clima del plástico, protegiendo el contenido del envase contra la alteración ocasionada por la luz, etc.

(2) Tipos:

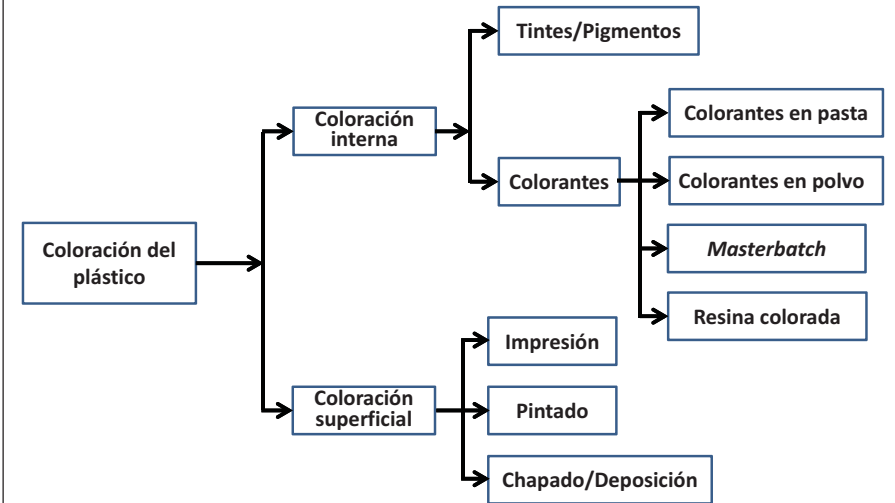
Entre los materiales que se utilizan para la coloración interna del plástico, se encuentran: ① materias de color (tintes o pigmentos) y ② colorantes (tintes o pigmentos elaborados con aditivos).

Los colorantes son aquellos que fueron elaborados con base en los tintes y pigmentos agregándoles aditivos para darles una buena dispersabilidad, distributividad y manejabilidad para la coloración y moldeo del plástico. Su base es de tintes pigmentos y generalmente están formulados para la tonalidad del color requerido.

Los colorantes, según su presentación, se pueden clasificar en: ① Colorantes en pasta (Colorantes líquidos), ② Colorantes en polvo, y ③ *Masterbatch*.

9

3.(1) Métodos de coloración del plástico



10

3.(2) Coloración de material de color

Cuando la luz solar cae sobre un material de color, será reflejada, absorbida y transmitida. Los objetos transparentes transmiten más la luz y los opacos la reflejan más.

Percibimos el color en un material de color porque **dicho material absorbe selectivamente una parte de la luz solar**. Si el material de color no absorbe nada, se creará la apariencia del color blanco, y si absorbe toda la luz, se verá negro.

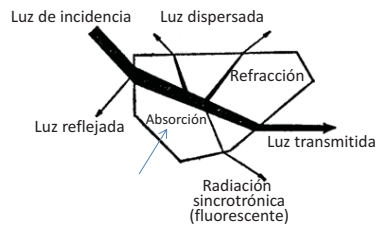
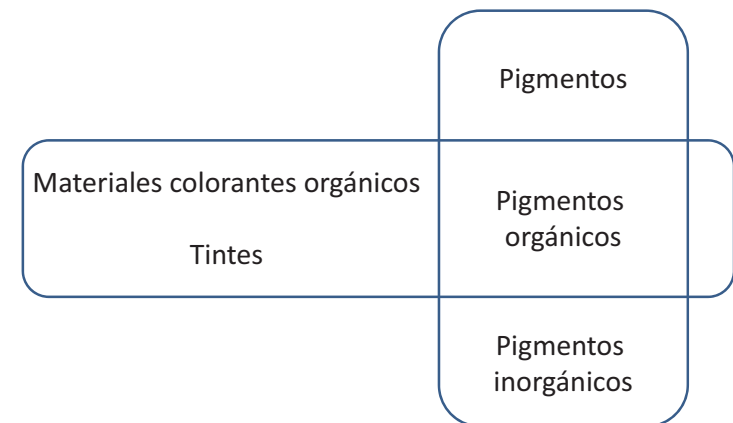


Figura-7 Relación entre las partículas de pigmento y la luz
Al incidir la luz solar en el pigmento rojo

Escrito en colaboración por Yutaka Hanada y Akira Yahagi: Colorantes para plástico, p.17 (1966) Nikkan Kogyo Shimbun Ltd.

11

3.(3) Relación de los materiales de color



12

3.(4) Tintes y pigmentos

(1) Tintes

Son sublimables y tienen desventajas por tener poca resistencia al calor y al clima y presentar fácilmente la migración de color. Se utilizan principalmente los tintes solubles en aceite.

① Tintes de antraquinona

Hay mucha variedad. Tienen una tonalidad viva y una alta solidez frente a la luz. Son los tintes de uso más frecuente.

② Tintes azoicos

En su estructura tienen grupo azoico (-N=N-) y también ofrecen mucha variedad. Generalmente son inferiores con respecto a la resistencia al calor y al clima.

③ Tintes solubles en aceite

Son los tintes azoicos que tienen grupo hidroxilo, grupo amino, etc. y no tienen grupo nitro ni grupo carboxilo.

Tienen una tonalidad viva y alto poder colorante, pero generalmente son inferiores en la resistencia al calor.

(2) Pigmentos

Los pigmentos inorgánicos se utilizan para una amplia variedad de plásticos, mientras el uso de pigmentos orgánicos es limitado según los tipos de plástico y la temperatura de moldeo. En caso de que la temperatura de moldeo exceda a 300°C, casi siempre se utilizan los pigmentos inorgánicos.

Las tres condiciones principales que requieren los pigmentos para el plástico:

Los mínimos requisitos mínimos son:

- ① Resistencia al calor y ② Resistencia a la migración de color.
- ③ La resistencia al clima dependerá de su uso, pero es la condición que casi siempre se toma en cuenta.

3.(5) Capacidad de coloración de los pigmentos y modelos de sus partículas

Igual que la capacidad de obliteración del pigmento, cuanto más pequeño es el diámetro de partícula, más grande es la capacidad de coloración. El diámetro de la partícula del pigmento que presenta la capacidad de coloración más grande, tiene el índice de refracción grande y el coeficiente de absorción chico.

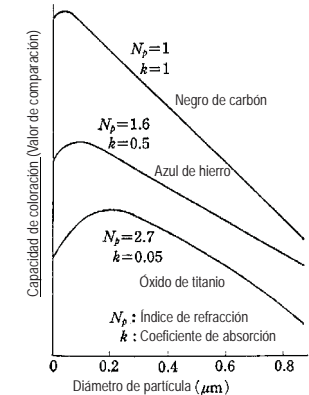
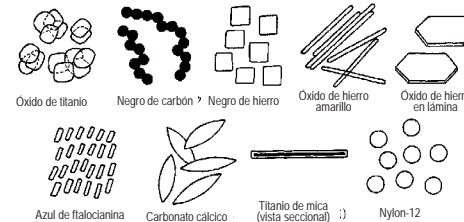


Figura-8 Modelos de forma de las partículas de pigmentos

Figura-9 Diámetro de partícula y poder colorante

Redactado por la Sociedad Japonesa de Materiales de Color: Manual de Ingeniería de Materias de Color, p.237 (1989) Asakura Publishing Co., Ltd.

3.(6) Clasificación de los colorantes

Categoría general	Tipo	Forma	Resinas en que se utilizan principalmente
Colorantes en pasta	- Colorantes en pasta para PVC	Pasta	PVC (blando)
	- Colorantes en pasta para resina termofija	Pasta	Poliéster no saturado, Epoxi, Poliuretano
	- Colorantes líquidos	Pasta	Polioléfina, PVC, PS, ABS,PET, Nylon
Colorantes en polvo	- Colorantes en polvo	Polvo	Resina termoplástica en general
	- Colorantes en gránulos	Polvo granulado	Resina termoplástica en general
Masterbatch	- Masterbatch	Pellet	Resina termoplástica en general (excepto PVC blando)
	- Masterbatch blanco	Pellet	PE para película
	- Masterbatch de carbono	Pellet	Polioléfina en general
	- Batch en lámina	Lámina	PVC blando
Resina colorada	- Resina colorada	Pellet	Resina termoplástica en general
	- Resina colorada de material compuesto	Pellet	Resina termoplástica en general
	- Compuesto de PVC	Polvo	PVC
		Pellet	PVC

El pellet colorado es el material de resina en pellet al que se aplica la coloración a una concentración específica utilizando los colorantes en polvo o masterbatch. Tiene una excelente dispersabilidad, ofrece gran eficiencia en las operaciones y se utiliza ampliamente.

3.(7) Colorantes en pasta

(1) Colorantes en pasta para PVC

Se hacen mezclando los pigmentos en el plastificante de PVC y se utilizan para el PVC blando.

Al hacer un compuesto en una mezcladora Banbury, entre otros, se alimentan estos colorantes al mismo tiempo que otras materias primas.

(2) Colorantes en pasta para resina termofija

Los usos representativos son para poliéster no saturado, resina epóxica, poliuretano, etc.

Se fabrican de la misma manera que los colorantes en pasta para PVC, utilizando como vehículo el poliéster no saturado en forma de líquido, la resina epóxica en forma de líquido y el poliol, respectivamente.

(3) Colorantes líquidos

Son los colorantes que se utilizan en el sistema de colorante líquido.

Los colorantes en forma de líquido se alimentan directamente a la máquina de moldeo.

Se utilizan para poliolefina, PS, ABS, PVC, PET, etc. Como vehículo, se emplean el aceite vegetal, plastificante, agente tensoactivo noiónico, etc. La viscosidad de los colorantes es un factor importante ya que afecta la precisión de dosificación de la máquina inyectora.

3.(8) Sistema de colorante líquido

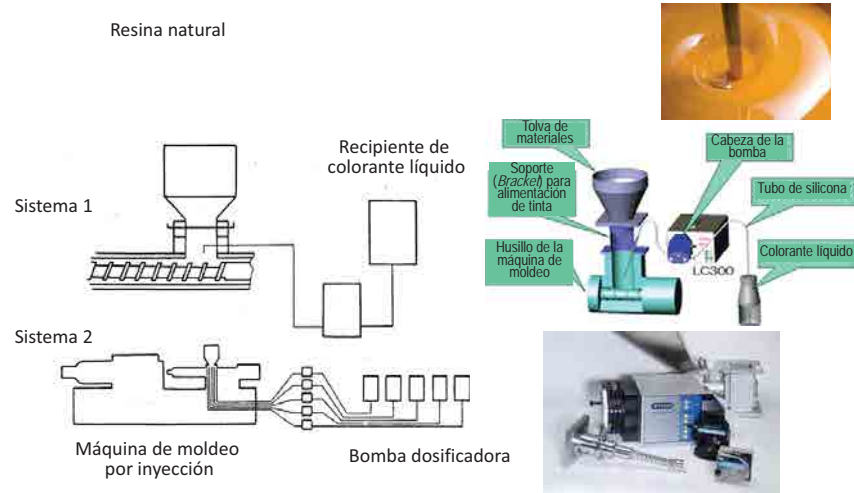


Figura-10 Sistema de colorante líquido

Redactado por la Sociedad Japonesa de Materiales de Color: Manual de Ingeniería de Materias de Color, p.434 (1989) Asakura Publishing Co., Ltd.

3.(9) Colorantes en polvo

Los colorantes en polvo (*dry powder color*) son las mezclas de pigmentos y agentes dispersantes en forma de polvos. Es el método de coloración más económico y se utilizan para casi todos los tipos de resina termoplástica.

Funciones de los agentes dispersantes:

- (1) Los dispersantes muy finos se meten entre las partículas de pigmentos y evitan la floculación de pigmentos al mezclar los colorantes en polvo con la resina y/o al recibir la compresión en la máquina de moldeo antes de la fundición.
- (2) Adherir uniformemente los colorantes en polvo en la superficie de los pellets de resina.
- (3) Se funden dentro de la máquina de moldeo antes que la resina y cubriendo la superficie de los pigmentos convertidos en forma de líquido, evitan su floculación.
- (4) Mojan la superficie de los pigmentos, y esto facilita a los pigmentos integrarse con la resina cuando ésta llegue a fundirse.



Los agentes dispersantes sirven para evitar el esparcimiento y mejorar la dosificación. El tamaño de un gránulo es de 1 a 2 mm y tiene forma de cilindro o esfera.

※ Vehículo: Se refiere a los componentes que no sean tintes ni pigmentos.

3.(10) Masterbatch

El *masterbatch* se refiere a los colorantes en pellets, escamas o láminas que se fabrican mezclando en la resina un 5 a 50 wt% de los pigmentos.

Para el uso del *masterbatch*, se mezcla con los materiales de moldeo que se van a colorar, diluyendo a razón de 1:4, 1:9, 1:19, 1:29, etc.

La **concentración de los pigmentos** en el *masterbatch* tiene una relación estrecha con la **dispersabilidad** y la **distributividad**, y está íntimamente relacionada con la **razón de dilución**. Se expresa de las siguientes maneras:

- (1) Se expresa como número de veces que está más concentrado con respecto a los pellets coloreados que se toman como referencia.
(Ejemplo: *Masterbatch* 20 veces más concentrado)
- (2) Se expresa por la razón de dilución o la cantidad aditiva. Prácticamente se expresa más de esta manera. (Ejemplo: *Masterbatch* 5/100, 5 partes (o *Masterbatch* de adición 5phr))



Masterbatch en pellets



Colorantes en polvos, gránulos, escamas

3.(11) Proceso de producción de Masterbatch

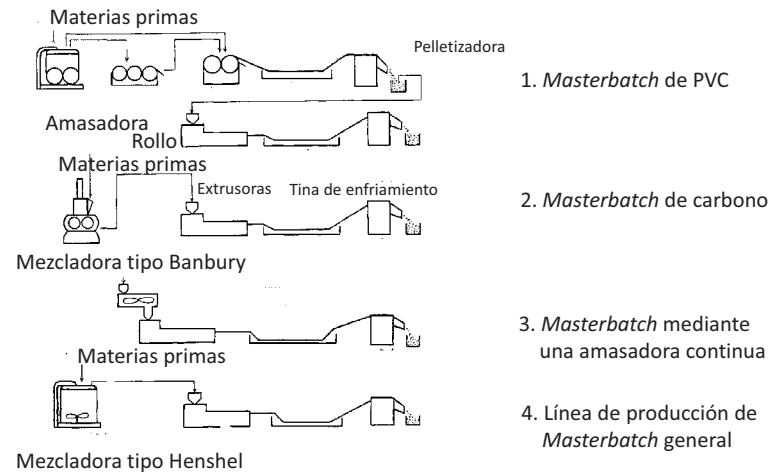


Figura-11 Línea de producción de Masterbatch

Redactado por la Sociedad Japonesa de Materiales de Color: Manual de Ingeniería de Materias de Color, p.440 (1989) Asakura Publishing Co., Ltd.

3.(12) Línea de coloración y moldeo mediante *Masterbatch*

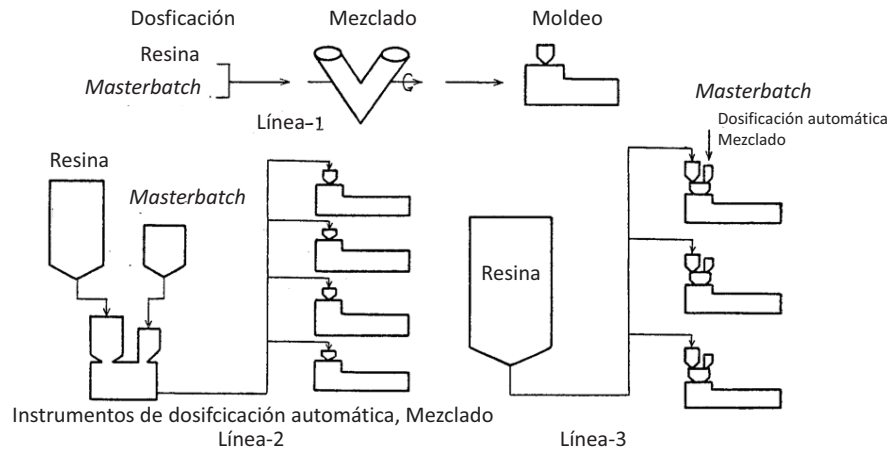


Figura-12 Línea de coloración y moldeo mediante *Masterbatch*

Redactado por la Sociedad Japonesa de Materiales de Color:
Manual de Ingeniería de Materias de Color, p.442 (1989) Asakura Publishing Co., Ltd.

21

4. coloración de la resina

4.(1) Cloruro de polivinilo

El PVC (cloruro de polivinilo) hace la reacción de deshidrocloración debido al calor y a la luz. Existen algunos productos con adición de plastificantes.

Éstos pueden causar problemas en la termoestabilidad, la fotoestabilidad, la migrabilidad de los colorantes

[Características de la coloración de PVC]

- (1) Termoestabilidad: El pigmento ultramarino dañará el mecanismo de coloración por gas de ácido clorhídrico y ocasionará la decoloración produciendo azufre libre.
- (2) Fotoestabilidad: Para los productos de uso al aire libre, se seleccionarán los pigmentos de alta resistencia a la luz.
- (3) *Plate-out*: Durante el proceso, los pigmentos pueden aislarse y pegarse en la superficie de la máquina de moldeo, y después de su maduración se despegarán y se mezclan en los productos.
- (4) *Blooming*: Se refiere al fenómeno donde se presenta la exudación del color en la superficie con el transcurso del tiempo.
- (5) Migración: Se refiere al fenómeno donde el color pasa del producto colorado a otros objetos que se ponen en contacto con el mismo.
- (6) *Cloaking*: Al rozar la superficie del producto colorado, se pierde el color. (Defecto en la dispersión, Exudación de los pigmentos)

[Tipos de colorantes a utilizar]

Se encuentran: (a) Colorantes en pasta, (b) *Masterbatch*, (c) Colorantes húmedos, (d) Colorantes en polvo.

La dispersabilidad bajará al orden de: c > b > a > d.

Escrito por Yutaka Hanada y Akira Yahagi: Colorantes para plástico,
p.36-192 (1966) Nikkan Kogyo Shimbun Ltd.

22

4.(2) Grupo de estireno

El **GPPS** (poliestireno de propósito general) y el **SAN** (copolímero de estireno-acrilonitrilo) tienen una buena afinidad con diversos tipos de tintes y pigmentos, y al aplicarles la coloración, se puede obtener colores vivos en un espacio muy amplio.

[Características de la coloración de la resina del grupo de estireno]

(1) Degradación por los rayos ultravioleta:

El PS (poliestireno) se amarillea poco a poco al recibir la radiación ultravioleta. La superficie se pone opaca gradualmente perdiendo su transparencia y se hace quebradiza. Por lo que, para los artículos de uso al aire libre se utilizan los colorantes que tienen un alto efecto de protección solar, tales como negro de carbón, óxido de titanio, etc.

(2) Degradación por calor:

La temperatura de descomposición por calor del PS es relativamente alta (380°C), por lo que la influencia de los colorantes en la degradación por calor es prácticamente pequeña.

(3) Se puede emplear los tintes que no son aplicables al PE (polietileno). Los tintes azoicos se destacan por su resistencia al calor, y los de antraquinona tienen una excelente resistencia térmica y al clima aunque su vivacidad y poder colorante son inferiores.

(4) La dispersabilidad depende de la granularidad de los colorantes. Hay mayor demanda por los colores vivos, por lo que se debe mejorar la dispersabilidad de las partículas muy finas.

[Tipos de colorantes a utilizar]

Se emplean los métodos de colorantes en polvo y de pellets coloreados.

Principalmente se colorea en la misma planta de moldeo, utilizando colorantes en polvo y en forma de gránulos.

23

4.(3) ABS

La resina ABS (copolímero de acrilonitrilo-butadieno-estireno) es opaca y tiene un color natural (por el componente de goma), entre amarillo pálido, y hasta marrón oscuro pálido.

[Características de la coloración de ABS]

(1) La coloración de la resina ABS transparente no puede obtener buenos resultados aun utilizando tintes aplicables a la resina transparente como PS, PMMA (polimetilmetacrilato). Por lo que principalmente se utilizan los pigmentos inorgánicos con alta capacidad de obliteración aplicando una alta concentración; sin embargo, es necesario considerar su dispersabilidad, así como la reducción de la resistencia al impacto de los materiales.

(2) El polímero fundido de ABS muestra un comportamiento de reducción de la alcalinidad, por lo que los pigmentos orgánicos son propensos a decolorarse.

(3) Influencia sobre la degradación por los rayos ultravioleta: Debido al doble enlace en la molécula del polímero según la historia térmica; es decir, se trata de la decoloración térmica que se atribuye al componente de caucho, por lo que es propenso a presentar diferencias de color entre los productos coloreados según las condiciones del proceso.

(4) En cuanto a la influencia sobre la degradación térmica, es considerable el cambio de colores del polímero según la historia térmica; es decir, se trata de la decoloración térmica que se atribuye al componente de caucho, por lo que es propenso a presentar diferencias de color entre los productos coloreados según las condiciones del proceso.

[Tipos de colorantes a utilizar]

Se tienen los métodos de pellets coloreados y de *Masterbatch*, pero generalmente se emplea más el método de pellets coloreados utilizando colorantes en polvo.

24

4.(4) Grupo de poliolefina

Con esta resina se puede aplicar libremente la coloración, pero debido al calor y/o los rayos ultravioletas se degradarán sus propiedades físicas.

Se requiere que los colorantes tengan una excelente dispersabilidad (con las películas y los filamentos se requiere una alta dispersabilidad de los pigmentos), así como una estabilidad en el momento de la coloración y moldeo.

[Características de la coloración de Poliolefina]

(1) Termoestabilidad:

La temperatura de moldeo oscila entre 120 y 220°C para el LDPE (polietileno de baja densidad), entre 180 y 2300°C para el HDPE (polietileno de alta densidad), entre 220 y 300°C para el PP, por lo que se debe utilizar los colorantes que resisten a dicha temperatura. El PP (polipropileno) es más propenso a recibir la influencia de los pigmentos en comparación con el PE y se presenta la reducción del peso molecular según la historia térmica durante el moldeo.

(2) Resistencia al clima (Resistencia a la luz):

Se utilizan principalmente los pigmentos inorgánicos. Entre los pigmentos que tienen una excelente capacidad de absorción de los rayos ultravioletas, se encuentran: negros de carbón, óxidos de hierro, pigmentos de cadmio, pigmentos de ftalocianina de cobre.

(3) Tasa de contracción de moldeo:

Los pigmentos orgánicos funcionan como agentes de nucleación y se aumenta la tasa de contracción de moldeo, lo cual ocasiona una torsión y/o deformación. Se presenta mayor influencia en el PE, mientras menor influencia en el PP.

[Tipos de colorantes a utilizar]

Se utilizan dos tipos: colorantes en polvo y *Masterbatch*.

Los colorantes en polvo se utilizan en forma de polvos finos tratados con el agente auxiliar de dispersión y el agente tensoactivo, para aplicar el método de coloración en polvo o fabricar pellets coloreados.

25

4.(5) Polioximetileno (Poliacetal)

El polioximetileno es una resina sumamente sensible al calor. Es propenso a la descomposición por el calor y a la degradación por los rayos ultravioleta, por lo que depende mucho de la influencia de los colorantes. Si se aplican los pigmentos superando a su respectiva concentración límite de coloración, se acelerará la descomposición térmica.

[Características de la coloración de Polioximetileno]

(1) La temperatura de moldeo de esta resina es baja oscilando entre 200 y 220°C. Según las condiciones de coloración, se pueden utilizar pigmentos orgánicos azoicos.

(2) Factores de aceleración de la descomposición por el calor según los colorantes:

- ① pH (Se acelera por la acidez.)
- ② Tipo y cantidad aditiva de los metales componentes (fuera del límite de uso). Dependencia de la temperatura, Presencia de impurezas.

(3) La degradación es el resultado de la reducción del peso molecular debido a la separación de los monómeros del extremo de la cadena molecular y la ruptura de la cadena molecular principal.

(4) Puede que se presente una degradación significativa en la superficie del producto moldeado por los rayos ultravioleta, por consiguiente, puede haber blanqueo ocasionado por las fisuras en la capa superficial; no obstante, generalmente los pigmentos pueden dar efecto de protección y dichos problemas serán prácticamente mínimos.

(5) La resina tiene una alta cristalinidad, por lo que los tintes ocasionarán "*Bleed-out* (exudación)".

[Tipos de colorantes a utilizar]

Se utilizan los colorantes en polvo.

26

4.(6) Policarbonato

El PC (policarbonato) tiene una alta viscosidad de fundido, la cual aumentará excesivamente al elevarse el paso molecular.

Además, al fundirlo con la presencia de agua y/o álcali, se hidrolizará reduciendo el peso molecular.

[Características de Policarbonato]

(1) Se requiere que los tintes o pigmentos tengan una resistencia al calor de 280°C o más.

(2) Para los productos transparentes se utilizan los tintes, y para los opacos se utilizan combinando los pigmentos inorgánicos y los tintes.

El PC tiene una gran resistencia al clima y se destina para usos al aire libre, por lo que se requiere que los tintes o pigmentos también tengan una excelente resistencia al clima.

(3) La influencia de los colorantes sobre la descomposición por calor del PC es muy grande, ya que la temperatura de moldeo es alta.

Aunque se mantiene durante mucho tiempo en el estado de fundición, la reducción de la viscosidad de fundido es menor; sin embargo, a temperatura de 320°C o más se empieza la descomposición.

Además, tiene una estructura de enlace éster carbónico, por lo que al calentarlo y fundirlo con la presencia de agua y/o álcali, se presentará la hidrólisis y se reducirá bruscamente el peso molecular.

(4) Influencia de los pigmentos sobre la descomposición por calor del PC:

Los pigmentos con los que se observa la reducción del peso molecular son: Naranja de cadmio, Rojo de cadmio, Negro de carbón alcalino, entre otros. (Aunque se trata de pigmentos del mismo grupo, se presentan diferencias según su composición, agentes de tratado superficial, métodos de procesamiento.)

[Tipos de colorantes a utilizar]

Es más común el compuesto de colores (*color compound*), pero también se utiliza *Masterbatch*.

27

4.(7) Polimetacrilato

Se aplica el moldeo por inyección o extrusión con el uso de pellets, o bien el moldeo por fundición (*cast molding*) que hace la polimerización en masa con los monómeros.

Para los colorantes, se utilizan tintes o pigmentos. Se necesitan tintes para conservar la transparencia y sobre todo se requiere la resistencia al clima.

Hay muchos productos moldeados que pueden ser afectados por los rayos ultravioleta, tales como productos de uso al aire libre o artículos de iluminación, etc.

(1) Coloración de pellets:

[Características de la coloración de Polimetacrilato]

- ① Se aplica la coloración con los tintes. Se utilizan tintes de aceite, tintes de alcohol, tintes de antraquinona.
- ② Resistencia al clima: Se requiere que los colorantes a utilizar tengan una resistencia al clima de 3 a 5 años.
- ③ Resistencia al calor: En caso de la cubierta de faros para vehículos, debe resistir a la temperatura de moldeo (entre 200 y 250°C) durante 20 minutos o más.

[Tipos de colorantes a utilizar]

Generalmente se aplica el método de pellets coloreados con una máquina de extrusión de tipo venteo, para tomar medidas contra la humedad.

(2) Moldeo por fundición:

[Características de la coloración]

- ① Que tenga una excelente dispersabilidad en los monómeros.
- ② Que no impida el desmoldeo de la placa de fundición (vidrio).
- ③ Que no se decolore al sujetar al calentamiento a 180°C durante una hora.

[Tipos de colorantes a utilizar]

Se utilizan tintes, colorantes en pasta y *masterbatch*.

28

4.(8) Resinas Fenólica, de Urea y Melamina

Para los materiales de colorantes se utilizan tintes y pigmentos.

Para los productos transparentes se utilizan tintes solubles en aceite. Los pigmentos muestran baja reactividad con el agente endurecedor, por lo que se utilizan pigmentos inorgánicos que tienen una alta capacidad de recubrimiento.

Una vez endurecida, es imposible modificar los colores o aplicar re-moldeo, por lo que se necesita un control riguroso de los colores.

[Características de la coloración de las resinas fenólica, de urea y de melamina]

(1) Reactividad con la resina y el agente endurecedor: Cuando se produce una reacción entre los pigmentos y el agente endurecedor, se daña el sustrato cromogénico ocasionando la decoloración y al mismo tiempo se impide la reacción de endurecimiento de la resina. Para los pigmentos se requiere resistencia a la reducción y resistencia al ácido.

Para la coloración de la resina de urea o de melamina, es preferible utilizar colorantes neutros.

(2) Dispersabilidad: En caso de que el polímero inicial sea un sólido, se utilizarán pigmentos en forma de polvos mezclados suficientemente.

(3) Resistencia al calor y al clima: Es limitada la historia térmica durante la transformación y además su uso se destina más al aire libre, por lo que el nivel de los requerimientos es bajo.

[Tipos de colorantes a utilizar]

Según el estado del polímero inicial, se utilizan selectivamente los tintes o pigmentos tal como están, o bien los colorantes en polvo o en pasta tratados con el agente dispersante.

Los colorantes se utilizan en forma de polvos o gránulos destrozando la resina en masa y se venden al público como materiales de moldeo.

4.(9) Poliéster no saturado

Algunos tintes se decoloran mediante la catálisis de peróxido. Además el uso de colores oscuros impide el endurecimiento, por lo que se utilizan más los pigmentos.

[Características de la coloración de Poliéster no saturado]

(1) Aparte de la resistencia al calor y al clima, se requiere lo siguiente: ① Que no impida ni acelere la reacción de endurecimiento. ② Que tenga resistencia al ácido. ③ Que el peróxido no lo perjudique.

(2) La coloración de FRP (plástico reforzado con fibra) se destina al uso al aire libre, y en caso de colores claros, se deben seleccionar los pigmentos de gran resistencia al clima. Se utilizan pigmentos de cadmio.

[Tipos de colorantes a utilizar]

Se utilizan colorantes en pasta (tónor de poliéster). La resina es líquida, por lo que tiene una buena capacidad de mezclado, y además los colorantes en pasta se amasan mediante un molino de tres rodillos y los pigmentos se trituran hasta que queden en partículas de una micra o menos, por lo que se dispersan con facilidad y se puede mantener una coloración uniforme.

Coloración de Premix:

El Premix es un compuesto para moldeo en forma de pasta o pajas, mezclado con la resina de poliéster no saturado, el colorante, catalizador, carga inorgánica, reforzante, lubricante, etc. Utilizando este Premix, se realiza el formado mediante el moldeo por compresión.

M5 Proceso de moldeo de plástico por inyección

M5-10 Cálculo del peso del producto y rendimiento de los materiales

29/Enero/2013

¿Qué es el rendimiento? (*yield rate*)-1

- En el proceso de producción en general el **rendimiento** se refiere a " la proporción de la cantidad (volumen) de productos realmente obtenidos, contra el volumen de producción esperado con base en el volumen del material consumido (materia prima)".
- La **tasa de rendimiento** significa la proporción cuantificada del rendimiento y sirve como referencia para valorar la **superioridad/inferioridad** de la productividad y/o la eficiencia.
- Fórmula para calcular la tasa de rendimiento:
 - Tasa de rendimiento=volumen de productos terminados/volumen de insumos
 - Tasa de rendimiento=1 - Tasa de productos defectuosos

¿Qué es el rendimiento? (*yield rate*)-2

- Por ejemplo, cuando se trata de productos semiconductores, el rendimiento significa la proporción de " productos aceptables " que demuestran la funcionalidad establecida dentro del volumen total de productos elaborados. Cuando el rendimiento sea mayor, se puede decir que la **calidad de la materia prima** es mejor, por lo que la línea de producción es **relevante**.

(Ejemplo) Mejorar el rendimiento
 → **Limpieza del husillo** en el proceso de inyección.
 En caso de que el producto es transparente, los puntos negros y la contaminación son defectos, por lo que, en muchas ocasiones, se debe realizar una limpieza total, desarmando el husillo.

¿Qué es el rendimiento? (*yield rate*)-3

- Por ejemplo, en la industria siderúrgica, utilizando el mismo método de refinación, en el primer caso se puede producir una unidad de acero consumiendo 10 unidades de minerales como materia prima. En el segundo caso se obtiene una unidad de acero consumiendo 8 unidades de minerales. En este ejemplo, el mineral del segundo caso tiene mejor calidad como materia prima. Otro ejemplo, cuando existe un método que permite refinar 10 unidades de acero utilizando 100 unidades de minerales y otro método en que se pueden refinar 11 unidades de acero, **el método del último caso de refinación es mejor**.
- En el proceso de inyección del plástico, **la diferencia de habilidades para configurar las condiciones** ocasiona una diferencia en el rendimiento .

¿Qué es el rendimiento? (*yield rate*) -4

- En la rama de la industria, el rendimiento se refiere a la proporción de los **productos aceptables** (término contrario de los productos defectuosos) contra la **cantidad producida** del total de los productos.
- En el proceso de inyección, se refiere a la proporción del **volumen de productos aceptables** contra **el volumen del material consumido**.
- En el proceso secundario posterior a la inyección (pintado, impresión, galvanizado, etc.), se representa como **la cantidad de productos aceptables** contra la **cantidad del material de insumos**.

Rendimiento en el proceso de inyección-1

1. *IN*: Material de consumo
 - Trabajo de purga en el cambio de producto.
 - Cantidad de disparos improductivos durante el arranque de la operación
 - Cantidad de disparos de moldeo continuo
 - Trabajo de purga al terminar el moldeo
2. *OUT*: Cantidad de productos aceptables obtenidos (volumen de productos aceptables).

Rendimiento en el proceso de inyección-2

1	Volumen del insumo	Kg
2	Volumen del material residual	Kg
3	Volumen consumido (1-2)	Kg
4	Peso de un producto (g)	g
5	Cantidad de productos aceptables (piezas)	pcs
6	Peso de productos aceptables (4x5)	kg
7	Tasa de rendimiento (6/3)	%

Rendimiento en el proceso de inyección -3

- Aunque 2 operadores realicen el proceso de inyección utilizando la misma máquina inyectora, el mismo molde, y el mismo volumen de material, la tasa de rendimiento **no será la misma**.
- ⇒ El método de purga de material
El procedimiento de arranque inicial
El criterio de evaluación de productos aceptables
Entre otros son diferentes, por lo que **se genera una diferencia** en la cantidad de productos aceptables (volumen de material de insumo).

Rendimiento en el proceso de inyección -4

* En caso de utilizar la máquina inyectora A:

Cantidad de productos aceptables	198,000 piezas
Cantidad de productos defectuosos	2,000 piezas
Tasa de productos aceptables	99%
Tasa de defectuosos	1%

* En caso de utilizar la máquina inyectora B:

Cantidad de productos aceptables	197,000 piezas
Cantidad de productos defectuosos	3,000 piezas
Tasa de productos aceptables	98.5%
Tasa de defectuosos	1.5%

⇒ No es solamente la comparación del rendimiento de la máquina inyectora, sino también influyen otros factores como las técnicas de moldeo por inyección, etc.

Rendimiento en el proceso de inyección -5 Práctica de cálculo-1

1	Volumen del insumo	100Kg
2	Volumen del material residual	20Kg
3	Volumen consumido	()Kg
4	Peso de un producto (g)	12g
5	Cantidad de productos aceptables (piezas)	5000pcs
6	Peso de productos aceptables	()kg
7	Tasa de rendimiento	()%

Rendimiento en el proceso de inyección -6 Práctica de cálculo-2

1	Volumen del insumo	100Kg
2	Volumen del material residual	15Kg
3	Peso de un disparo	40g/disparo
4	Número de cavidades	2 piezas/disparo
5	Peso de una cavidad	15g
6	Cantidad total de disparos	2,000 disparos
7	Tasa de productos aceptables	95%
8	Tasa de rendimiento	()%

Rendimiento en el proceso de inyección -7 Práctica de cálculo-3

1	Volumen del insumo	80Kg
2	Volumen del material residual	15Kg
3	Peso de un disparo	30g/disparo
4	Número de cavidades	2 piezas/disparo
5	Peso de una cavidad	15g
6	Cantidad total de disparos	2,000 disparos
7	Tasa de productos aceptables	95%
8	Tasa de rendimiento	()%

Para mejorar la tasa de rendimiento

- Reducir el volumen del material que se usa en el cambio de producto.
 - Uso del material de purga
 - Dominio del método de purga
 - Limpieza del husillo, etc.
- Control de la cantidad de disparos improductivos durante el arranque de la operación.
 - Control de las temperaturas del molde y del material.
- Reducir la tasa de productos defectuosos de la inyección.
 - Optimización de los parámetros de inyección
 - Optimización de la precisión por el mantenimiento de la máquina inyectora y del molde.

M5 Proceso de moldeo de plástico por inyección

M5-11 Criterios para utilizar el material reciclado

2013/2/19

Índice

- 1. Reciclaje de plásticos
 - (1) Flujo de elaboración de materiales reciclados y Principios de “Reciclado en el proceso”
 - (2) Puntos a considerar en el uso de materiales residuales
- 2. Degradación de propiedades de los materiales reciclados
 - (1) Reacciones que deterioran en el proceso de moldeo/reciclado
 - (2) Factores que influyen en la degradación de materiales reciclados
- 3. Condiciones recomendables para inhibir una degradación térmica
 - (1) Cambio en la distribución de peso molecular por hidrólisis
 - (2) Factores de la degradación térmica de las resinas
 - (3) Estabilidad de calor retenido en la resina de PBT
- 4. Número de repeticiones del reciclado y Porcentaje de mezcla de materiales reciclados, y Cambio de propiedades físicas
 - (1) Proporción de mezcla de materiales reciclados
 - (2) Amarilleo en resinas transparentes no reforzadas
 - (3) Contaminación en resinas transparentes no reforzadas
 - (4) Reciclado de resinas cristalinas y sus propiedades de tensión
 - (5) Reciclado de resinas reforzadas con fibra y longitud de fibra
 - (6) Reciclado de resinas reforzadas con fibra y cambio de sus propiedades
- 5. Ambiente de trituración y su control
 - (1) “Grado de dificultad” de trituración de resinas
 - (2) Materiales para las cuchillas trituradoras
 - (3) Estructura de trituradoras de baja velocidad
- 6. Puntos a considerar para utilizar materiales reciclados

A-301

1. Métodos de reciclado de plásticos

1. Descripción general

El reciclado tiene como objetivo moderar, a través del uso cíclico de los recursos, el consumo de recursos naturales limitados como petróleo y reducir lo más posible la carga ambiental. A grandes rasgos los métodos de reciclado de residuos plásticos se clasifican en los siguientes tres. Se muestra el resumen en la Tabla-1.

Tabla-1. Métodos de reciclaje de plásticos

Clasificación	Técnicas de reciclaje
1. Reciclaje de material	<ul style="list-style-type: none"> • Reutilización. • Convertir en materias primas de plástico. • Convertir en productos de plástico.
2. Reciclado Químico	<ul style="list-style-type: none"> • Volver a obtener monómeros. • Inyectar al alto horno como materiales alternativos de coque. • Utilizar como materias primas para la fabricación de coque. • Gasificación para fabricar gas hidrógeno. • Volver a obtener aceite para utilizarlo como materias primas químicas o combustibles.
3. Reciclado Térmico (Recuperación de Energía)	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de energía eléctrica por medio de residuos. • Combustible sólido (Derivado de residuos). • Combustible sólido (Derivado de plásticos y papeles reciclables) • Horno de cemento (Combustible para el horno en la fabricación de cemento)

2. Se Trituran los residuos de bebedero (*sprue*), colada (*runner*), productos con falta de material, etc., los cuales se reutilizan mezclando una cantidad determinada con los materiales vírgenes de pellets. Esto se llama “Reciclado en el proceso”. A continuación, se explicará este “Reciclado en el proceso”, tema importante para la reutilización y la industria de moldeo y formación.

1.(1) Flujo de elaboración de materiales reciclados y Principios de “Reciclado en el proceso”

Pasos	Principios de “Reciclado en el proceso” (Puntos a considerar)
1. Pre-secado de materiales (Pre-secado)	① Cumplir estrictamente con las condiciones de pre-secado de materiales.
2. Moldeo por inyección (Condición de moldeo por inyección)	② Ajustar apropiadamente la temperatura de moldeo, la temperatura del cilindro y el tiempo de retención.
3. Separación entre productos y desechos <i>Sprue, Runner</i>	
4. Trituradora	(Dar mantenimiento a la velocidad de rotación y a las cuchillas rotativas) (Prevenir la dispersión de partículas trituradas,. Controlar la pegada y dispersión mediante electricidad estática) (Utilizar la aspiradora en el momento de la limpieza)
5. Tamizado y Separación de partículas metálicas Tamiz, Separadora Magnética	(Acondicionar la granulometría y la forma (10 <i>mesh</i>)) (Prevenir la mezcla de partículas metálicas generadas por daños en las cuchillas rotativas, etc.)
6. Mezclado, pesaje de materiales reciclados Combinación, medición, mezclado	③ Cumplir estrictamente con la cantidad de uso de materiales reciclados y los métodos de su manejo. (Los factores de referencia son: cambio de tonos, propiedades físicas y fluidez)
• Ir al Paso “Pre-secado de materiales”	

1. Puntos a considerar en el uso de materiales residuales

1. Materiales residuales aptos para el reciclaje
 - ① Productos moldeados con falta de material (*short shot*)
 - ② Bebederos (*sprue*)
 - ③ Coladas (*runner*)
 - ④ Moldeado con daños
2. Los residuos deben ser derivados del moldeo bajo condiciones apropiadas. Se debe evitar el uso de residuos con posible degradación térmica por el calentamiento excesivo.
3. Se debe evitar todo lo posible el uso de productos moldeados con vetas generadas por la humedad. Hay posibilidad de que ya se haya presentado una degradación hidrolítica (sobre todo, los materiales abajo indicados). (PC, PET, PBT, PC/ABS, PC/PBT)
4. Se debe evitar el uso de materiales con suciedad y/o contaminación.
5. Se deben almacenar los materiales de manera que no se ocasione la contaminación de materiales vírgenes y/o algunos defectos por materiales reciclados.
6. Cuando se hacen pellets derivados de materiales reciclados, su tamaño debe ser igual al de materiales vírgenes de pellets.

5

2. Degradación de propiedades de los materiales reciclados

Clasificación de materiales	Descripción
1. Materiales no reforzados (Resinas naturales)	<ol style="list-style-type: none"> ① Cambia el matiz y al mezclar con materiales vírgenes se presentará una desviación de color. ② Debido a la disminución de peso molecular ocasionada por una rotura de la cadena molecular, se mejorará un poco la fluidez, se reducirán la elongación a la ruptura y la resistencia al impacto. ③ Con respecto a las resinas cristalinas, se aumentará la dureza de los productos moldeados por los efectos del agente nucleante de cristalización de polvos finos reciclados. ④ Debido a posible mezcla de sustancias sucias o extrañas de la trituradora y/o el depósito de bebederos y coladas, se degradarán el nivel de aislamiento eléctrico, la ductilidad y resistencia mecánica de los materiales y las propiedades ópticas.
2. Materiales reforzados con fibra de vidrio	<ol style="list-style-type: none"> ① Los polímeros base presentarán una degradación de propiedades igual que los materiales no reforzados. ② Se doblarán las fibras de vidrio o carbono, etc. por la fuerza de corte del husillo, se reducirá la longitud de las fibras por la trituración, y se reducirá el efecto de reforzamiento. Se reducirá la elongación a la ruptura, lo cual se reflejará en la resistencia al impacto.
3. Materiales resistentes a la flama	<ol style="list-style-type: none"> ① Los polímeros base presentarán una degradación de propiedades igual que los materiales no reforzados. ② Se aumentará la fluidez de los polímeros base y se reducirá el efecto inhibitor de combustión debido a la descomposición de retardador de inflamación. ③ Con respecto al reciclado en el proceso de los materiales certificados por UL, se permite la adición de materiales reciclados a 25wt% o menos, pero para la adición de materiales reciclados mayor al 25% se debe obtener nuevamente la certificación de UL.

6

2.(1) Factores que influyen en la degradación de materiales reciclados

Factores	Descripción
1. Degradación térmica de materiales y Trituración de cargas	<ul style="list-style-type: none"> • Termostabilizantes • Tipo y cantidad de colorantes • Tipo y forma de cargas
2. Degradación por las condiciones de proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Condiciones de pre-secado (temperatura, tiempo) • Temperatura de moldeo • Ciclo de moldeo (tiempo de retención) • Relación entre la capacidad de la máquina de inyección y el peso de disparo
3. Mezcla de sustancias extrañas	<ul style="list-style-type: none"> • Mezcla de desmoldantes (adhesión del desmoldante en aerosol utilizado en el moldeo anterior) • Adhesión de aceite (lubricante para moldes, etc.) • Mezcla de residuos quemados (carburos) • Mezcla de polvos metálicos (piezas a insertar y otros) • Mezcla de diferentes tipos de resina • Contaminación por otros (pinturas, adhesivos, polvos)

Datos técnicos de *Mitsubishi Engineering-Plastics Corporation*
Citado de Reciclado de Iupilon(PC)/NOVAREX(PBT), p.53

7

2.(2) Reacciones que deterioran en el proceso de moldeo/reciclado

Se encuentran los siguientes tipos de degradación que se generan en el proceso de reciclado.

1. Reacción de degradación térmica:

Principalmente se refiere a la reacción de rompimiento de la cadena principal de polímeros. Se clasifica en: ① degradación al azar, y ② despolimerización.

- ① En la degradación al azar la ruptura de la cadena principal se presenta en puntos al azar, por lo que disminuye rápidamente el peso molecular. Si avanza más la ruptura, las moléculas se transforman en un tamaño que pueden volatilizarse.
- ② La despolimerización se refiere a la reacción contraria al desarrollo de polimerización donde se generan los monómeros liberándose de las cadenas de polímeros.

2. Degradación térmica oxidativa:

Se refiere a la degradación térmica en presencia de oxígeno, la cual puede ocurrir fácilmente aun bajo condiciones moderadas.

Una mínima cantidad de radicales funcionales de polímeros reaccionan con compuestos metálicos y empieza la descarboxilación, llegando al final la carbonización.

3. Degradación hidrolítica:

Se refiere a la degradación de polímeros por medio acuoso y térmico. Es propensa a presentarse en los polímeros con enlaces de éster, amida y/o éter. Se acelera en el ambiente ácido o alcalino y/o a temperatura alta.

8

3. Condiciones recomendables para inhibir una degradación térmica

Clasificación de resinas	Pre-secado [°C] × [Horas]	Temperatura de la resina (°C)	Temperatura del molde (°C)	Grado, Límite superior de mezcla de materiales reciclados
ABS	[80-90] × [3-5] [85-90] × [3-4]	220-240 *1 220-260	40-80 50-60	Toyolac UMG ABS (EX18A) Límite superior de materiales reciclados: 20wt%
POM	[80-90] × [3-4]	190-210	60-80	TENAC Homopolímero Límite superior de materiales reciclados: 20wt%
		180-210		TENAC Copolímero Límite superior de materiales reciclados: 20wt%
	[80-90] × [3-4]	190-210	60-80	DURACON Copolímero Límite superior de materiales reciclados: 25wt%
PBT	[120] × [5-8] [120] × [5]	240-265 250-270	60-80 60-80	Novaduran DURANEX Límite superior de materiales reciclados: 30wt% Límite superior de materiales reciclados: 25wt%
PC	[120] × [4-]	260-320※2	70-120	lupilon Límite superior de materiales reciclados: 20-30wt%
PA66	[80-90] × [2-3]	270-290 270-295	75-85 80	LEONA Amilan Límite superior de materiales reciclados: 20wt% UL (25%)
PA6	[80-90] × [2-3]	245-280	80	Amilan Límite superior de materiales reciclados: 20wt% UL (25%)
mPPE	[90-100] × [2-4]	280-330	80-130	Zylon Límite superior de materiales reciclados: 20wt%
PPS	[140] × [3]	300-320	130-150	FORTRON TORELINA Límite superior de materiales reciclados: 25wt%

*1 Temperatura del cilindro configurada, ※2 Temperatura de moldeo
Elaborado de acuerdo con los datos técnicos que proporcionan los fabricantes japoneses.

3.(1) Cambio en la distribución de peso molecular por hidrólisis

- En las resinas de PC, PET o PBT con enlaces de éster, al moldearlas bajo condiciones higroscópicas, se presentará una hidrólisis de manera significativa.
- Debido a la ruptura de moléculas ocasionada por hidrólisis, disminuirá el peso molecular (peso molecular promedio). Cambiará la distribución de peso molecular en una forma con mayor tendencia de bajo peso molecular.
- Se presentarán defectos en su apariencia (vetas plateadas, burbujas, etc.) y una degradación de la resistencia mecánica, sobre todo, en la elongación a la ruptura, resistencia al impacto, resistencia a la fluencia, resistencia a la fatiga, etc.

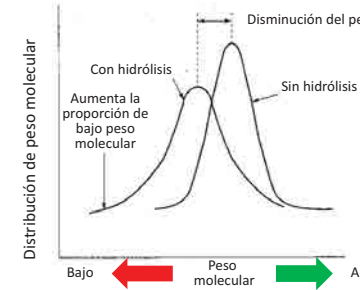


Figura-1. Cambio en la distribución de peso molecular por la hidrólisis

Seiichi Honma: Propiedades de resistencia mecánica de plástico para los diseñadores, p.93, (2006)
Kogyo Chosakai Publishing Co., Ltd.

3.(2) Factores de la degradación térmica de las resinas

- La temperatura de moldeo y el tiempo de retención influyen considerablemente en la degradación térmica.
- En caso de configurar una alta temperatura de moldeo para el material, se acelerará la degradación térmica debido a la generación de calor por fricción del husillo.
- Se observa la diferencia en la degradabilidad térmica según los tipos y la cantidad de aditivos, colorantes, retardadores de combustión, etc.
- ¿Cómo se determina que se haya presentado la degradación térmica?
 - ① ¿El producto moldeado presenta una decoloración en comparación con el producto conforme?
 - ② ¿En el producto moldeado no se presentan vetas plateadas y/o quemados de resina?
 - ③ ¿El peso del producto moldeado no ha aumentado en comparación con el producto conforme?
 - ④ ¿No están frágiles las coladas (runner)?

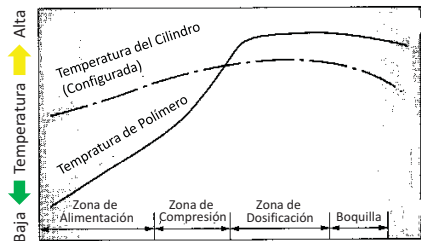


Figura-2. Temperatura de moldeo y Temperatura de la resina

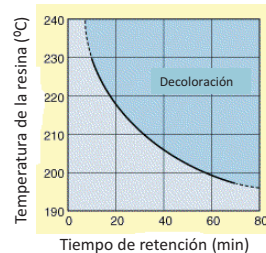


Figura-3. Margen de resistencia a la decoloración térmica

3.(3) Estabilidad de calor retenido en la resina de PBT

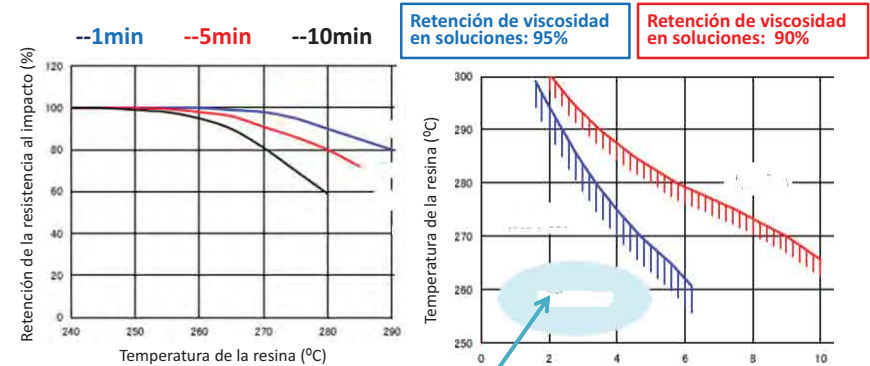


Figura-4. Temperatura de la resina de PBT, tiempo de retención y su resistencia al impacto.

Figura-5. Temperatura de la resina de PBT, tiempo de retención y la tasa de retención de la viscosidad en soluciones

* Material ; Novaduran (5010R5) GF10%

Mitsubishi Engineering-Plastics Corporation, Citado de Reciclado de lupilon & NOVAREX

4. Número de repeticiones de reciclado y Porcentaje de mezcla de materiales reciclados, y Cambio de propiedades físicas

- En caso de mezclar materiales reciclados con vírgenes en una proporción determinada, la parte reciclada repetidas veces se desplaza del sistema reciclado, incorporada en el producto moldeado en una proporción determinada. Por lo que las propiedades físicas no se degradarán de manera drástica, sino que teóricamente tenderán a valores determinados. Por lo tanto, es conveniente que los materiales reciclados sean utilizados mezclándolos con los vírgenes en una proporción determinada.
- Se debe evitar el uso repetitivo de materiales reciclados 100%.

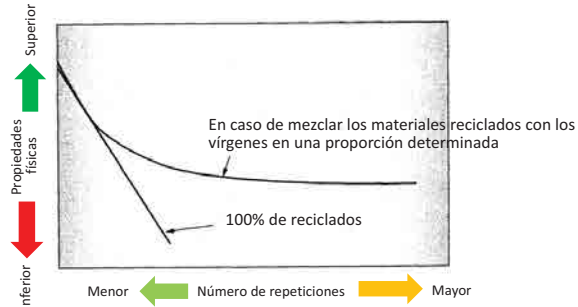
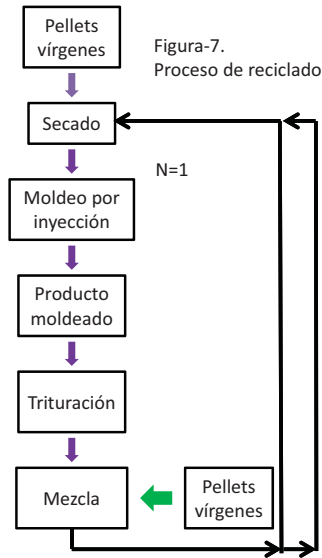


Figura-6. Número de repeticiones de reciclado y Propiedades físicas

Seichi Honma: Propiedades de resistencia mecánica de los plásticos para los diseñadores, p.100, (2006) Kogyo Chosakai Publishing Co., Ltd.

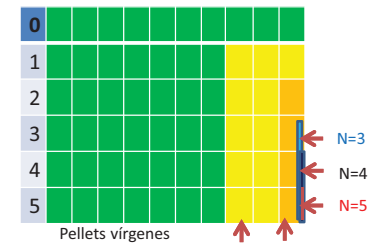
4.(1) Proporción de materiales reciclados



N	Virgenes	1	2	3	4	5
0	1					
1	1-r	r				
2	1-r	r(1-r)	r ² (1-r)			
3	1-r	r(1-r)	r ² (1-r)	r ³		
4	1-r	r(1-r)	r ² (1-r)	r ³ (1-r)	r ⁴	
5	1-r	r(1-r)	r ² (1-r)	r ³ (1-r)	r ⁴ (1-r)	r ⁵

* La proporción de mezcla de materiales reciclados se expresa con un valor determinado, "r".

Figura-8. Una idea de la mezcla de reciclados 30wt%



4.(2) Amarilleo en resinas transparentes no reforzadas

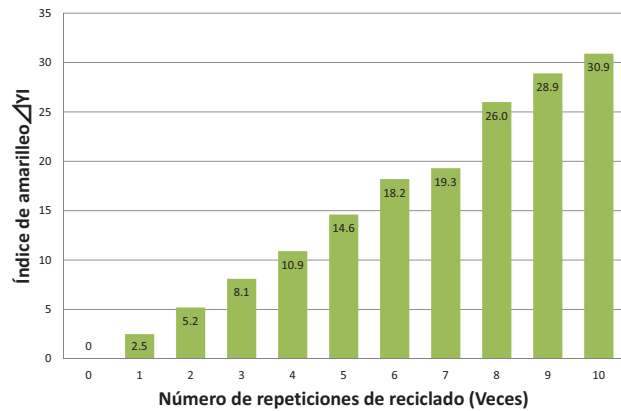


Figura-9. Número de repeticiones de reciclado de PC y fenómeno de amarilleo
Material: PC, lupilon S300R

Índice de amarillo (YI): Grado de distancia del matiz desde el incoloro o blanco hacia el amarillo.
Índice de amarilleo (ΔYI): Diferencia entre los índices de amarillo antes y después de una exposición

Mitsubishi Engineering-Plastics Corporation, Basado en las muestras técnicas de lupilon

4(3) Casos de contaminación en resinas transparentes no reforzadas

	Clasificación del grado de contaminación (μm)				
	0.5-1.0	1.0-2.0	2.0-5.0	5.0-10.0	10.0-21.0
Materiales vírgenes	12,000	200	50	0	0
Productos con 20% de materiales reciclados	522,320	5,290	680	100	0
Productos con 30% de materiales reciclados	858,710	8,790	1,220	90	10
Productos con 50% de materiales reciclados	1,406,230	16,680	2,000	200	10

"Número de partículas"

Nota 1. Método de medición: Método de dispersión de luz láser
HIAC/ROYCO modelo 4000 Contador de partículas

※ Material: lupilon H-3000R Transparente PC
Mitsubishi Engineering-Plastics Corporation, Basado en las muestras técnicas de lupilon

4.(4) Reciclado de resinas cristalinas y sus propiedades de tensión

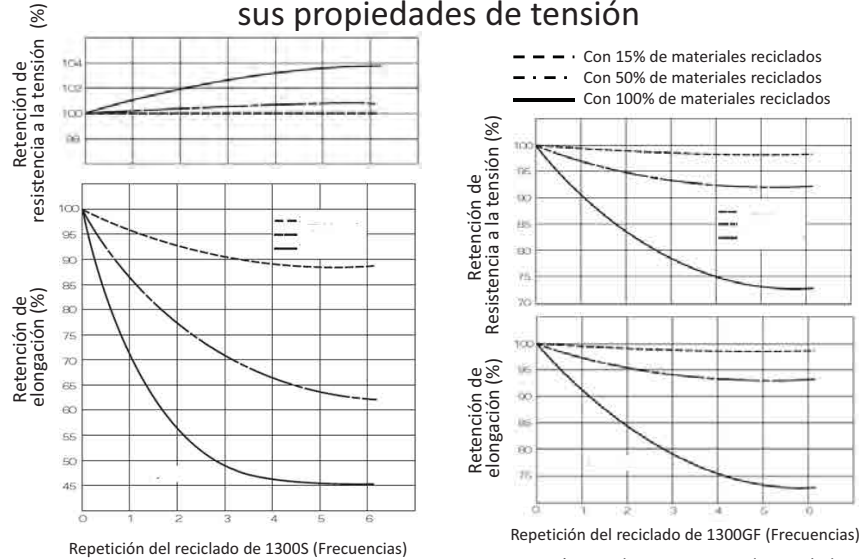


Figura-10. Número de repeticiones de reciclado de PA66 no reforzada y sus propiedades de tensión

Figura-11. Número de repeticiones de reciclado de PA66 reforzada y sus propiedades de tensión

4.(5) Reciclado de resinas reforzadas con fibra y cambio de sus propiedades

1. Con repeticiones de reciclado, se degradará la resistencia de los materiales reforzados con fibra de vidrio debido a la rotura y fragmentación de fibras.
2. Si la proporción de mezcla de materiales reciclados es menor al 30%, la degradación de su resistencia será reducida.

Clasificación	Número de repeticiones	Longitud promedio de fibra μm	Resistencia a la flexión Kgf/cm^2	Módulo elástico a la flexión Kgf/cm^2
Materiales vírgenes	-	241	1220	36,000
100% de materiales reciclados	1	187	1130	33,700
	2	154	1070	31,600
	3	146	1040	30,900
	4	140	1110	30,200
30% de materiales reciclados	1	-	1180	34,700
	2	-	1180	34,700
	3	-	1180	34,700
	4	-	1180	34,700

Tabla – Relación entre el número de repeticiones de reciclado de policarbonato reforzado con fibra de vidrio y su resistencia

Material: Lupilon GS2010M

Compilado por Seiichi Honma: Manual de resinas de policarbonato, p.479 (1992), Nikkan Kogyo Shimbun Ltd. 18

4.(6) Reciclado de resinas reforzadas con fibra y Longitud promedio de fibra

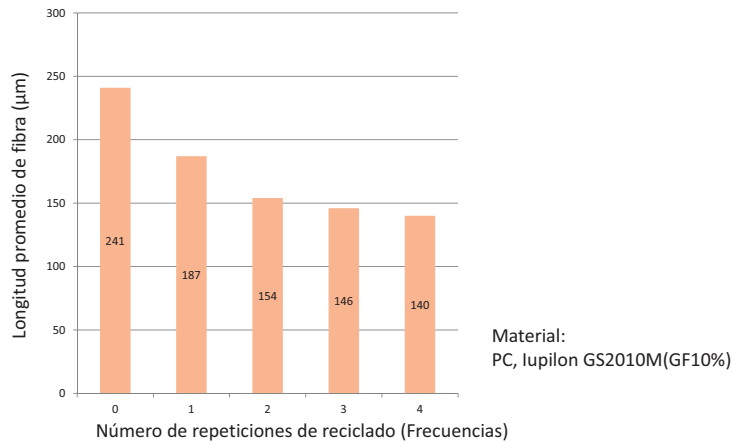


Figura-12. Número de repeticiones de reciclado de PC reforzado con fibra de vidrio y Longitud promedio de fibra

Mitsubishi Engineering-Plastics Corporation, Basado en las muestras técnicas de lupilon

5. Ambiente en que se hace la trituración y su control

1. Acondicionamiento del ambiente en que se hace la trituración:

- Se debe prevenir la contaminación, la dispersión y la difusión de partículas al exterior.
- El área de trituración debe contar con una ventilación local que conduce afuera del edificio.
- Se deben tomar medidas antiestáticas para evitar que las partículas salgan al exterior, pegadas a personas y/o materiales por la electricidad estática.

2. Tamaño de objetos a triturar:

El tamaño triturable se determina según la **carcasa de la cortadora (tolva)**. Se debe seleccionar una máquina adecuada de acuerdo con la forma de las coladas (*runner*) y las dimensiones del producto moldeado.

3. Velocidad de rotación de la trituradora:

Según los tipos de **plástico** a triturar, será diferente la velocidad de rotación de las cuchillas.



4. Granularidad de materiales triturados:

Se debe seleccionar el diámetro del orificio del tamiz de la trituradora para ajustar la granularidad que se obtiene después de la trituración.

5. Limpieza y mantenimiento de la trituradora:

Por regla general, se realiza la limpieza por aspiradora. En el momento de desarmar la trituradora, se debe asegurar que esté desenchufada.

6. Método de almacenamiento de los materiales reciclados después de la trituración:

Hasta el momento de la medición y mezcla de los materiales reciclados y los vírgenes, no se deben almacenar directamente en el piso, sino siempre se deben colocar sobre un contenedor, etc. manteniendo condiciones apropiadas para que no se peguen basuras del piso en el fondo de las bolsas de los materiales reciclables.

Nota: Plástico rígido: PPS, PA, PBT, LCP. Plástico blando: PP, PE, PUR, Elastosmer.

5.(1) “Grado de dificultad” de trituración de resinas

PTFE: Poly Tetra Fluoro Ethylene
 PI: Polyimide

Cauchos: Hule
 PPS: Sulfato de poli-fenileno
 PUR: Resina de poliuretano
 PC: Policarbonato
 PP: Polipropileno
 PA6,66: Poliamida 6,66
 PS: Poliestireno
 ABS: Acrilonitrile-butadieno-estireno
 PBT: Polibutileno tereftalato
 PET: Polietileno-tereftalato
 PVA

PVC: Cloruro de polivinilo
 EP: Resina epoxi

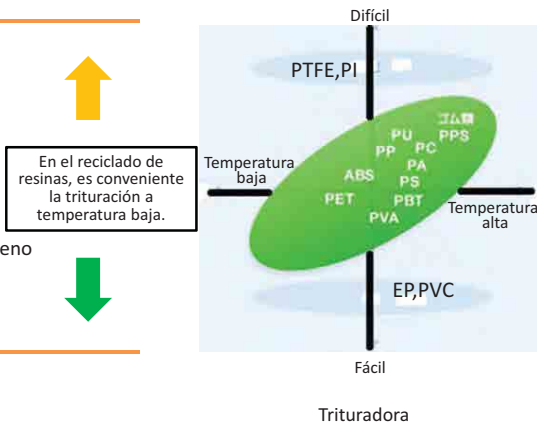


Figura-13. Grado de dificultad de la trituración de resinas

KAWATA MFG CO., Ltd. www.kawata-mfg.jp

5.(2) Materiales para las cuchillas trituradoras

Para las cuchillas de la trituradora se utiliza acero para herramientas. Se selecciona un material adecuado de acuerdo con los objetos a trabajar.

1. **Aleación de acero para herramientas, Acero forjado en frío para matrices (SKD11):** Se utilizan para las cuchillas rotativas o fijas, principalmente en las trituradoras de un solo eje con una gran capacidad de trabajo.
2. **Acero SC (S50C):** Se utiliza para el soporte de las cuchillas rotativas, etc. en las trituradoras de un solo eje.



Cuchillas rotativas de acero de carburo de tungsteno



Limpieza de las cuchillas



Separadora magnética: Se eliminan metales mediante la magnetización.

Fuente: www.nihonmeka.co.jp

5.(3) Ejemplos de la estructura de trituradoras de baja velocidad



Foto de la vista exterior

Foto: MATSUI MGL2-100-J



Cuchillas fijas y Raspadora



Limpieza fácil: Se puede abrir completamente sin herramientas.

6. Puntos a considerar para utilizar materiales reciclados

1. La cantidad de los materiales vírgenes y de los reciclados a mezclar se determina tomando como referencia un 90% de la retención de resistencia mecánica de los materiales vírgenes.
 - ① Para las resinas no reforzadas, la proporción de materiales reciclados se determinará como referencia entre 20 y 25%.
 - ② Para las resinas reforzadas, la proporción de materiales reciclados se determinará como referencia entre 20 y 30%.
 - ③ Según los usos a que se destinan, tales como artículos ópticos, partes importantes de seguridad, etc., la proporción de materiales reciclados será de 0%.
 - ④ Para la certificación UL para el grado retardante de combustión, la mezcla de reciclado está permitida hasta 25%.
 - ⑤ La mezcla se debe realizar de manera suficiente. Es necesario prestar atención a la separación de partículas en diferentes grados durante el traslado (se necesita el trabajo de mezclar de nuevo).
 - ⑥ La mezcla de materiales reciclados puede provocar una desviación de matiz. Por lo que se deben realizar siempre discusiones previas con el cliente.
2. Homogeneización del tamaño de materiales reciclados (tamizado, repeletización):
 - ① Se ajusta al tamaño de los materiales vírgenes. (Unidad de USA mesh: 10Mesh = Abertura de tamiz: 2.0mm)
 - ② Para los materiales que se convierten fácilmente en polvos o son resbaladizos, se aplicará la peletización.
3. Separación y eliminación de sustancias extrañas:
 - ① Para eliminar partículas metálicas, se aplica un imán. Con respecto a pelusas, trozos de papel o película, se aplicará el tamizado.
4. Minimización de la historia térmica:

La degradación se moderará por la aplicación de una temperatura adecuada de moldeo y la minimización del tiempo de retención en el moldeo.

Es importante conocer bien el número de repeticiones de historia térmica del material a través del “Reciclado en el proceso” controlado.
5. Con respecto al ambiente en que se hace la trituración, como medidas contra la dispersión y difusión de partículas se deben aplicar: la ventilación local, las medidas antiestáticas y la limpieza con aspiradora; los materiales reciclados no se deben almacenar directamente en el piso, sino que se deben colocar sobre un contenedor o tarima, etc.

M5 Proceso de moldeo de plástico por inyección

M5-11 Criterios para utilizar el material reciclado (Manejo de la máquina trituradora)

24 de febrero de 2014

1

Índice

- | | |
|--|---|
| 1. Proceso de trituración | Anexo 1 Explicación de la máquina trituradora ModelDAS-20 |
| 2. Definición y propósito de la trituración | Anexo 2 Sistema de trituración con enfriamiento <i>Sub Cero</i> o congelación |
| 3. Mecanismo de trituración | Anexo 3 Reducción de volumen por fragmentación |
| 4. Manejo y sistema de trituración | |
| 5. Puntos clave para la selección del tipo de máquina trituradora | |
| 6. Máquina trituradora tipo corte de alta velocidad con un eje | |
| 7. Máquina trituradora de hoja de película y lámina con retroalimentación a la máquina de moldeo | |
| 8. Trituración del producto de extrusión de perfiles y producto de moldeo FRP | |
| 9. Estructura de la máquina trituradora ModelDAS-20 | |
| 10. Trabajo de trituración y control de seguridad (repasso) | |

2

A-307

1. Proceso de trituración

Para reciclar el plástico residual generado de diferentes formas, es importante triturarlo finamente como en el proceso anterior, para facilitar su reutilización.

1. Objetos sujetos a trituración

① Línea de moldeo de inyección

- Sprue, colada y productos defectuosos de moldeo, etc.*1.
- Triturar en partículas homogéneas similares al tamaño del pellet del material virgen.

② Línea de moldeo por extrusión

- Borde de recorte*2, productos defectuosos, etc.

2. Después de colar, mezclar con el material virgen y utilizarlo a través de un secado previo.

Hay ocasiones en que se hacen pellets con la máquina extrusora o se hace el moldeo por inyección sin realizar estos procesos.

3. Se utiliza la máquina trituradora adecuada para cada método de moldeo ya que la forma y el tamaño del objeto varían.

Nota: *1 Productos con menor deterioro de material

*2 El borde de recorte es el residuo del proceso de corte de ambos extremos de las películas y láminas

3

2. Definición y propósito de la trituración

1. Definición

La trituración se refiere, a una operación mecánica para aumentar el área superficial del producto de moldeo, fragmentándolo mediante una fuerza dinámica.

2. Propósito

- (1) Con la trituración se fragmenta el producto moldeado, además de darle fluidez y así facilitar su manejo.
- (2) Al ser triturado se aumenta la superficie del producto moldeado y se aumenta la velocidad de la transformación física y química. También se mejoran las características de homogeneidad y maleabilidad.

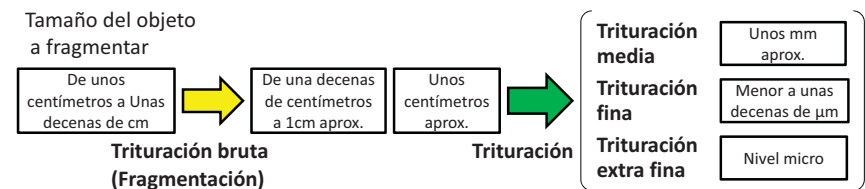


Figura -1 Clasificación de la trituración

Editado por: Academia de Ingeniería Química:

Manual de ingeniería química (Revisión 6) P1264 (1999) Maruzen

4

3. Mecanismo de trituración

1. Mecanismo de fragmentación y trituración

Cuando la energía del cortador rotatorio se convierte en la fuerza de impacto, de fricción, de corte y de contracción y se le agrega al producto moldeado, se genera una deformación y destrucción transformando el esfuerzo interno de un producto moldeado.

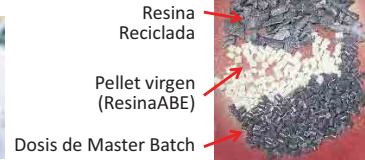
Este es el proceso en que se produce más área superficial del producto moldeado.

- En el trabajo de fragmentación las fuerzas principales son las de impacto y contracción, mientras que en el trabajo de trituración fina, las fuerzas principales son las de corte y de fricción.

2. Método

En el molino de corte se aplica el principio de corte. Se corta el producto moldeado con el filo estático y el rotatorio, se granula y se ajusta la granulometría con una criba. Se realiza la trituración continua (continuous grinding).

La trituración por lote (batch grinding) es el caso de la trituración por mortero (mortar), etc.



Resina Reciclada

Pellet virgen (Resina ABE)

Dosis de Master Batch

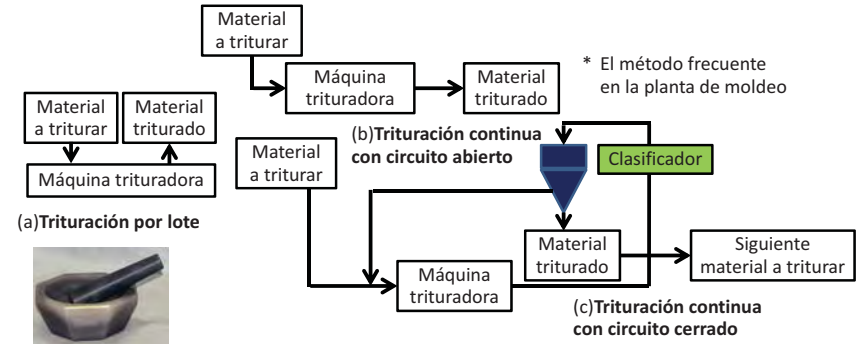
Fotografía 1 Objeto a triturar y forma de la resina antes de mezclar

5

4. Manejo y sistema de trituración

1. Trituración seca (Dry Grinding)

Se denomina trituración seca a la trituración en el aire. Para evitar la oxidación y la explosión de polvo, hay ocasiones en las que se crea vacío o se inyecta un gas inerte en el interior la máquina trituradora.



(a) Trituración por lote



Fotografía -2 Trituración por mortero

Figura -2 Método de operación de trituración

Editado por: Academia de Ingeniería Química: Manual de ingeniería química P1264 (1999) Maruzen

6

4. Manejo y sistema de trituración

2. Trituración continua

En la trituración continua se realiza la trituración en un circuito abierto o cerrado. En la trituración con circuito cerrado, el objeto ya triturado por la máquina trituradora continua, se pasa por la máquina clasificadora y las partículas mayores al diámetro establecido, se retornan al punto de origen.

Se trituran nuevamente con la máquina trituradora y solo los productos extraídos del lado del molino de la máquina clasificadora, se suministran nuevamente como material a triturar (material a fragmentar).

3. Condiciones de la máquina trituradora y método para cambiar las características físicas del producto moldeado

A la trituración le acompaña un fenómeno de calentamiento. Frecuentemente se genera oxidación, ablandamiento, adhesión del material por fusión, y para evitar estos fenómenos hay ocasiones en las que se enfría la máquina trituradora y el producto moldeado.

Ver anexo 2 Datos de trituración con enfriamiento *Sub zero* y congelación

- Enfriamiento de la camisa de la máquina trituradora
- Aplicación de aire de baja temperatura e inyección de nitrógeno líquido, etc.

En el enfriamiento con nitrógeno líquido, aprovechando la fragilización por la baja temperatura, se pueden triturar las resinas y los productos moldeados que son imposibles de triturar a temperatura ambiente.

7

5. Puntos clave para la selección del tipo de máquina trituradora

Para la trituración de bebederos y coladas moldeados por inyección o el uso común con la trituración del producto moldeado defectuoso o para la trituración con el objetivo de reciclaje o reducción del volumen del producto moldeado por extrusión (perfiles, película, láminas y soplado), se selecciona el tipo de máquina dependiendo de las dimensiones, forma, volumen del objeto a triturar, además de la capacidad de la máquina.

1. Tipo de plástico a triturar

Se cambia la máquina trituradora óptima (velocidad de rotación del filo rotatorio), dependiendo del tipo de resina a triturar.

- Materiales aptos para velocidad baja (20-30rpm) plásticos duros: PPS, PA, PBT, LCP, etc.
- Materiales aptos para velocidad media (150rpm) y alta (580rpm): plásticos blandos: PP, PE, uretano, elastómero, etc.

2. Tamaño del objeto a triturar

El tamaño del objeto a fragmentar determina la cámara de corte (boca de alimentación) de la máquina trituradora

- Forma de la colada
- Dimensiones del producto moldeado: pequeño, mediano, grande.
- Bloque de purga, etc.

3. ¿A qué tamaño se triturará?

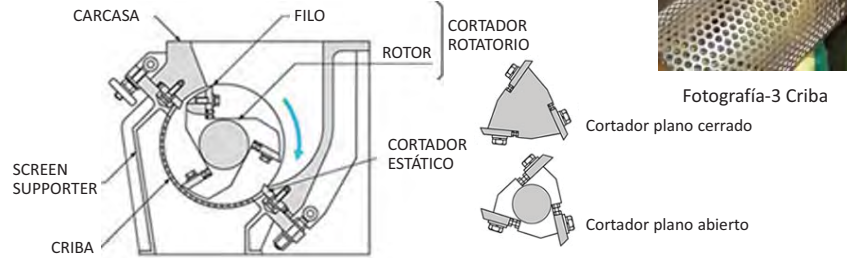
Se ajusta la granulometría de la trituración, seleccionando el diámetro de los poros de la criba o reduciendo la holgura entre el filo rotatorio y el fijo.

4. Capacidad de procesamiento

Se selecciona el tipo de máquina dependiendo del volumen a triturar (capacidad de procesamiento por hora).

8

6. Máquina trituradora tipo corte de alta velocidad con un eje



Fotografía-3 Criba

- 1) La fuerza de trituración es la fuerza de corte que se genera entre el cortador rotatorio y el cortador estático.
- 2) El producto moldeado, alimentado por la parte superior, es triturado y extraído a través de la criba de la parte inferior.
- 3) Modificando el diámetro de los poros de la criba se obtiene la granulometría. Cuando el objeto triturado es más grande que el diámetro del poro, dicho objeto es levantado por el cortador rotatorio, triturado nuevamente y extraído hasta que llegue al tamaño del diámetro del poro de la criba.

HORAI Co, Ltd. www.horai-web.com

9

7. Máquina trituradora de hoja de película y lámina con retroalimentación a la máquina de moldeo

1. Requisitos de la máquina trituradora exclusiva para la película y lámina
 - (a) Buen flujo de aire y poco calentamiento.
 - (b) El filo del cortador rotatorio y del estático deben ser agudos.
 - (c) El espacio entre los filos de ambos cortadores debe ser reducido.
2. Hay una tecnología simple para convertir en pellets. Se se alimenta el sobrante del corte de la película y la lámina, manteniendo la forma de cinta, a la máquina de moldeo por extrusión de dos ejes y así salen pellets.



Método de alimentación por rodillos



Husillo para la máquina de extrusión de amasado y mezcla de dos ejes



Especificaciones de tolva con rodillos de alimentación



Fotografía -5 Máquina de extrusión de amasado y mezcla de dos ejes tipo compacto (TEM-26SS)

Fotografía-4 HORAI Co, Ltd. www.horai-web.com

TOSHIBA MACHINE Co.,Ltd. www.toshiba-machine.co.jp

10

8. Trituración del producto de extrusión y productos de moldeo FRP

1. El material termoplástico reforzado con fibra no vítrea y el producto moldeado por extrusión se trituran, después de haber sido cortados con la sierra cinta en una longitud menor al ancho de la boca de alimentación de la máquina trituradora.
2. Material termofijo reforzado con fibra (FRP)
 - El problema está en el corte de la fibra de vidrio para refuerzo en el momento del corte y trituración, además el daño en el filo es severo, por lo que no se ha desarrollado una máquina trituradora exclusiva para el FRP. Se utiliza la trituradora común.



Fotografía-7 Producto extruido de perfiles



Fotografía-6 Sierra cinta

- REXON Sierra cinta de 10 pulgadas BS-10K2
Tamaño de escritorio
- Es posible cortar hasta un espesor máximo de 180mm
 - Sierra estándar: 10mm x 6 dientes

Editado por: Academia de procesos de moldeo de plástico: Tecnología de punta del proceso de moldeoP388, (1999) SIGMA SHUPPAN

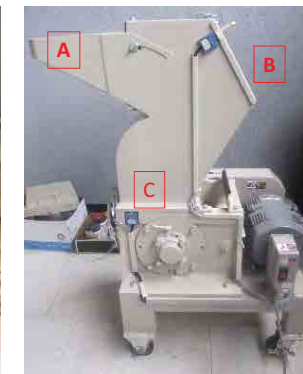
11

9. Estructura de la máquina trituradora ModelDAS-20

Fotografía-8 Vista exterior de diferentes planos



Vista frontal



Vista lateral (Lado del switch de la fuente de energía)



Vista trasera

12



10. Trabajo de trituración y control de seguridad (repass)

Cita: M3-9

Precaución

Las cuchillas **giran**.⇒No introduzcan las manos en el interior de la entrada de material. Utilicen la **cubierta** sin falta (utilicen el **interruptor de límite**).

Limpieza del interior⇒**Desactiven** sin falta la **alimentación eléctrica** (desenchufar).

Falta de limpieza⇒Mezcla de materiales extraños

Tampoco permitan mezcla de objetos ajenos a la **resina** (sobre todo **metales**).

Salpican materiales molidos.⇒ **Lentes de seguridad**

El ruido del molino es alto.⇒**Medidas contra el ruido** (cubre oídos)

Tengan precaución con el **filo de la navaja** al limpiar el interior.⇒No **corten** sus dedos.

NISSEI Escuela Texto
Equipos periféricos y sus funciones
14

Anexo 1 Especificaciones de la máquina trituradora suministrada al CNAD

	Capacidad	Diámetro de la boca de la tolva	Diámetro del cortador	Dimensiones de la instalación	Peso	Potencia del motor	Capacidad/volumen
Unidad	Kg/hr	mm	mm	mm	Kg	Kw	l
DAS-20	100	300X200	200X200	570 X 990 X 1,230	250	2.2	50

DAIKO SEIKI CO LTD
Model DAS-20 HP3, R.P.M 550
MFG.No 22G-09

15

Anexo 2 Datos de trituración con enfriamiento Sub Cero y congelación

La trituración a baja temperatura *Sub Cero* o congelación es una tecnología para triturar la resina y el hule que son difíciles de triturar a temperatura ambiente, utilizando la fragilidad producida por la baja temperatura del plástico o para triturar la materia alimenticia que presenta adherencia debido a componentes de bajo punto de fusión, reduciendo la temperatura (enfriamiento *Sub Cero* o congelación), agregando refrigerante tales como nitrógeno líquido, etc.

Material	Temperatura de trituración °C	Temperatura de transición vítrea [°C]	Volumen de procesamiento por caballos de potencia [Kg/hr HP]	Consumo de nitrógeno líquido [KgLN2/kg]	Observaciones
PVC	-50	70-80	25	0.4	100mesh45% Pass
PE	-100	-120	10	1.2	50mesh75% Pass
PP	-50	-10	4	2.5	100mesh28% Pass
PP	-50		0.3	3.3	
PA12	-80	45	2	5.0	149mesh90%pass

Notas * 45% pasó 1 100mesh:150µm(o.15mm), el 75% pasó 50mesh:300µm, (0.30mm), 90% pasó 149mesh:100µm, (0.10mm).

* 2 La trituración a bajas temperaturas utilizando nitrógeno líquido a -196°C, una temperatura extremadamente baja, se considera como trituración por congelación.

Editado por: Academia de Ingeniería Química: Manual de ingeniería química (Revisión versión 6) P1264(1999)Maruzen

16

Anexo 3 Reducción de volumen por fragmentación de residuos

Material	Forma	Porcentaje de reducción de volumen	Volumen de procesamiento Ton/hr	Peso específico aparente final *1
Polipropileno	Lonchera	0.35	0.63	0.21
Polipropileno	Esfera hueca	0.35	0.72	0.11
Polipropileno	Tabla	0.88	1.57	0.11
Acrílico	Tabla	0.76	2.10	0.40
Cloruro de vinilo rígido	Tabla	0.80		0.34
ABS		0.34	-	0.21
FRP	Tina	0.12	0.71	0.32

Nota: Tipo de cortador de trituradora de martillos

* 1 Peso específico aparente

El peso específico cuando el interior de la muestra tiene un espacio (espacio delgado cerrado) que no está conectado con la parte exterior.

Editado por: Academia de Ingeniería Química: Manual de ingeniería química
(Revisión versión 6) P1264 (1999) Maruzen

M6 Cambio de molde en la máquina de inyección

M6-1-1 Montaje y desmontaje de los moldes (FNX80)

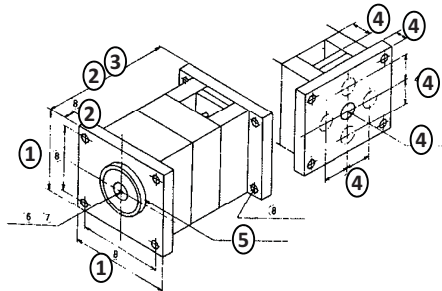
25/Oct/2011

Índice

1	Preparación previa al montaje	1 - 8	P.3 - P.10
2	Montaje del molde	1 - 14	P.11 - P.24
3	Desmontaje del molde	1	P.25
4	Modo de operación de la máquina inyectora	1 - 8	P.26 - P.33

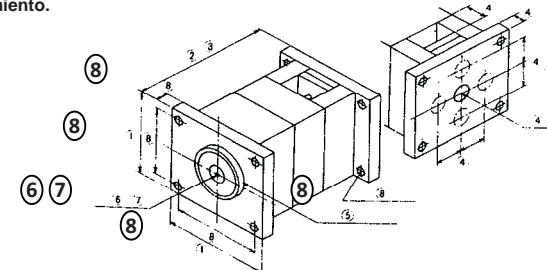
1.Preparación previa al montaje -1

- 1-1 Comprobación previa al montaje
Verificar si se puede montar el molde en cuestión a la máquina de inyección.
- ① Dimensiones del molde (longitud x ancho), distancia entre las barras, dimensiones del montaplaca.
 - ② Espesor del molde: mínimo (máximo)
 - ③ Carrera de apertura del molde: relación entre la especificación del molde y el modo de extracción del producto moldeado
 - ④ Formular el juicio tomando en cuenta la carrera de eyección, la posición y el diámetro de la barra, la estructura del molde.
 - ⑤ Diámetro del anillo centrador: No se puede emplear si el diámetro es más grande (retirar). Se utiliza un anillo auxiliar en el caso de que quede pequeño.



1. Preparación previa al montaje -2

- 1-1 Comprobación previa al montaje
- ⑥ Radio del buje del bebedero (sprue) y el diámetro:
radio de la boquilla $r <$ radio del buje del bebedero R
diámetro de la boquilla $<$ diámetro del buje del bebedero
 - ⑦ Distancia saliente de la boquilla: Se utiliza una boquilla de prolongación si el molde es profundo.
 - ⑧ Diámetro y el paso de barrenos para montaje del molde: Se utilizan grapas de fijación si no coinciden.
 - ⑨ Longitud de perno de guía del molde y resorte incorporado: Se utiliza el seguro si hay temor de que se abra el molde durante el colgado para montaje.
 - ⑩ Cerciorarse de que coincidan los conectores de las mangueras entre el molde, termocontrolador y la máquina de inyección; así como verificar los canales de agua de enfriamiento.

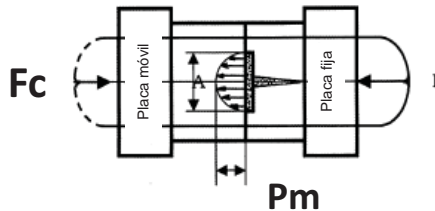


1. Preparación previa al montaje -3

1-1 Comprobación previa al montaje

- ⑪ Verificar si el molde a montar (producto moldeado) está conforme con las especificaciones de la máquina de inyección o no.
Volumen de inyección, peso de una colada, fuerza de cierre necesaria
¿Se puede usar el material de moldeo (temperatura del cilindro) ?
- ⑫ Canales de enfriamiento del molde, canales de entrada/salida/retorno en U, forma de conexión

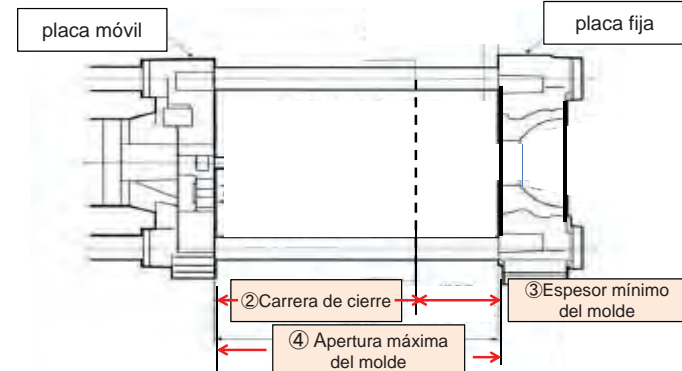
Fuerza de cierre $F_c \geq P_m \times A \times 1.25$



1. Preparación previa al montaje -4

(Datos de referencia: Especificaciones de la máquina de inyección -1)

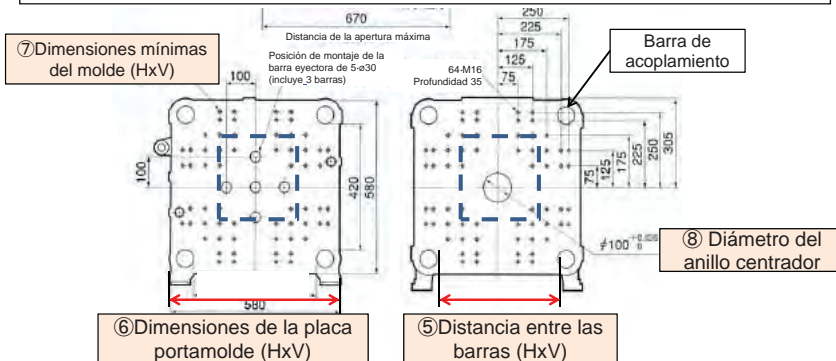
- ② Carrera de cierre 470mm: Carrera máxima del pistón
- ③ Espesor mínimo del molde 200mm: Espesor mínimo del molde utilizable
- ④ Apertura máxima del molde 670mm: Distancia de apertura máxima



1. Preparación previa al montaje -5

(Datos de referencia: Especificaciones de la máquina de inyección -2)

- ⑤ Distancia entre las barras de acoplamiento (HxV) 420x420mm: Distancia interior entre las barras
- ⑥ Dimensiones de la placa portamolde (HxV) 580x580mm: Dimensiones máximas de la placa
- ⑦ Dimensiones mínimas del molde (HxV) 270x270mm: Dimensiones mínimas del molde con el uso de la fuerza máxima de cierre del molde
- ⑧ Diámetro del anillo centrador 100mm: Medida de anillo centrador

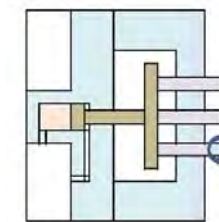


1. Preparación previa al montaje -6

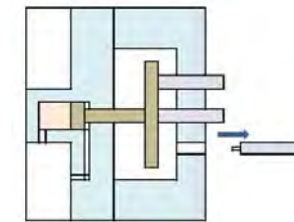
1-2 Ajuste del émbolo de eyección

Se realiza de la siguiente manera tanto para el cambio de posición del émbolo de eyección como para el ajuste del tornillo que sale de la placa móvil.

- ① Preajustar al máximo la carrera de eyección de la máquina de inyección.
- ② Oprimir el botón (ON) de paro momentáneo de eyección.
- ③ Maniobrar el switch de eyección, regresándolo a la posición (N) cuando la eyectora se haya parado momentáneamente. Posteriormente se para el motor de la bomba.
- ④ Quitar y poner los émbolos de eyección de acuerdo al paso del molde.



Girar para aflojar el tornillo.



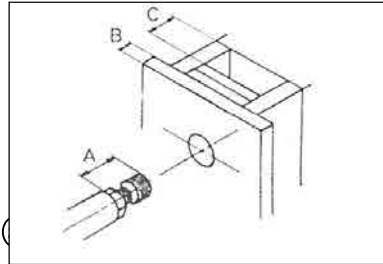
Extraerlo

1. Preparación previa al montaje -7

1-2 Ajuste del émbolo de eyección

- ⑤ En un molde como el presentado en el dibujo inferior, cuando se necesite que la carrera C sea casi la misma que la carrera de ejectora de la máquina, se coloca un perno en la parte delantera del émbolo.
- ⑥ Cerciorarse de que, al retroceder el émbolo de eyección, la punta no salga de la cara de montaje del molde en la placa móvil. (Si se sale, se estima que no se ha apretado suficientemente.)
- ⑦ No se realiza el movimiento de retroceso del ejector si está abierta la puerta de seguridad.

$$A + \text{unos } 2\text{mm} < B$$

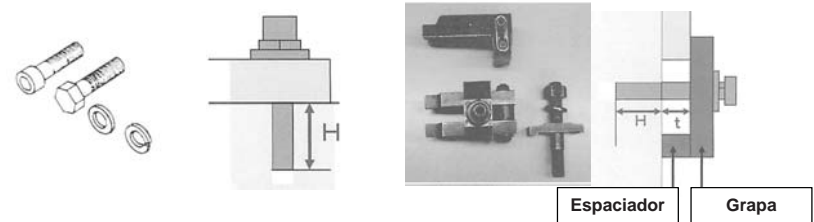


1. Preparación previa al montaje -8

1-3 Preparación de los tornillos y grapas de fijación (clamp)

Montar el molde directamente usando tornillos y arandelas planas o elásticas si la placa portamolde cuenta con los barrenos para montaje con los mismos pasos que los del molde. Se usan las grapas si los barrenos no coinciden.

- ① Tornillos: Usar tornillos de cabeza hexagonal, de cabeza hueca hexagonal (de cabeza redonda), arandelas elásticas o planas.
- ② Longitud del tornillo: La profundidad de atornillado (H) en la placa fija o móvil será 1.5 a 1.8 veces del diámetro del tornillo.
- ③ No usar tornillos con rosca dañada.



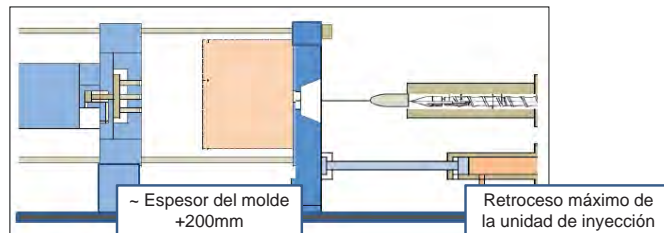
2. Montaje del molde -1

2-1 Ajuste mecánico al momento del montaje del molde

Para el montaje del molde, ajustar tanto la posición de parada de apertura del molde como la posición de la unidad de inyección.

- ① Unidad de inyección: Hacer retroceder la unidad de inyección hasta la posición de retroceso máximo que permita comprobar el anillo centrador del molde.
- ② Hacer retroceder la posición de parada de apertura del molde hasta una posición igual a la suma del espesor del molde + 200mm.
- ③ Cerciorarse de que no se realice el cierre ni la apertura del molde con la puerta de seguridad abierta.
- ④ Poner en ON el swith de montaje de molde y poner en OFF el del motor de bomba.
- ⑤ Limpiar con un trapo la superficie de montaje de las placas fija y móvil.

* Parar el motor de bomba sin falta durante el trabajo de montaje del molde, excepto para accionar la máquina de inyección.

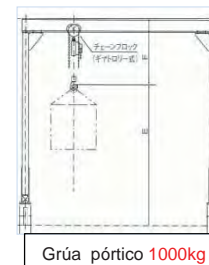


2. Montaje del molde -2

2-2 Modo de traslado e izaje del molde

Trasladar el molde hacia el costado de la máquina de inyección e izarlo hasta la superficie de montaje de la misma.

- ① Trasladar el molde en la carretilla desde la mesa de trabajo hacia abajo del polipasto, que se encuentra al costado de la máquina de inyección. Realizar la tarea tomando en cuenta la carga máxima del polipasto y de la carretilla, y cuidando de que no se caiga durante el traslado.
- ② Colocar y atornillar el cáncamo de izar en el molde.
- ③ Utilizar una cuerda de longitud adecuada para izaje, considerando el peso del molde y el margen de izaje.
- ④ Pasar la cuerda por el cáncamo y colgarla en el gancho del polipasto. Con el molde elevado, limpiar la superficie del molde en que se fija a las placas.



Carretilla
700kg



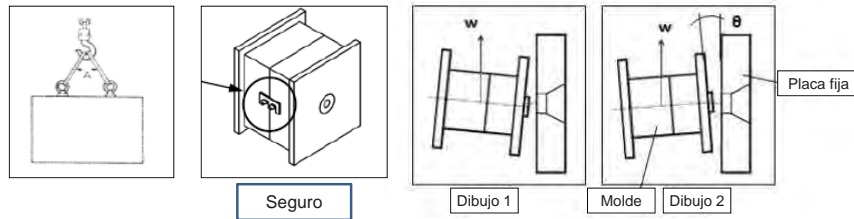
Polipasto fijo 500kg



2. Montaje del molde -3

2-2 Modo de traslado e izaje del molde

- ⑤ En el caso de colgarlo con dos cáncamos de izar, tomar en cuenta el ángulo A mostrado en el dibujo (menor de 60°).
- ⑥ Cerciorarse de que el molde elevado no esté inclinado. La inclinación deberá ser menor de 10°. En el estado presentado en el dibujo 2 resultará más fácil acoplarlo con el anillo centrador. Utilizar el "seguro", ya que debido a la inclinación hay probabilidad de que se abra el molde.
- ⑦ El izaje con el polipasto deberá llevarse a cabo entre varios operadores, quienes realizarán la tarea hablándose entre sí para protegerse. Tener cuidado de que no golpee en la puerta de seguridad u otras partes.
- ⑧ Detener el izaje cuando la parte inferior del molde haya pasado el nivel superior de la puerta de seguridad, empujarlo y girarlo para colocarlo en el centro de la máquina de inyección.



NISSEI Escuela Texto

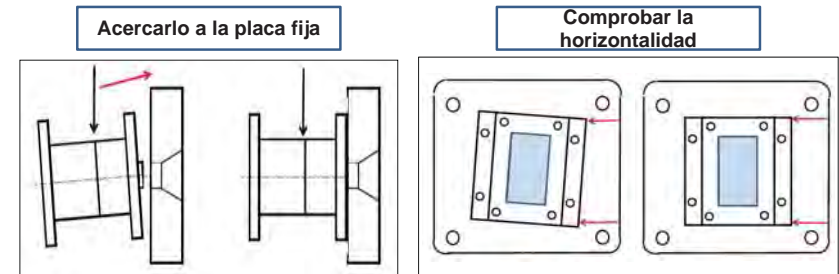
Montaje/Desmontaje del Molde

13

2. Montaje del molde -4

2-3 Meter el molde en la máquina de inyección, comprobar la horizontalidad y fijarlo provisionalmente.

- Después de girar el molde hacia el centro de la máquina de inyección, bajarlo y meterlo en la superficie de montaje.
- ① Bajar el molde cuidando de que no golpee con las barras de acoplamiento, la placa portamolde, etc. Como esta tarea se realiza entre varios operadores, deberán hablarse y cuidarse mutuamente.
 - ② Acoplar el anillo centrador del molde con el orificio correspondiente de la máquina.
 - ③ Empujar el molde hacia la placa fija y comprobar la horizontalidad.
 - ④ Sujetarlo provisionalmente en el lado fijo.



NISSEI Escuela Texto

Montaje/Desmontaje del Molde

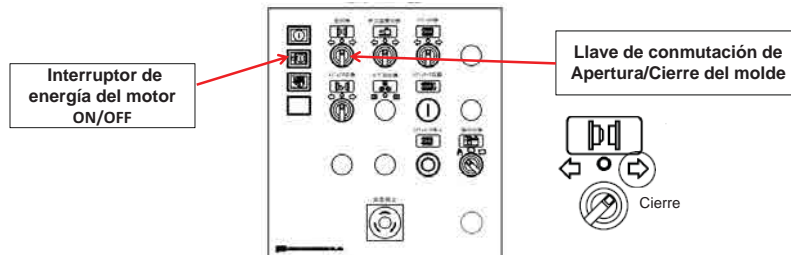
14

2. Montaje del molde -5

2-4 Accionamiento de la máquina de inyección, fijación del molde y ajuste de tornillos

Poner en función la máquina de inyección para cerrar el molde, y fijar el molde.

- ① Poner en ON el interruptor de energía del motor para arrancarlo. Cerciorarse de que el interruptor del montaje de molde esté en ON.
- ② Girar la llave de conmutación del molde hacia la posición cierre de molde para cerrarlo.
- ③ Después de cerrar el molde, hacer avanzar la unidad de inyección para comprobar que la boquilla coincida con el molde. Realizar la operación de manera intermitente inmediatamente antes del contacto con la boquilla.
- ④ En caso de que el centro del molde no coincida con la altura de la boquilla, es necesario ajustar la altura de la unidad de inyección.
- ⑤ Volver a pulsar el interruptor de energía del motor (OFF) para pararlo.
- ⑥ En caso de fijarlo con tornillos, comprobar que se puedan insertar todos los tornillos de montaje, incluyendo los del lado móvil.



NISSEI Escuela Texto

Montaje/Desmontaje del Molde

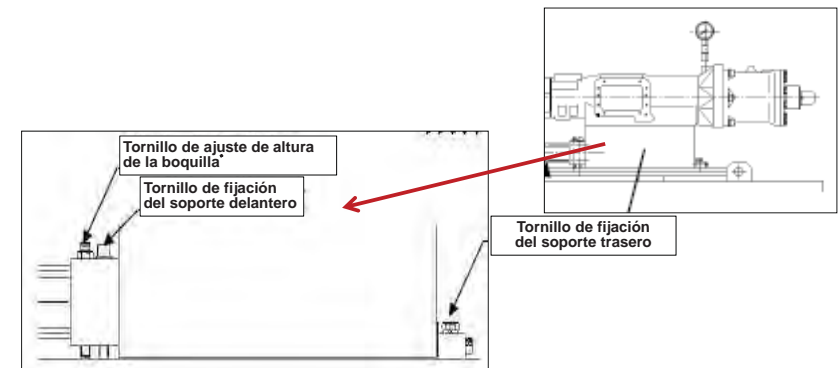
15

2. Montaje del molde -6

2-5 Modo de ajuste de altura de la boquilla

(ajustar en el caso de que no coincida el centro del molde con la altura de la boquilla)

- ① Aflojar el tornillo de fijación del soporte delantero de la unidad de inyección.
- ② Aflojar la tuerca de fijación del tornillo de ajuste de altura de la boquilla de la unidad de inyección.
- ③ Aflojar el tornillo de fijación del soporte trasero de la unidad de inyección.



NISSEI Escuela Texto

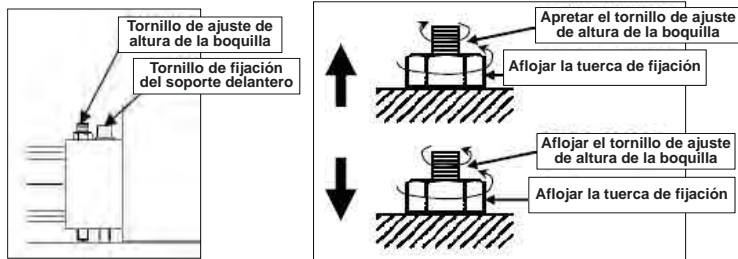
Montaje/Desmontaje del Molde

16

2. Montaje del molde -7

2-5 Modo de ajuste de altura de la boquilla (ajustar en el caso de que no coincida el centro del molde con la altura de la boquilla)

- ④ Aflojar la tuerca de fijación del tornillo de ajuste de altura de la boquilla.
- ⑤ Al aflojarse el tornillo de ajuste, baja la boquilla; al apretarlo, sube la misma.
- ⑥ Hacer avanzar la unidad de inyección para comprobar el estado de contacto entre el molde y la boquilla.
- ⑦ Repetir las operaciones ⑤ y ⑥ según el estado de contacto.
- ⑧ Concluido el ajuste de altura, apretar el tornillo y la tuerca de fijación del soporte trasero, y el tornillo de fijación del soporte delantero.



NISSEI Escuela Texto

Montaje/Desmontaje del Molde

17

2. Montaje del molde -8

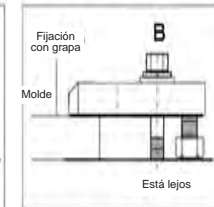
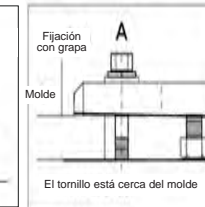
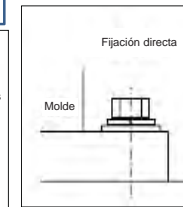
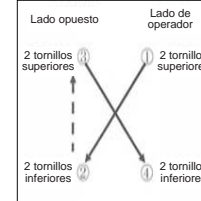
2-6 Torque de fijación del tornillo de montaje del molde

El torque de fijación del tornillo de montaje del molde varía según el modo de montaje.

- ① En el caso de la fijación con grapa tipo (B), se requiere 1.2 veces más del torque que en la fijación directa o fijación con grapa cercana al molde (A).
- ② En el caso de la fijación con grapas, usar espaciador o tornillo de ajuste acorde con las dimensiones de la placa portamolde.
- ③ Después de la fijación, realizar el reapriete de tornillos en forma diagonal.

Tornillo de montaje del molde	Torque de fijación directa y fijación con grapa tipo (A)	Torque de fijación con grapa tipo (B)
M16	190N·m	220N·m

Realizar el reapriete en forma diagonal



NISSEI Escuela Texto

Montaje/Desmontaje del Molde

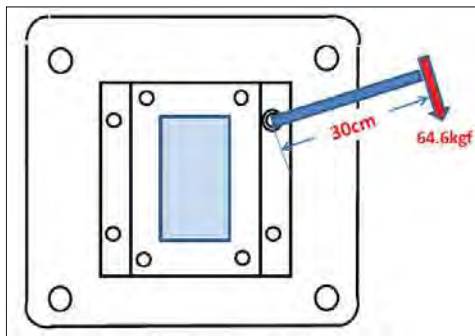
18

2. Montaje del molde -9

2-6 Torque de fijación del tornillo de montaje del molde (usar el torquímetro para atornillar con el torque correcto.)

- ③ En caso de no contar con el torquímetro, ¿con qué fuerza se deberá apretar? ¡Cuidar de que no se apriete demasiado!

Tornillo de montaje del molde	Torque de fijación directa y fijación con grapo tipo (A)	Torque de fijación con grapa tipo (B)
M16	190N·m(1938kgf·cm)	220N·m(2244kgf·cm)



1N·m = 10.20kgf·cm
El torque de fijación de 190N·m es equivalente al torque que se genera al ajustarse con un tubo de 30cm aplicando una carga de 64.6kgf.
Tener cuidado al usar un tubo largo, ya que se puede apretar excesivamente.

NISSEI Escuela Texto

Montaje/Desmontaje del Molde

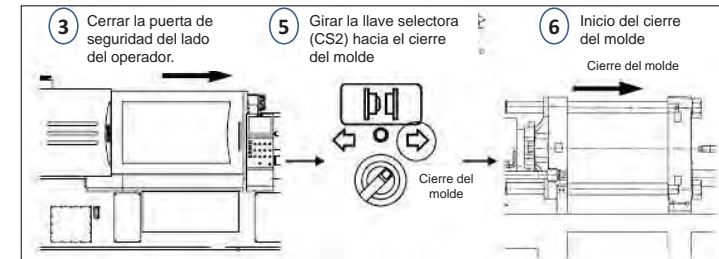
19

2. Montaje del molde -10

2-7 Lectura del espesor del molde y ajuste de la velocidad de apertura y cierre y de posición de la conmutación

Después de apretar los tornillos de montaje del molde, retirar el polipasto y realizar el ajuste de apertura y cierre del molde.

- ① Retirar el polipasto y ponerlo en el lugar asignado.
- ② Quitar el seguro del molde, la correa y el cáncamo de izar.
- ③ Cerrar completamente la puerta de seguridad.
- ④ Poner en ON el interruptor de energía del motor para arrancarlo.
- ⑤ Girar la llave selectora del movimiento del molde hacia el lado de cierre del molde para cerrar el molde.
- ⑥ Se cierra la platina móvil y termina el cierre de molde.



NISSEI Escuela Texto

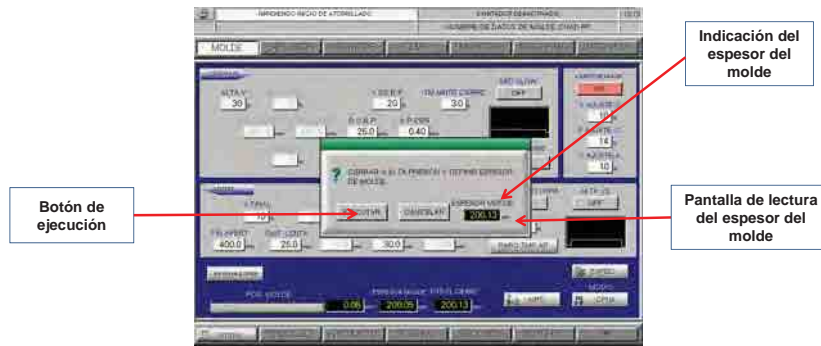
Montaje/Desmontaje del Molde

20

2. Montaje del molde -11 (Pantalla de lectura del espesor del molde)

2-7 Lectura del espesor del molde y ajuste de la velocidad de apertura y cierre y de posición de la conmutación

- ⑦ Al concluirse el cierre del molde a presión alta, la pantalla muestra una “lectura del espesor del molde”.
- ⑧ Al cerrarse la PL del molde se asegura que no haya alguna anomalía. Pulsar el botón de “ejecución” si no hay problema con el espesor del molde indicado.



NISSEI Escuela Texto Montaje/Desmontaje del Molde

2. Montaje de molde -12 (Pantalla de lectura del espesor del molde)

2-7 Lectura del espesor del molde y ajuste de la velocidad de apertura y cierre y de posición de la conmutación

- ⑨ Se realiza el cierre del molde a alta presión, y se presenta un mensaje diciendo: “Ha concluido la lectura de espesor del molde”.
- ⑩ Regresar la llave selectora del molde a la posición ON y poner en OFF el montaje del molde (durante la lectura de espesor del molde, la llave selectora permanece en la posición de cierre del molde).



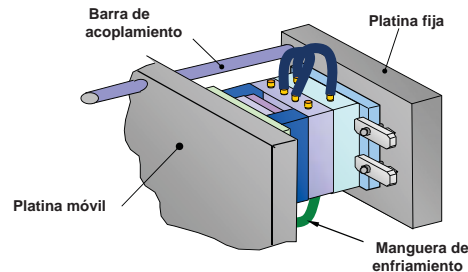
NISSEI Escuela Texto Montaje/Desmontaje del Molde

2. Montaje del molde -13

2-8 Conexión de canales de enfriamiento del molde

Conectar las tuberías de agua de enfriamiento o del termocontrolador.

- ① Realizar la conexión de tuberías, cerciorándose de la entrada y de la salida del circuito de enfriamiento.
- ② Pasar el agua con el molde cerrado para revisar si hay o no fuga de agua en las uniones.
- ③ Abrir el molde y revisar si hay o no fuga de agua en la PL del molde.
- ④ En caso de que se presente fuga de agua, dejar de pasar el agua y secar la humedad con soplado de aire o algo similar, para prevenir la oxidación.



NISSEI Escuela Texto Montaje/Desmontaje del Molde

2. Montaje del molde -14 (Pantalla de apertura y cierre del molde)

2-7 Lectura de espesor del molde y ajuste de velocidad de apertura y cierre y de posición de conmutación

- ⑫ Realizar el ajuste de apertura y cierre del molde en la pantalla de “apertura y cierre del molde”.
- ⑬ Para la seguridad, al principio comenzar el ajuste a baja velocidad y a baja presión.
- ⑭ Realizar el ajuste final en modo de moldeo automático.

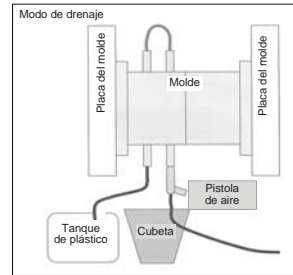


NISSEI Escuela Texto Montaje/Desmontaje del Molde

3. Desmontaje del molde -1

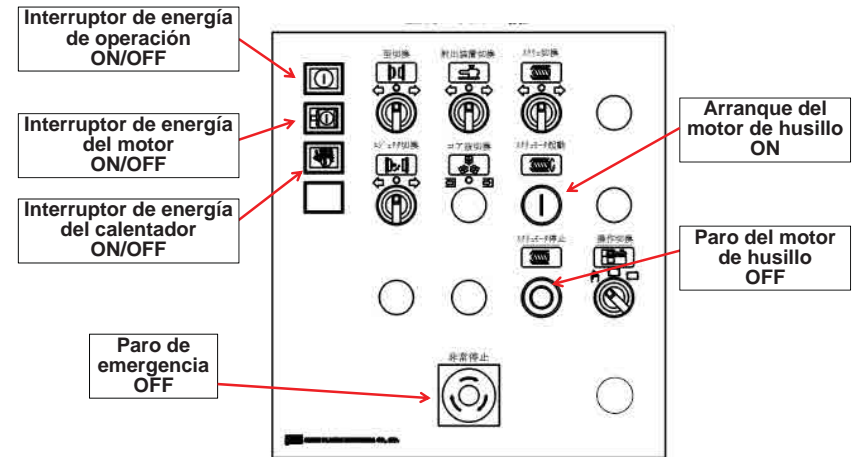
3-1 Lectura del espesor del molde y ajuste de la velocidad de apertura y cierre y de posición de la conmutación

- ① Parar el termocontrolador del molde. Retirar la manguera del control de temperatura del molde y eliminar la humedad interior con soplado de aire.
- ② Abrir el molde, limpiar la cara PL y aplicar el antioxidante para proceder al cierre.
- ③ Parar el motor y colocar el cáncamo de izar y el seguro.
- ④ Pasar la soga por el cáncamo y alzar el molde con el polipasto, de tal manera que la soga se tense ligeramente.
- ⑤ Retirar los tornillos y las grapas de montaje del molde.
- ⑥ Accionar el montaje de molde (ON) y arrancar el motor de bomba para abrir el molde.
- ⑦ Izar el molde cuidando de que no golpee en las barras de acoplamiento o placas del molde.
- ⑧ Una vez que izó el molde hasta una altura que permita hacerlo girar, bajarlo hacia donde se encuentra la carretilla dándole vueltas.
- ⑨ Llevar el molde a su lugar de almacenamiento y poner el polipasto en el lugar asignado.



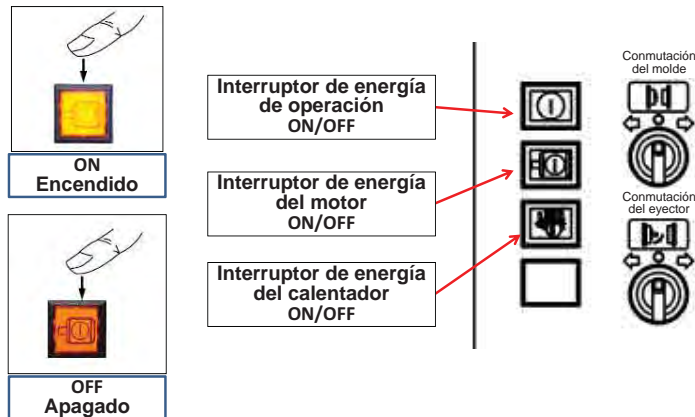
4. Modo de operación de la máquina de inyección -1

Panel de control Llaves del botón pulsador



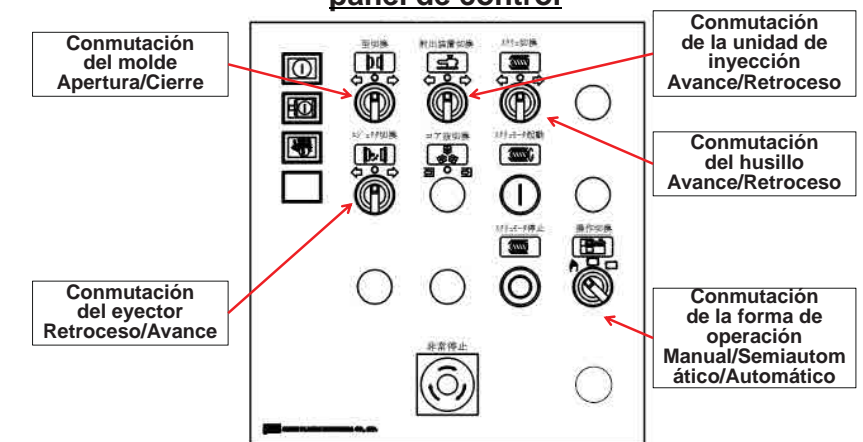
4. Modo de operación de la máquina de inyección -2

Llaves del botón pulsador ON→OFF→ON→.....



4. Modo de operación de la máquina de inyección -3

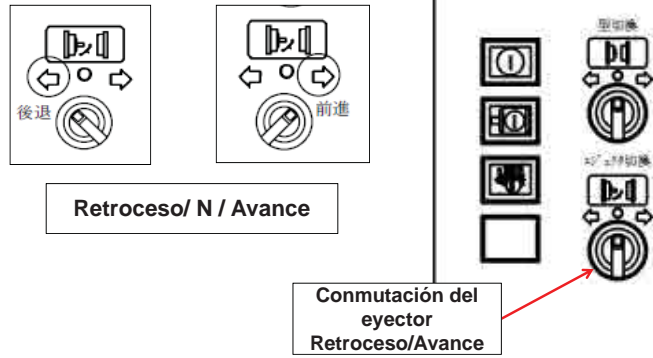
Llaves selectoras del panel de control



4. Modo de operación de la máquina de inyección -4

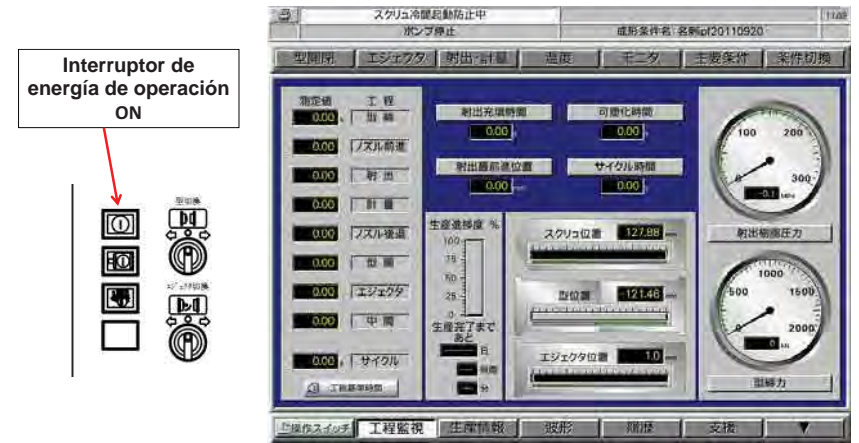
Llaves selectoras del panel de control Avance/N/Retroceso

...Dirección de movimiento tomando como centro, la posición de operación...



4. Modo de operación de la máquina de inyección -5

Pantalla de arranque inicial (al transcurrir un minuto)



4. Modo de operación de la máquina de inyección -6

Pantalla de botones de operación



4. Modo de operación de la máquina de inyección -7

Pantalla de apertura y cierre del molde



4. Modo de operación de la máquina de inyección -8

Pantalla indicadora de anomalías



Botón de cancelación de anomalías

M6 Cambio de molde en la máquina de inyección

M6-1-2 Montaje y desmontaje de los moldes (NEX50)

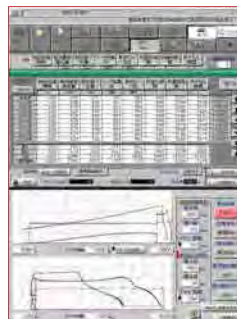
3/JUL/2012

Índice

1	Comparación de las especificaciones de FNX80 y NEX50	1	P.3
2	Preparación previa al montaje	1 - 8	P.4 – P.11
3	Montaje del molde	1 - 13	P.12 – P.24
4	Desmontaje del molde	1	P.25
5	Cómo operar la máquina de inyección	1 - 10	P.26 – P.35

1. Comparación de las especificaciones de FNX80 y NEX50

	FNX80	NEX50
Fuerza de cierre	? tonf	? tonf
Control	TACT III	TACT IV
Pantalla	Una pantalla	Dos pantallas
Mecanismo de cierre	?	Toggle
Espesor máximo del molde	Sin límite	Con límite
Fuente de operación	Hidráulico	Servomotor
Número de motor	1	?
Método de montaje del molde	Montaje del molde, ON Cierre de molde	Modalidad de preparación Ajuste automático del espesor del molde

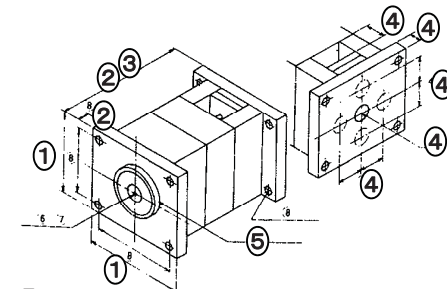


2. Preparación previa al montaje -1

1-1 Comprobación previa al montaje

Verificar si se puede montar el molde en cuestión a la máquina de inyección.

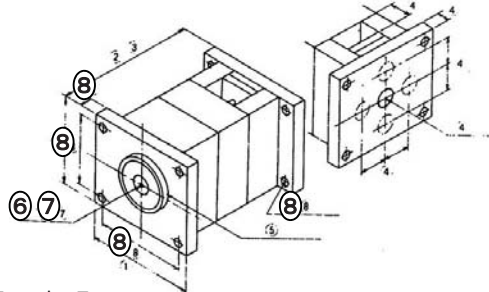
- ① Dimensiones del molde (longitud x ancho), distancia entre las barras, dimensiones de la placa portamolde.
- ② Espesor del molde: mínimo (máximo)
- ③ Carrera de apertura del molde: relación entre las especificaciones del molde y el modo de extracción del producto moldeado
- ④ Formular el juicio tomando en cuenta la carrera de eyección, la posición y el diámetro del perno eyector, así como la estructura del molde.
- ⑤ Diámetro del anillo centrador: No se puede emplear si el diámetro es más grande (retirar). Se utiliza un anillo auxiliar en el caso de que quede pequeño.



2. Preparación previa al montaje -2

1-1 Comprobación previa al montaje

- ⑥ Radio y el diámetro del buje del bebedero (*sprue*):
Radio de la boquilla $r <$ Radio del buje del bebedero R
Diámetro de la boquilla $<$ Diámetro del buje del bebedero
- ⑦ Distancia saliente de la boquilla: Se utiliza una extensión de la boquilla, si el hueco del molde es profundo.
- ⑧ Diámetro y el paso de barrenos para montaje del molde: Se utilizan grapas de fijación si no coinciden.
- ⑨ Longitud de perno de guía del molde y resorte incorporado: Se utiliza el seguro si hay temor de que se abra el molde durante el colgado para montaje.
- ⑩ Cerciorarse de que coincidan los conectores de las mangueras entre el molde, el termocontrolador y la máquina de inyección; así como verificar los canales de agua de enfriamiento.



NISSEI Escuela Texto

Montaje/Desmontaje del molde

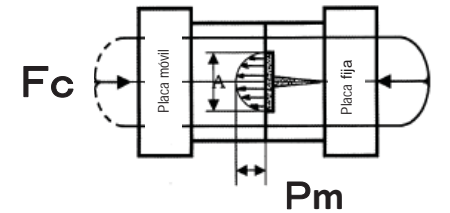
5

2. Preparación previa al montaje -3

1-1 Comprobación previa al montaje

- ⑪ Verificar si el molde a montar (producto moldeado) está conforme con las especificaciones de la máquina de inyección o no.
Volumen de inyección, peso de un disparo,
fuerza de cierre necesaria
¿Se puede usar el material de molde? (temperatura del cilindro)
- ⑫ Canales de enfriamiento del molde, canales de entrada/salida/retorno en U, forma de conexión

$$\text{Fuerza de cierre } F_c \geq P_m \times A \times 1.25$$



NISSEI Escuela Texto

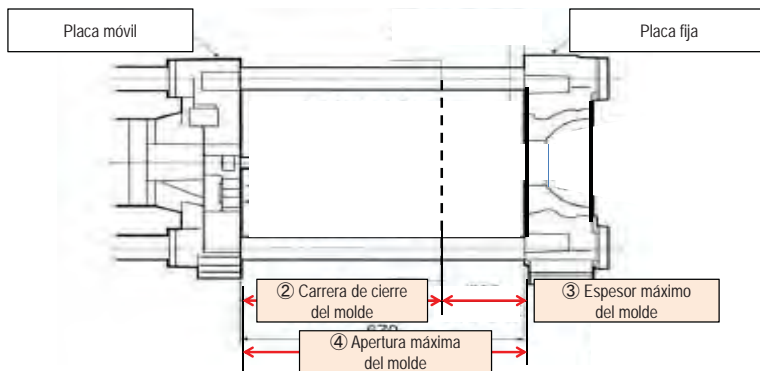
Montaje/Desmontaje del molde

6

2. Preparación previa al montaje -4

(Datos de referencia: Especificaciones de la máquina de inyección -1)

- ② Carrera de cierre del molde 250mm: Carrera máxima del pistón
- ③ Espesor máxima del molde 360mm: Espesor máximo del molde utilizable
- ④ Apertura máxima del molde 610mm: Distancia de apertura máxima (Carrera + Espesor máximo del molde)



NISSEI Escuela Texto

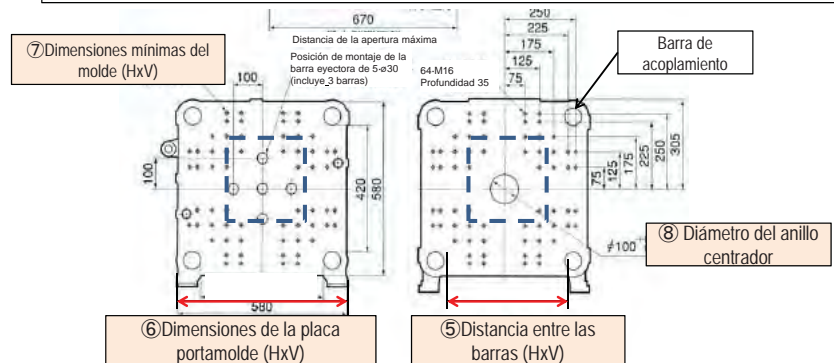
Montaje/Desmontaje del molde

7

2. Preparación previa al montaje -5

(Datos de referencia: Especificaciones de la máquina de inyección -2)

- ⑤ Distancia entre las barras de acoplamiento (HxV) 360x360mm: Distancia interior entre las barras
- ⑥ Dimensiones de la placa portamolde (HxV) 505x505mm: Dimensiones máximas de la placa
- ⑦ Dimensiones mínimas del molde (HxV) 255x255mm: Dimensiones mínimas del molde con el uso de la fuerza máxima de cierre del molde
- ⑧ Diámetro del anillo centrador 100mm: Medida de anillo centrador



NISSEI Escuela Texto

Montaje/Desmontaje del Molde

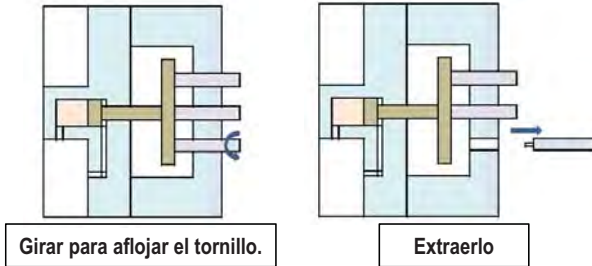
8

2. Preparación previa al montaje -6

1-2 Ajuste del émbolo de eyección

Se realiza de la siguiente manera tanto para el cambio de posición del émbolo de eyección como para el ajuste del tornillo que sale de la placa móvil.

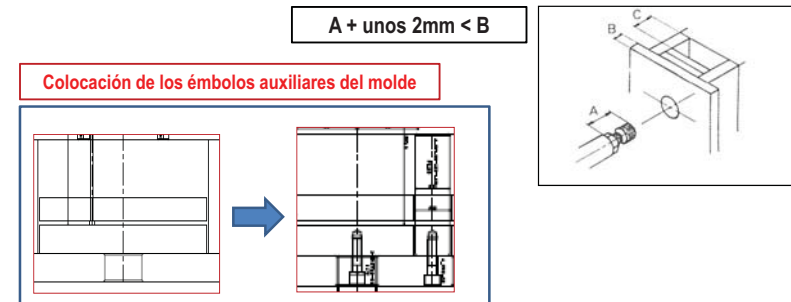
- ① Preajustar al máximo la carrera de eyección de la máquina de inyección.
- ② Oprimir el botón (ON) de paro momentáneo de eyección.
- ③ Maniobrar el interruptor de eyección, regresándolo a la posición (N) cuando la eyectora se haya parado momentáneamente. Posteriormente se apaga el motor.
- ④ Quitar y poner los émbolos de eyección de acuerdo al paso del molde.



2. Preparación previa al montaje -7

1-2 Ajuste del émbolo de eyección

- ⑤ En un molde como el presentado en el dibujo inferior, cuando se necesite que la carrera del molde sea casi la misma que la carrera de eyectora de la máquina, se coloca un perno en la parte delantera del émbolo.
- ⑥ Cerciorarse de que, al retroceder el émbolo de eyección, la punta no salga de la cara de montaje del molde en la placa móvil. (Si se sale, se estima que no se ha apretado suficientemente.)
- ⑦ No se realiza el movimiento de retroceso del eyector si está abierta la puerta de seguridad.

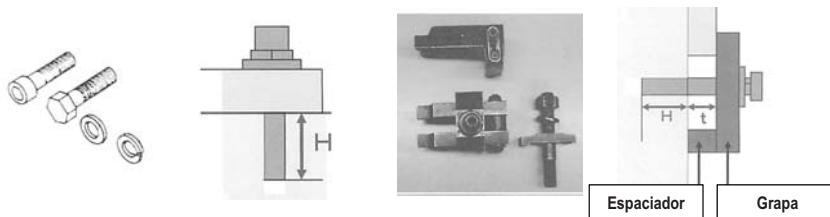


2. Preparación previa al montaje -8

1-3 Preparación de los tornillos y grapas de fijación (clamp)

Montar el molde directamente usando tornillos y arandelas planas o elásticas si la placa portamolde cuenta con los barrenos para montaje con los mismos pasos que los del molde. Se usan las grapas si los barrenos no coinciden.

- ① Tornillos: Usar tornillos de cabeza hexagonal, de cabeza hueca hexagonal (de cabeza redonda), arandelas elásticas o planas.
- ② Longitud del tornillo: La profundidad de atornillado (H) en la placa fija o móvil será 1.5 a 1.8 veces más del diámetro del tornillo.
- ③ No usar tornillos con rosca dañada.

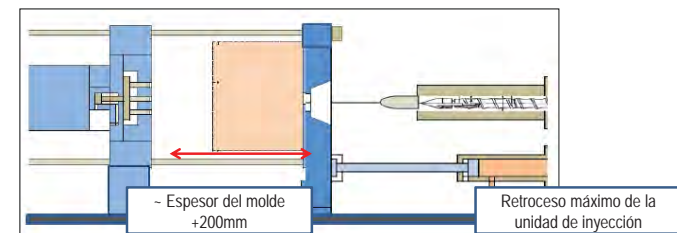


3. Montaje del molde -1

3-1 Ajuste mecánico al momento del montaje del molde

Para el montaje del molde, ajustar tanto la posición de parada de apertura del molde como la posición de la unidad de inyección.

- ① Unidad de inyección: Retroceder la unidad de inyección hasta la posición de retroceso máximo que permita comprobar el anillo centrador del molde.
 - ② Retroceder la posición de parada de apertura del molde hasta una posición igual a la suma del espesor del molde + 200mm.
 - ③ Cerciorarse de que no se realice el cierre ni la apertura del molde con la puerta de seguridad abierta.
 - ④ Seleccionar la pantalla de ajuste del molde y poner en OFF el interruptor del motor.
 - ⑤ Limpiar con un trapo la superficie de montaje de las placas fija y móvil.
- * Parar el motor sin falta durante el trabajo de montaje del molde, excepto para accionar la máquina de inyección.



3. Montaje del molde -2

3-2 Modo de traslado e izaje del molde

Trasladar el molde hacia el costado de la máquina de inyección e izarlo hasta la superficie de montaje de la misma.

- ① Trasladar el molde en el carrito desde la mesa de trabajo hacia abajo del polipasto, que se encuentra al costado de la máquina de inyección. Realizar la tarea tomando en cuenta la carga máxima del polipasto y del carrito, y cuidando de que no se caiga durante el traslado.
- ② Colocar y atornillar el cáncamo de izar en el molde.
- ③ Utilizar una cuerda de longitud adecuada para izaje, considerando el peso del molde y el margen de izaje.
- ④ Pasar la cuerda por el cáncamo y colgarla en el gancho del polipasto. Con el molde elevado, limpiar la superficie del molde en que se fija a las placas.



NISSEI Escuela Texto

Montaje/Desmontaje del Molde

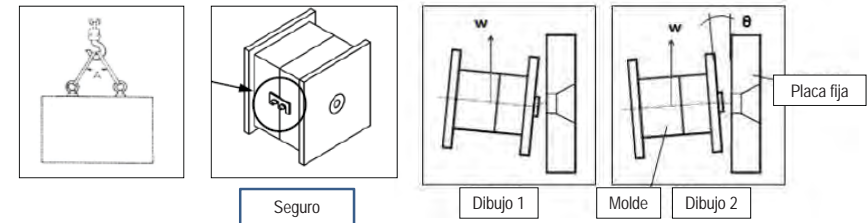
13

A-324

3. Montaje del molde -3

3-2 Modo de traslado y izaje del molde

- ⑤ En el caso de colgarlo con dos cáncamos de izar, tomar en cuenta el ángulo A mostrado en el dibujo (menor de 60°).
- ⑥ Cerciorarse de que el molde colgado no esté inclinado. La inclinación deberá ser menor de 10°. En el estado presentado en el dibujo 2 resultará más fácil acoplarlo con el anillo centrador.
- ⑦ El izaje con el polipasto deberá llevarse a cabo entre varios operadores, quienes realizarán la tarea hablándose entre sí para protegerse. Tener cuidado de que no golpee con la puerta de seguridad u otras partes.
- ⑧ Detener el izaje cuando la parte inferior del molde haya pasado el nivel superior de la puerta de seguridad, empujarlo y girarlo para colocarlo en el centro de la máquina de inyección.



NISSEI Escuela Texto

Montaje/Desmontaje del Molde

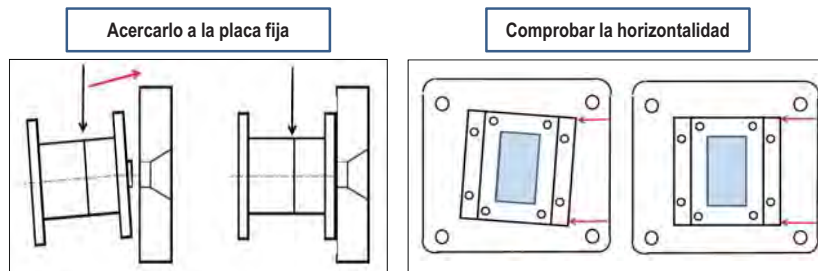
14

3. Montaje del molde -4

3-3 Meter el molde en la máquina de inyección, comprobar la horizontalidad y fijarlo provisionalmente.

Después de girar el molde hacia el centro de la máquina de inyección, bajarlo y meterlo en la superficie de montaje.

- ① Bajar el molde cuidando de que no golpee con las barras de acoplamiento, la placa portamolde, etc. Como esta tarea se realiza entre varios operadores, deberán hablarse y cuidarse mutuamente.
- ② Acoplar el anillo centrador del molde con el orificio correspondiente de la máquina.
- ③ Empujar el molde hacia la placa fija y comprobar la horizontalidad.
- ④ Sujetarlo provisionalmente en el lado fijo.



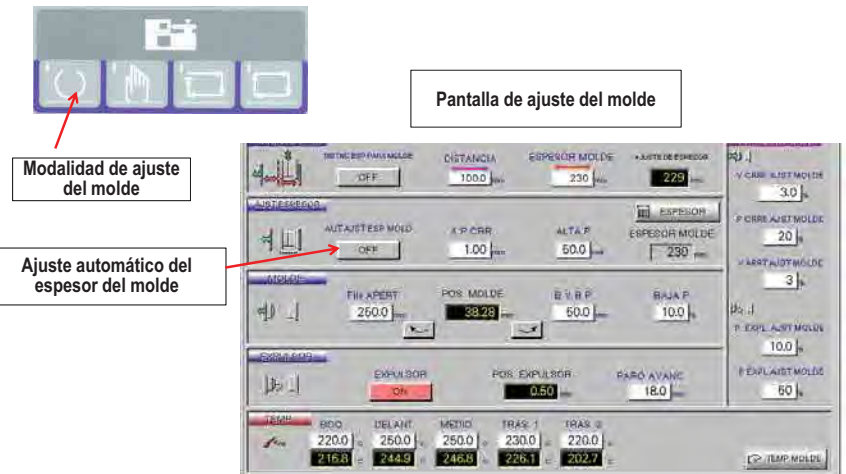
NISSEI Escuela Texto

Montaje/Desmontaje del Molde

15

3. Montaje del molde -5

Pantalla de modalidad del ajuste del molde



NISSEI Escuela Texto

Montaje/Desmontaje del molde

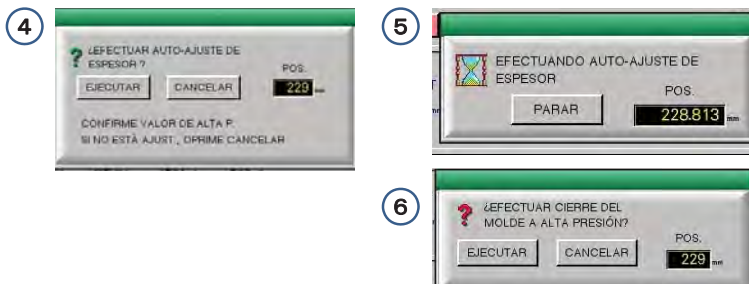
16

3. Montaje del molde -6

3-4 Activar la máquina de inyección

Ajuste automático del espesor del molde

- ① Cambiar el interruptor de operación al modo de ajuste del molde.
- ② Poner en "ON" el interruptor del motor.
- ③ Poner en "ON" el ajuste automático del espesor del molde.
- ④ Se abrirá la ventana de indicaciones, "¿Va a ejecutar el ajuste automático del espesor del molde?" ⇒ Ejecutar
- ⑤ Al iniciar el ajuste, se abrirá la ventana de indicaciones, "En proceso de ejecución de ajuste".
- ⑥ Al terminar la acción del ajuste, se abrirá la ventana de indicaciones, "¿Va a ejecutar el cierre del molde a alta presión?" ⇒ Ejecutar



NISSEI Escuela Texto

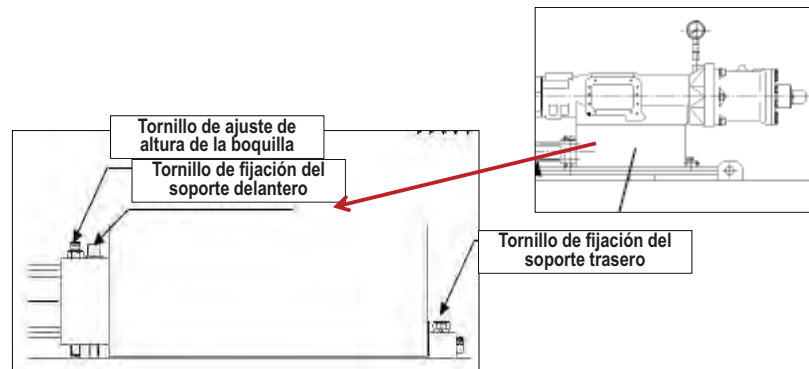
Montaje/Desmontaje del molde

17

3. Montaje del molde -7

3-5 Cómo ajustar la altura de la boquilla (ajustar en el caso de que no coincida el centro del molde con la altura de la boquilla)

- ① Aflojar el tornillo de fijación del soporte delantero de la unidad de inyección.
- ② Aflojar la tuerca de fijación del tornillo de ajuste de altura de la boquilla de la unidad de inyección.
- ③ Aflojar el tornillo de fijación del soporte trasero de la unidad de inyección.



NISSEI Escuela Texto

Montaje/Desmontaje del Molde

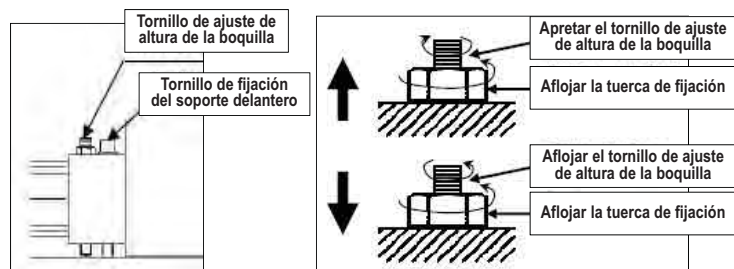
18

3. Montaje del molde -8

3-5 Cómo ajustar la altura de la boquilla

(ajustar en el caso de que no coincida el centro del molde con la altura de la boquilla)

- ④ Aflojar la tuerca de fijación del tornillo de ajuste de altura de la boquilla.
- ⑤ Al aflojarse el tornillo de ajuste antes mencionado, baja la boquilla; al apretarlo, sube la misma.
- ⑥ Avanzar la unidad de inyección para comprobar el contacto entre el molde y la boquilla.
- ⑦ Repetir las operaciones ⑤ y ⑥ según el estado de contacto.
- ⑧ Concluido el ajuste de altura, apretar el tornillo y la tuerca de fijación del soporte trasero, y el tornillo de fijación del soporte delantero.



NISSEI Escuela Texto

Montaje/Desmontaje del Molde

19

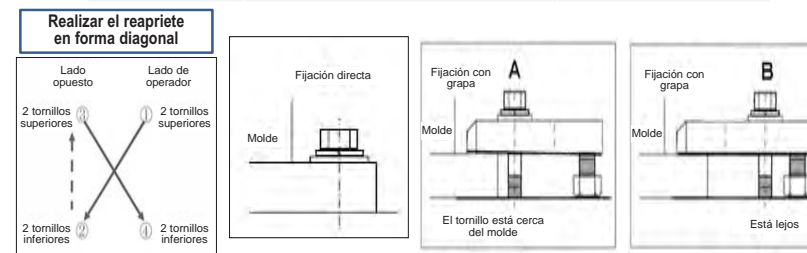
3. Montaje del molde -9

3-6 Torque de fijación del tornillo de montaje del molde

El torque de fijación del tornillo de montaje del molde varía según el modo de montaje.

- ① En el caso de la fijación con grapa tipo (B), se requiere 1.2 veces más del torque que en la fijación directa o fijación con grapa cercana al molde (A).
- ② En el caso de la fijación con grapas, usar espaciador o tornillo de ajuste acorde con las dimensiones de la placa portamolde.
- ③ Después de la fijación, realizar el reapriete de tornillos en forma diagonal.

Tornillo de montaje del molde	Torque de fijación directa y fijación con grapa tipo (A)	Torque de fijación con grapa tipo (B)
M16	190N·m	220N·m



NISSEI Escuela Texto

Montaje/Desmontaje del Molde

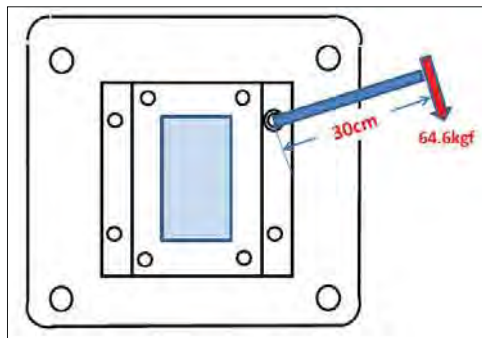
20

3. Montaje del molde -10

3-6 Torque de fijación del tornillo de montaje del molde (usar el torquímetro para atornillar con un torque correcto.)

- ③ En caso de no contar con el torquímetro, ¿con qué fuerza se deberá apretar? ¡Cuidar que no se apriete demasiado!

Tornillo de montaje del molde	Torque de fijación directa y fijación con grapo tipo (A)	Torque de fijación con grapa tipo (B)
M16	190N·m (1938kgf·cm)	220N·m(2244kgf·cm)



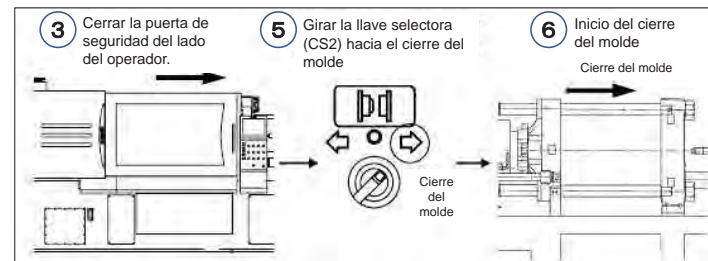
1N·m = 10.20kgf·cm
El torque de fijación de 190N·m es equivalente al torque que se genera al ajustarse con un tubo de 30cm aplicando una carga de 64.6kgf. Tener cuidado al usar un tubo largo, ya que se puede apretar excesivamente.

3. Montaje del molde -11

3-7 Lectura del espesor del molde y ajuste de la velocidad de apertura y cierre y de posición del cambio.

Después de apretar los tornillos de montaje del molde, retirar el polipasto y realizar el ajuste de apertura y cierre del molde.

- ① Retirar el polipasto y ponerlo en el lugar asignado.
- ② Quitar el seguro del molde, la correa y el cáncamo de izar.
- ③ Cerrar completamente la puerta de seguridad.
- ④ Poner en ON el interruptor de energía del motor para arrancarlo.
- ⑤ Girar la llave selectora del movimiento del molde hacia el lado de cierre del molde para cerrar el molde.
- ⑥ Se cierra la platina móvil y termina el cierre de molde.

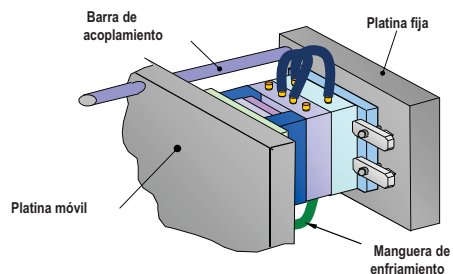


3. Montaje del molde -12

3-8 Conexión de canales de enfriamiento del molde

Conectar las tuberías de agua de enfriamiento o del termocontrolador.

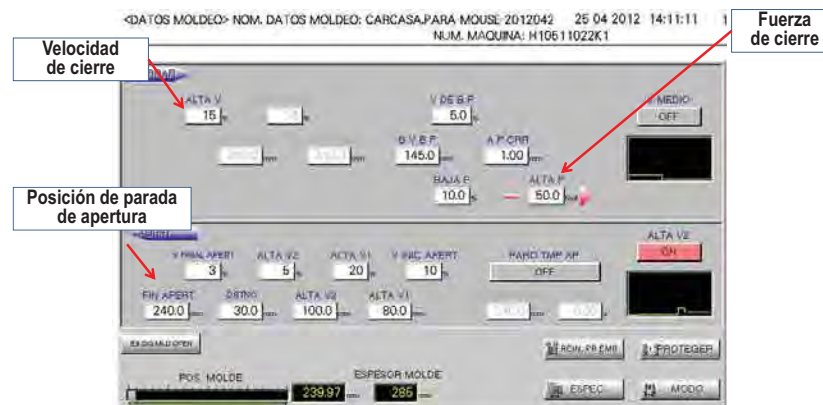
- ① Realizar la conexión de tuberías, cerciorándose de la entrada y de la salida del circuito de enfriamiento.
- ② Pasar el agua con el molde cerrado para revisar si hay o no fuga de agua en las uniones.
- ③ Abrir el molde y revisar si hay o no fuga de agua en la PL del molde.
- ④ En caso de que se presente fuga de agua, dejar de pasar el agua y secar la humedad con soplado de aire o algo similar, para prevenir la oxidación.



3. Montaje del molde -13 (Pantalla de apertura y cierre del molde)

3-9. Ajuste de velocidad de apertura y cierre del molde y de posición de cambio

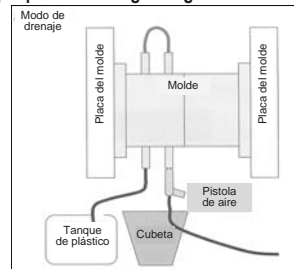
- ⑫ Realizar el ajuste de apertura y cierre del molde en la pantalla de "apertura y cierre del molde".
- ⑬ Para la seguridad, al principio comenzar el ajuste a baja velocidad y a baja presión.
- ⑭ Realizar el ajuste final en modo de moldeo automático.



4. Desmontaje del molde

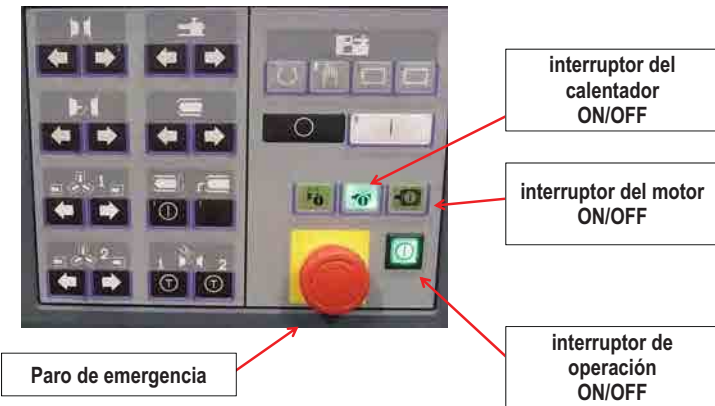
Desmontaje del molde

- ① Parar el termostador del molde. Retirar la manguera del control de temperatura del molde y eliminar la humedad interior con soplado de aire.
- ② Abrir el molde, limpiar la cara PL y aplicar el antioxidante para proceder al cierre.
- ③ Parar el motor y colocar el cáncamo de izar y el seguro.
- ④ Pasar la sogá por el cáncamo y alzar el molde con el polipasto, de tal manera que la sogá se tense ligeramente.
- ⑤ Retirar los tornillos y las grapas de montaje del molde.
- ⑥ Accionar el montaje de molde (ON) y arrancar el motor de bomba para abrir el molde.
- ⑦ Izar el molde cuidando de que no golpee en las barras de acoplamiento o placas del molde.
- ⑧ Una vez que izó el molde hasta una altura que permita hacerlo girar, bajarlo hacia donde se encuentra la carretilla dándole vueltas.
- ⑨ Llevar el molde a su lugar de almacenamiento y poner el polipasto en el lugar asignado.



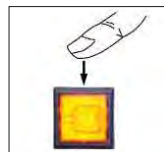
5. Cómo operar la máquina de inyección -1

Panel de operación interruptor de botón pulsador

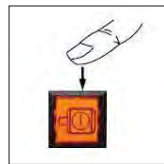


5. Cómo operar la máquina de inyección -2

interruptor de botón pulsador ON → OFF → ON →



ON, encendido



OFF, apagado



interruptor del calentador ON/OFF

interruptor del motor ON/OFF

interruptor de operación ON/OFF

5. Cómo operar la máquina de inyección -3

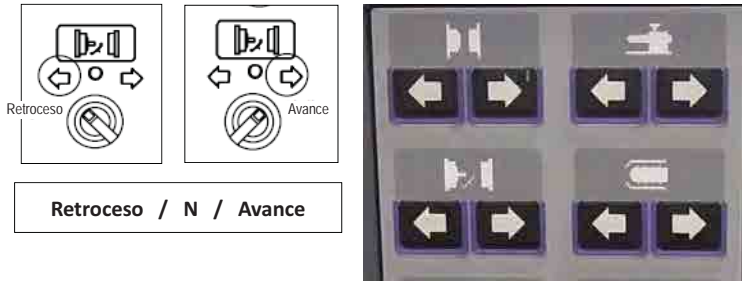
interruptor selector en el panel de operación



5. Cómo operar la máquina de inyección -4

interruptor selector en el panel de operación
Avance / N / Retroceso

•••La dirección del movimiento se determina con base en la posición de operación. •••

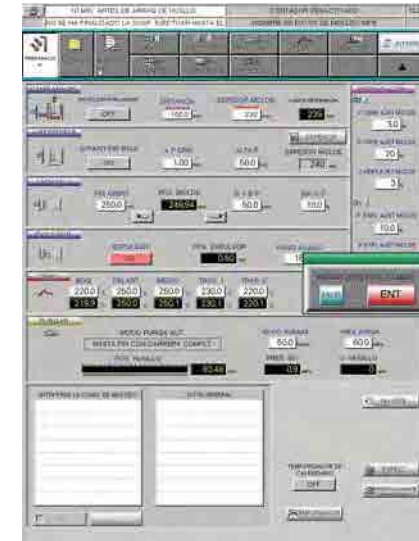


5. Cómo operar la máquina de inyección -5

Pantalla de arranque inicial
(después de un minuto aprox.)



interruptor de operación
ON



5. Cómo operar la máquina de inyección -6

Indicación de dos pantallas, Enrollar

CURVA
Color gris claro
Parte inferior

Se puede cambiar la pantalla superior (fondo blanco). Si quiere cambiar la pantalla inferior, primero se debe desplazarla a la parte superior y después seleccionar la pantalla deseada.



MONITOR
Fondo blanco
Parte superior

5. Cómo operar la máquina de inyección -7

En los modos de protección del molde,
hay 2 tipos: estándar / alta precisión

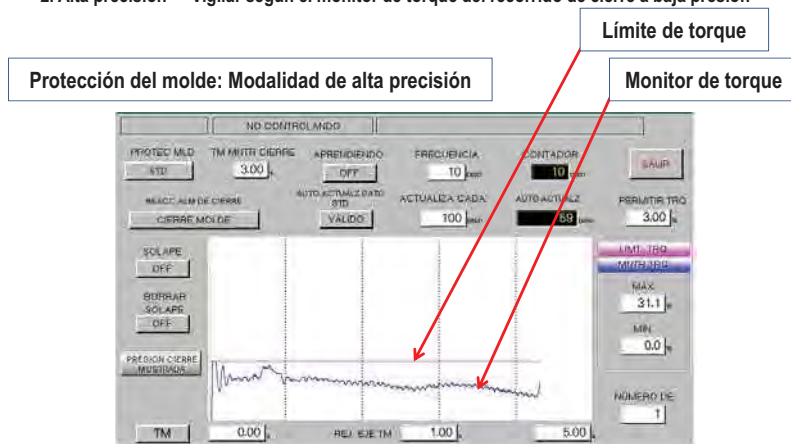


Protección del molde

5. Cómo operar la máquina de inyección -8

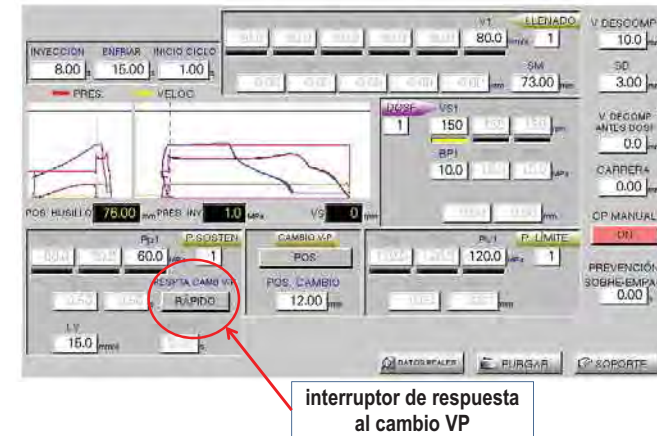
Modalidad de protección del molde: Seleccionar entre dos tipos: estándar / alta precisión

1. Estándar Vigilar según el tiempo de cierre a baja presión
2. Alta precisión Vigilar según el monitor de torque del recorrido de cierre a baja presión



5. Cómo operar la máquina de inyección -9

Pantalla de inyección: El modelo NEX50 cuenta con el "interruptor de respuesta al cambio VP".

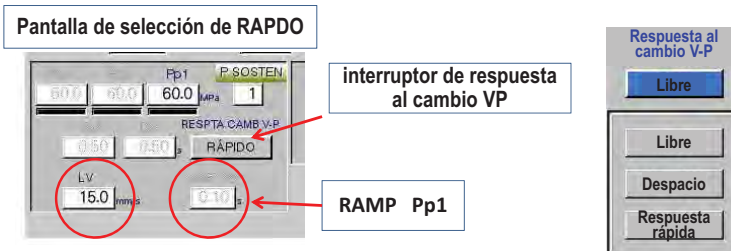


5. Cómo operar la máquina de inyección -10

* interruptor de respuesta al cambio VP (Seleccionar entre 3 tipos)

Es el interruptor que selecciona las condiciones de respuesta al cambio desde el rango de velocidad hacia el sostenimiento de presión en la inyección. Se controla para que después de cambiar al sostenimiento de presión, la presión actual de inyección llegue a alcanzar a "Pp1". "LV" funciona como limitador de velocidad, y si lo ajusta en valores grandes, la presión llegará más rápido a "Pp1".

1. Libre: Ambos ajustes de LV y RAMP Pp1.
2. Despacio: Ajuste de RAMP Pp1. Apropiado para el moldeo de gran espesor con despresurización lenta.
3. Respuesta rápida: Ajuste de LV. Apropiado para el moldeo de poco espesor con despresurización rápida.



M6 Cambio de molde en la máquina de inyección

M6-2 Conexión del circuito de enfriamiento (cableado eléctrico)

9/OCT/2012

Índice

1	Puntos de conexión en el cambio de moldes	1	P3
2	Conexión de los circuitos de enfriamiento	1 – 5	P4 – P8
3	Conexión de los circuitos eléctricos	1 – 3	P9 – P11
4	Conexión de los circuitos de los calefactores	1 – 3	P12 – P14
5	Conexión de los circuitos neumáticos	1 – 3	P15 – P17
6	Conexión de los circuitos de eyección	1 – 2	P18 – P19
7	Conexión de los circuitos de los sensores	1 – 4	P20 – P23

1. Puntos de conexión en el procedimiento de cambio de moldes

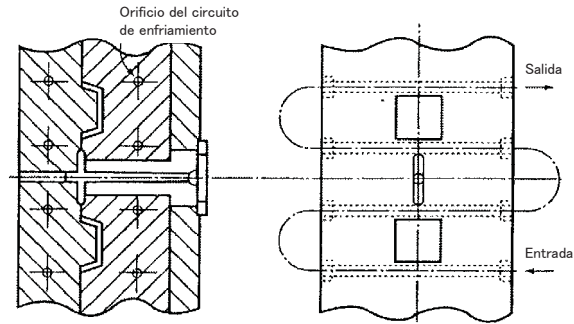
Conexiones entre moldes y máquina de inyección, termocontrolador, etc.

- 1) Circuitos de enfriamiento
- 2) Circuitos eléctricos
- 3) Circuitos de los calefactores
- 4) Circuitos neumáticos
- 5) Circuitos de eyección
- 6) Circuitos de los sensores
- 7) Otros

2. Conexión de los circuitos de enfriamiento - 1

1. **Comprensión sobre los circuitos de enfriamiento del molde (Preparación externa).**
 Revisión de los dibujos del molde.
 Revisión de los circuitos de enfriamiento utilizando soplo de aire.
2. **Hay circuitos que tienen asignación específica para las entradas y las salidas.**
 Controlarlos con marcas grabadas.
 Controlarlos por colores.
3. **Revisar el número de circuitos del lado del termocontrolador y del lado del molde.**
 Ensamble del circuito de media vuelta (vuelta en u).

2. Conexión de los circuitos de enfriamiento - 2

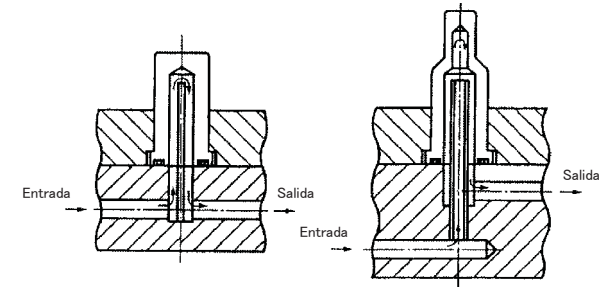


Sistema eléctrico de moldeo y sus funciones

5

2. Conexión de los circuitos de enfriamiento - 3

Baffle Entrada – Salida No se asigna.
Tubo Entrada – Salida Sí, se asigna.

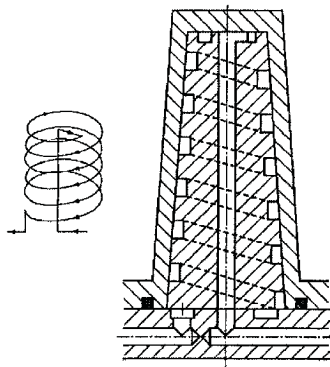


Sistema eléctrico de moldeo y sus funciones

6

2. Conexión de los circuitos de enfriamiento - 4

Circuitos de enfriamiento del corazón
 Se asignan específicamente la entrada y la salida.



Sistema eléctrico de moldeo y sus funciones

7

2. Conexión de los circuitos de enfriamiento - 5

Molde de caja: circuitos de enfriamiento en el molde del lado móvil.

Especificación con placas separadoras: Utiliza 2 circuitos para el molde móvil del lado del termocontrolador.



1-Entrada

1-Salida

2-Entrada

2-Salida

Sistema eléctrico de moldeo y sus funciones

8

3. Conexión de los circuitos eléctricos - 1

1. Molde con motor

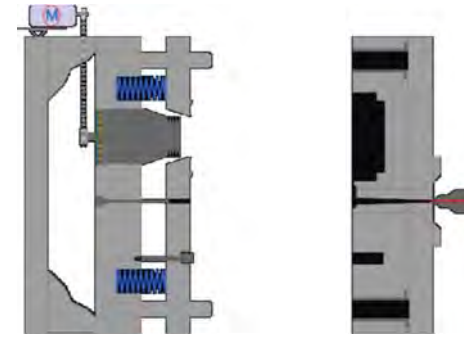
- Molde con desenrosque. (Se utiliza un motor para girarlo).
- Se utiliza un enchufe. (Es el mismo giro si es del uso común).
- Conexión de los cables. (Es necesario confirmar la dirección de giro.)

2. Molde con colada caliente

- Conexión de los cables y los sensores.
- Acoplamiento de las clavijas metálicas.

3. Conexión de los circuitos eléctricos - 2

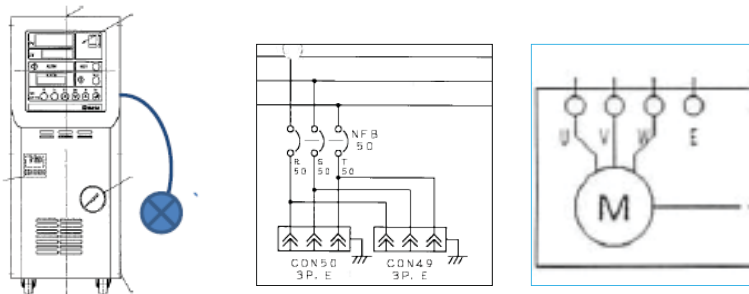
Desenrosque: Tracción por motor



3. Conexión de los circuitos eléctricos - 3

Conexión de la alimentación eléctrica

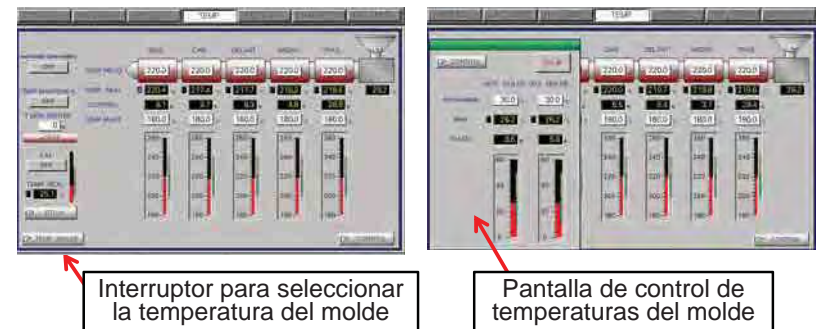
- Tipo de enchufe
- Conexión de los cables (Bloque de terminales)



4. Conexión de los circuitos de los calefactores - 1

Control de temperaturas del molde. (Se utilizan calefactores.)

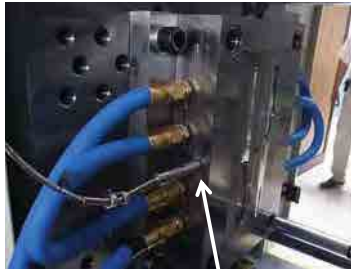
Seleccionar la temperatura del molde en la pantalla de temperatura.



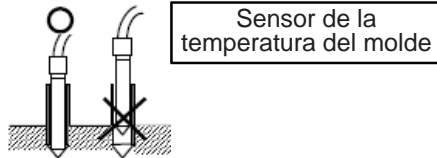
4. Conexión de los circuitos de los calefactores - 2

Control de temperaturas del molde. (Se utilizan calefactores.)

- Selección de la temperatura del molde en la pantalla de temperatura.



Señal de salida de la temperatura del molde

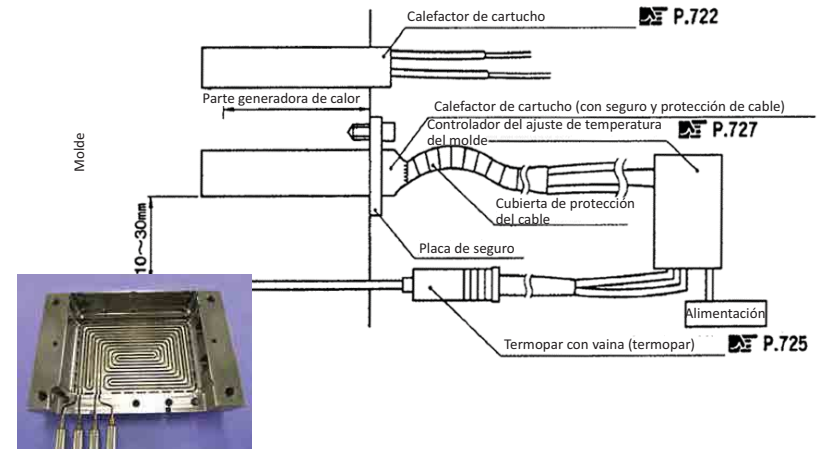


Sensor de la temperatura del molde

Sistema eléctrico de moldeo y sus funciones

4. Conexión de los circuitos de los calefactores - 3

Ejemplo del uso de calefactores en el molde (Heat & Cool).



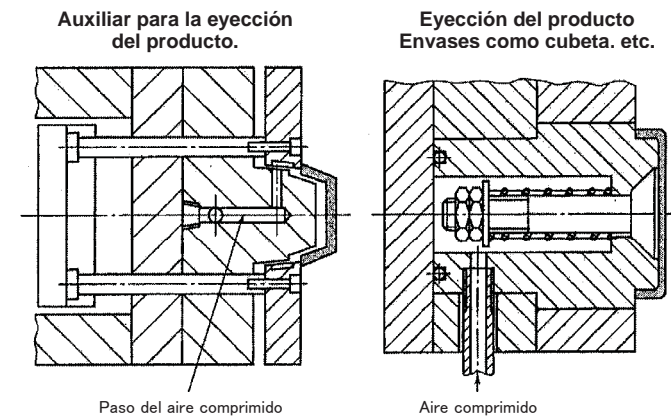
Sistema eléctrico de moldeo y sus funciones

5. Conexión de los circuitos neumáticos - 1

1. Eyección del producto
2. Auxiliar para la eyección del producto
3. Enfriamiento del molde (corazón delgado)
4. Auxiliar para la caída libre del producto

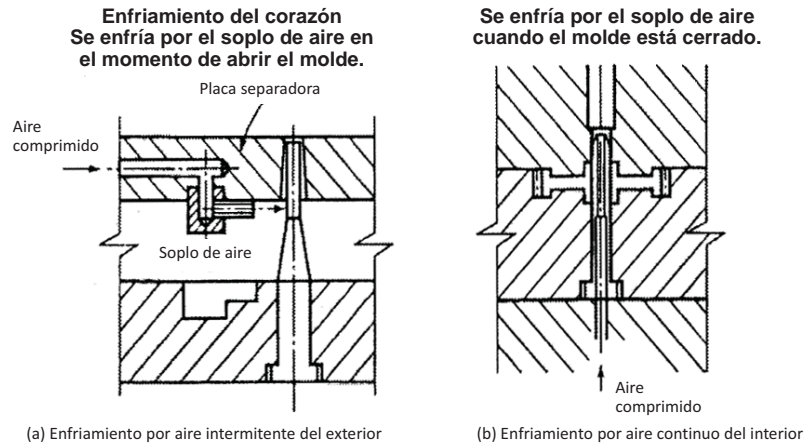
Sistema eléctrico de moldeo y sus funciones

5. Conexión de los circuitos neumáticos - 2



Sistema eléctrico de moldeo y sus funciones

5. Conexión de los circuitos neumáticos - 3

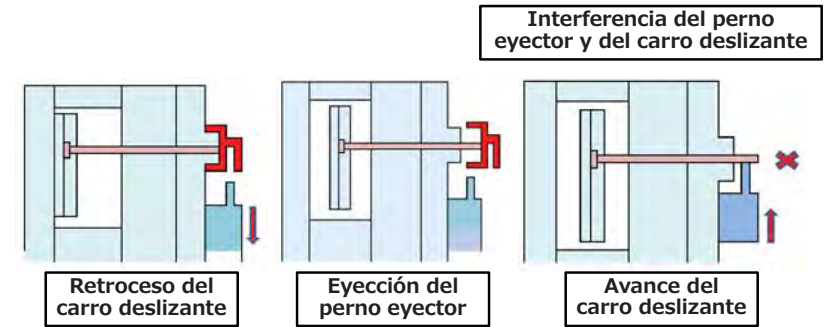


Sistema eléctrico de moldeo y sus funciones

17

6. Circuitos de eyección - 1

1. Circuito para la confirmación del retroceso del eyector.
Molde con carro deslizable: circuito de seguridad.
Confirmación de retorno (rotura) del perno eyector.

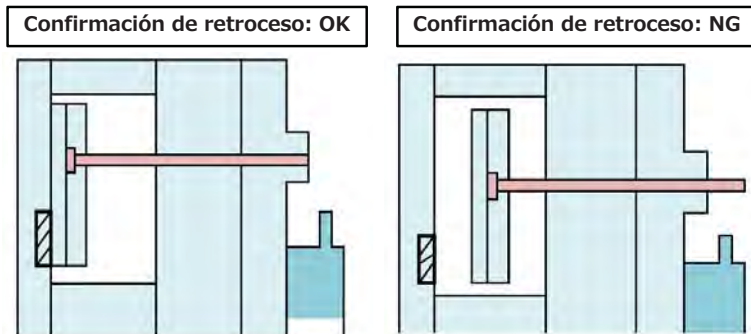


Sistema eléctrico de moldeo y sus funciones

18

6. Circuitos de eyección - 2

1. Circuito para confirmar el retroceso del eyector
Molde con carro deslizable: circuito de seguridad
Confirmación de retorno (rotura) del perno eyector
(Ensamble del interruptor de límite).

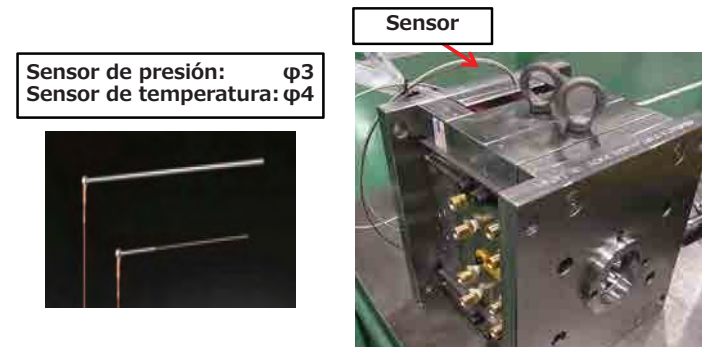


Sistema eléctrico de moldeo y sus funciones

19

7. Conexión de los circuitos de los sensores - 1

1. Los tres moldes de Abrecartas, Portavasos y Caja tienen la especificación que permite ensamblar el sensor de presión interna de la cavidad y el sensor de temperatura de resina en el molde.
(Es posible no ensamblar los sensores
→ Ensamblar el perno eyector estándar)

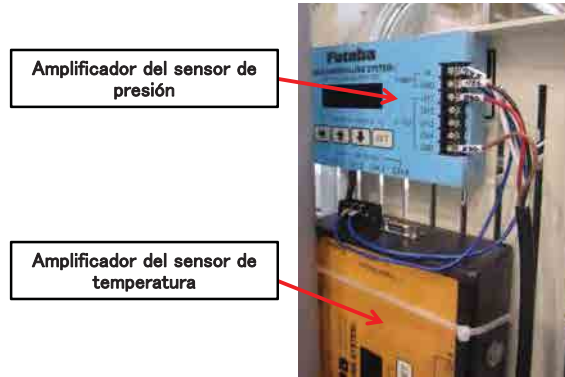


Sistema eléctrico de moldeo y sus funciones

20

7. Conexión de los circuitos de los sensores – 2

- Los 3 moldes de Abrecartas, Portavasos y Caja tienen la especificación que permite ensamblar el sensor de presión interna de la cavidad y el sensor de temperatura de resina en el molde.
(Es posible no ensamblar los sensores
→ Ensamblar el perno eyector.)

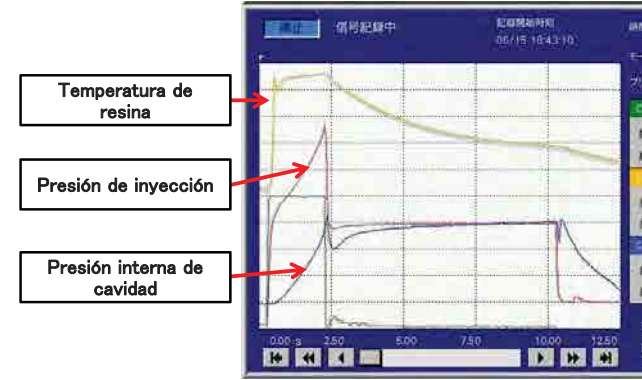


Sistema eléctrico de moldeo y sus funciones

21

7. Conexión de los circuitos de los sensores – 3

- Los tres moldes de Abrecartas, Portavasos y Caja tienen la especificación que permite ensamblar el sensor de presión interna de la cavidad y el sensor de temperatura de resina en el molde.
(Es posible no ensamblar los sensores
→ Ensamblar el perno eyector estándar)

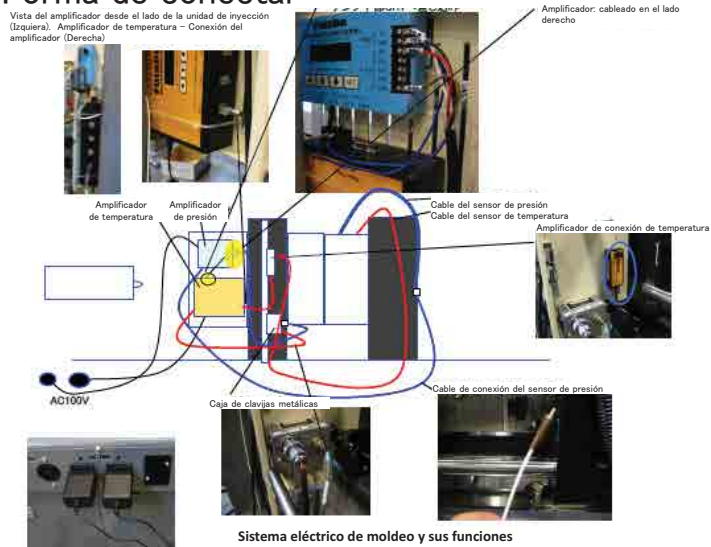


Sistema eléctrico de moldeo y sus funciones

22

7. Conexión de los circuitos de los sensores – 4

Forma de conectar



Sistema eléctrico de moldeo y sus funciones

23

M6 Cambio de molde en la máquina de inyección

M6-3 Cambio de color y material interno del cilindro del moldeo por inyección (purga)

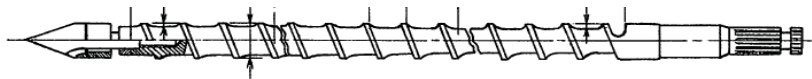
18/Feb/2013

Cambio de material remanente en el cilindro (purgado)

1. Cuando se presentan defectos del moldeo:
Realizar el purgado utilizando el mismo material.
2. Cuando se cambia el molde (producto)
 - Cambio de color
Mismo material pero de color diferente = La temperatura de fusión es la misma.
 - Cambio de material
 - * Uso de un material diferente = La temperatura de fusión es diferente. = La viscosidad de fusión es diferente.
 - * Uso de material especial para la purga.
(Se requiere reemplazar por el nuevo material.)

Cantidad de resina remanente dentro de las ranuras del husillo (Cantidad total estimada de todas las ranuras)

- 80tonf $\phi 32$ ~ 330g
- 50tonf $\phi 26$ ~ 185g

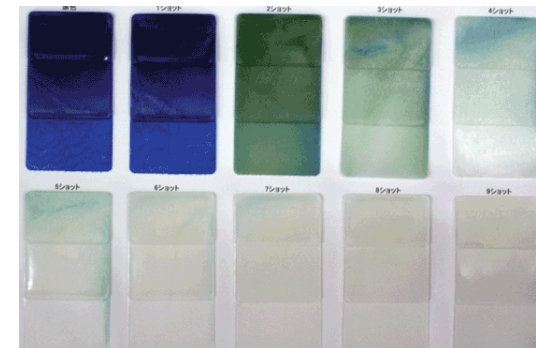


Ejemplo de uso de un material especial para purga 1-1

Material PP de color azul \Rightarrow 50g del material especial para purga \Rightarrow Purgado del material PP

Cantidad de resina PP que se suministra para que se haga transparente: 102.5g

Tiempo requerido para que se haga transparente: 8 minutos

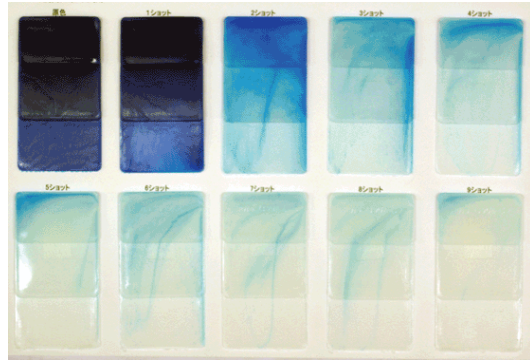


Ejemplo de uso de un material especial para purga 1-2

Material PP de color azul ⇒ Purgado del material PP (sin utilizar el material especial para purga)

Cantidad de resina PP que se suministra para que se haga transparente: 497f (102.5g)

Tiempo requerido para que se haga transparente: 30 minutos (8 minutos)



Fuente: Página WEB de Toyama Coloring

Cambio de material interno del cilindro de inyección

5

Ejemplo de uso del material especial para purga 2

Ejemplo del cambio de PP (naranja) ⇒ PP (natural)

- Máquina de molde: Máquina inyectora de 80t
- Temperatura de molde: 230°C



Fila superior: 11 disparos con Z Clean S60.
Fila inferior: 5 disparos para el reemplazo del material utilizando el siguiente PP.

53 disparos en total

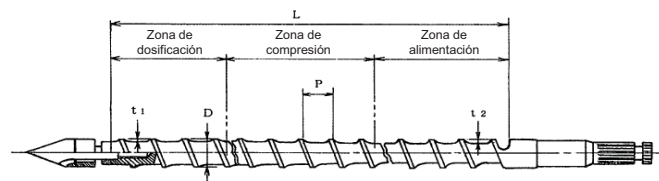
Fuente: Catálogo de Chisso Corporation

Cambio de material interno del cilindro de inyección

6

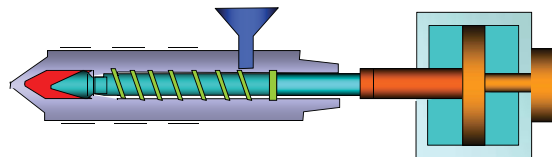
A-337

¿Cuál es el área de plastificación del material?
¿Cuál es la zona donde tiende a quedarse el residuo del material?



L/D
 P/D
Proporción de compresión = t_2/t_1

L = Longitud efectiva del husillo
 D = Diámetro del husillo (diámetro)

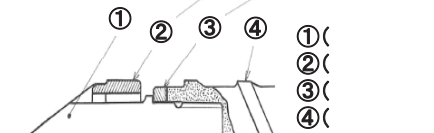
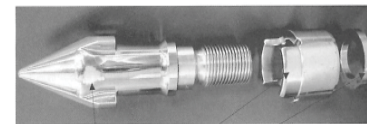


Cambio de material interno del cilindro de inyección

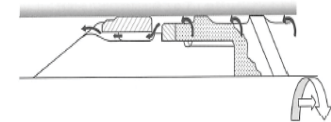
7

Juego de 3 piezas ubicadas en la punta del husillo en línea (para evitar contraflujo)

¿Cuáles son los nombres del ①~④? ¿En qué zonas tiende a quedarse el residuo del material?

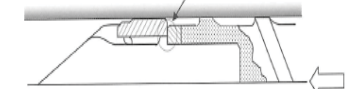


4) Cuerpo principal del husillo



**Plastificación y dosificación:
Retrocede mientras gira.**

Se cierra el espacio entre la válvula de anillo y el anillo del asiento.

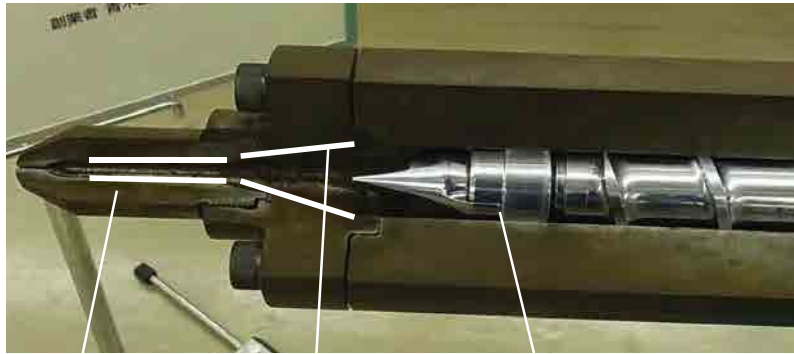


**Inyección (avance del husillo):
No gira.**

Cambio de material interno del cilindro de inyección

8

¿En qué zonas tiende a quedarse el residuo del material?



Pared interior de la boquilla

Superficie de la pared del cabezal

Parte interior de la válvula antiretorno

Cambio de material interno del cilindro de inyección

9

Verificar el husillo extraído

Está adherido el carburo del PC "negro".



Condición después de la limpieza



Fuente: Página WEB de Kaimen Kogaku Kenkyusho

Cambio de material interno del cilindro de inyección

10

Trabajo de purgado

- Purgado de baja velocidad utilizando material de alta viscosidad para purgar la resina y el carburo remanentes acumulados en capas.

Iniciar el trabajo de purgado

- ① Bajar la revolución del husillo de la máquina inyectora con respecto a la revolución del mismo que se usa para la producción masiva. [La viscosidad de la resina fundida se incrementa debido a la disminución del calor por fricción de corte.]

- ② Inyectar a baja velocidad. La velocidad de inyección será más baja que la del moldeo para la producción masiva. [Remover lentamente la parte del material acumulado en capas.]

Revisar la masa del material purgado. [Salen la resina y el carburo remanentes acumulados en capas.]

Iniciar el moldeo normal. [Verificar la presencia de contaminación y/o defectos de moldeo por el color desigual.]

[Puntos clave]

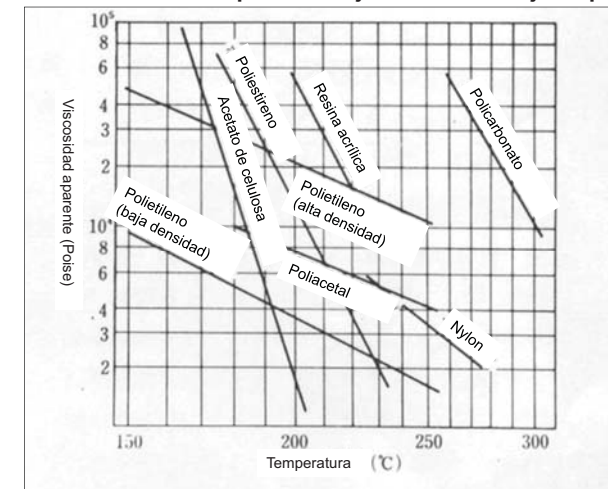
Aumentar la viscosidad para cambiar la viscosidad de la resina fundida [Cambio de viscosidad]

Inyectar a baja velocidad [Cambiar el flujo].

Cambio de material interno del cilindro de inyección

11

Se podría decir que el polietileno de alta densidad (HDPE) es un material apto para el purgado por su baja dependencia de la temperatura (la caída de la viscosidad es menor) y por su amplio rango de temperatura para moldeo. Asimismo, a una temperatura baja (menor a 190° C), la viscosidad del polietileno de uso general (GPPS) excede la del HDPE. Por tanto frecuentemente se utilizan estos 2 tipos en conjunto en el trabajo de purgado.



12

HDPE utilizado para el trabajo de purgado

Polietileno de alta densidad:
Densidad: de 950 a 970kg/m³
Índice de fluidez (MFR): de 1 a 10g/10 minutos.
Grado para la extrusión

Cambio de material interno
del cilindro de inyección

13

En caso de cambiar la resina, se recomienda purgarla utilizando una resina que tiene mayor viscosidad que la de la resina en uso.

Por ejemplo, para cambiar del PC al PA66, se sugiere combinar la temperatura con la viscosidad como PC→HDPE, HDPE→GPPS y GPPS→PA66.

	Temperatura del cilindro	Material
Paso 1	300°C	PC ⇒ HDPE
Paso 2	180°C	HDPE ⇒ GPPS
Paso 3	280°C	GPPS ⇒ PA66

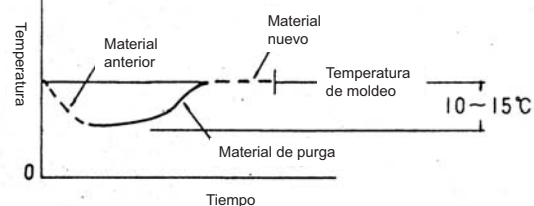
Fuente: Página 48 del libro de texto del curso sobre moldeo en Sumitomo

Cambio de material interno
del cilindro de inyección

14

Cambio de color de la misma resina

1. Cuando se acabe el material contenido en el cilindro, bajar la temperatura de 10 a 15°C.
2. Cargar el material de purgado, dejar la revolución del husillo ligeramente baja (hasta 80rpm) y la contrapresión ligeramente alta (como para que se escurra de la boquilla), y repetir el purgado.
3. Al lograr eliminar el material anterior, subir la temperatura hasta que alcance el grado preestablecido.
4. Cuando la temperatura se haya elevado, cargar el material nuevo y purgarlo unas veces.



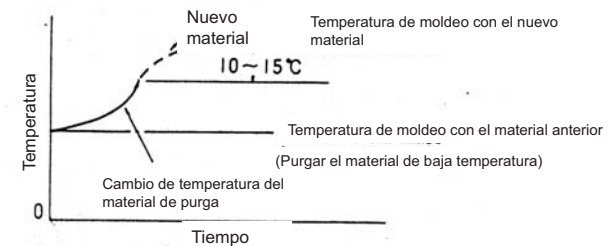
Cambio de color del mismo plástico

Cambio de material interno
del cilindro de inyección

15

De la resina de baja temperatura a la resina de alta temperatura

1. Cargar el material de purgado manteniendo la temperatura de moldeo del material anterior. Bajar ligeramente la revolución del husillo (hasta 80rpm), dejar ligeramente alta la contrapresión (como para que se escurra de la boquilla) y repetir algunas veces el purgado.
2. Subir la temperatura hasta que quede de 10 a 15°C más baja que la temperatura de moldeo del nuevo material, y cargar el nuevo material.
3. Después de repetir unas veces la inyección y la dosificación, subir la temperatura hasta que alcance el grado preestablecido.



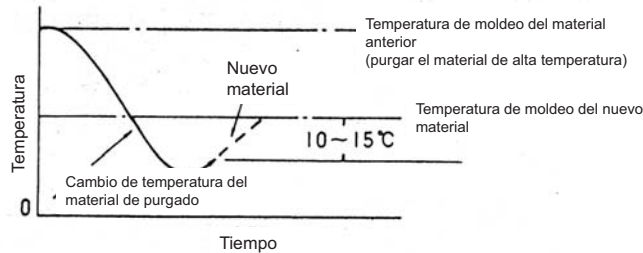
De la resina de baja temperatura a la resina de alta temperatura

Cambio de material interno
del cilindro de inyección

16

De la resina de alta temperatura a la resina de baja temperatura

1. Cargar el material de purgado manteniendo la temperatura de moldeo del material anterior. Bajar ligeramente la revolución del husillo (hasta 80rpm), dejar ligeramente alta la contrapresión (como para que se escurra de la boquilla) y repetir unas decenas de veces el purgado.
2. Bajar la temperatura hasta que quede de 10 a 15°C más baja que la temperatura de moldeo del nuevo material, y cargar el material de purga para repetir el purgado.
3. Cargar el nuevo material, y después de repetir unas veces la inyección y la dosificación, subir la temperatura hasta el grado preestablecido.



De la resina de alta temperatura a la resina de baja temperatura

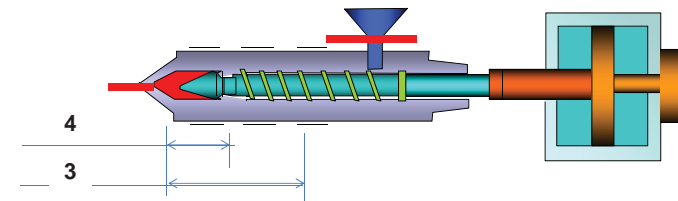
Cambio de material interno del cilindro de inyección

17

Procedimiento del trabajo de purgado

1. Cerrar la tolva y realizar el purgado hasta que se acabe el material.
2. Limpiar la parte interior de la tolva utilizando la pistola neumática, etc. y cargar el nuevo material.
3. Con la contrapresión muy pequeña (como para que se escurra apenas de la boquilla) y la cantidad dosificada de 1/2, purgar de 3 a 4 veces (cambio de resina en la zona de álabes).
4. Reducir la carrera de dosificación (10 a 20mm) y cambiar la resina en las zonas de la boquilla y el cabezal (Incrementar la velocidad y la presión, y combinar el avance y el retroceso de la inyección.)

(* Esta operación influye de manera importante en los resultados.)



Cambio de material interno del cilindro de inyección

18

Práctica del trabajo de purgado 18/Feb

Grupo A: 80Tonf Molde de caja, Ponente()

- Existe material de PP dentro del cilindro (la temperatura del cilindro es de 180°C)

* La modificación de la temperatura del cilindro es arbitraria.

- Realizar el purgado con el material GPPS y moldear para verificar la situación del cambio de material.
- Material total de GPPS son 3kgf.
Se acaba 1kgf. ⇒ Moldear y verificar la situación del cambio de material.
Se acaban 2kgf. ⇒ Moldear y verificar la situación del cambio de material.
Se acaban 3kgf. ⇒ Moldear y verificar la situación del cambio de material.

* En caso de que no se haya purgado completamente con 3kgf, agregar 1kgf cada vez para realizar el purgado (hasta 5kgf como máximo).

Cambio de material interno del cilindro de inyección

19

Práctica del trabajo de purgado 18/Feb

Grupo B: 50tonf molde de portavasos Ponente ()

- Existe material de PP dentro del cilindro (la temperatura del cilindro es de 180°C)

(* La modificación de la temperatura del cilindro es arbitraria.)

- Realizar el purgado con el material GPPS y moldear para verificar la situación del cambio de material.
- Material total de GPPS son 3kgf.
Se acaba 1kgf. ⇒ Moldear y verificar la situación del cambio de material.
Se acaban 2kgf. ⇒ Moldear y verificar la situación del cambio de material.
Se acaban 3kgf. ⇒ Moldear y verificar la situación del cambio de material.

* En caso de que no se haya purgado completamente con 3kgf, agregar 1kgf cada vez para realizar el purgado (hasta 5kgf como máximo).

- Resumir el resultado del trabajo de purgado en un reporte y exponerlo.

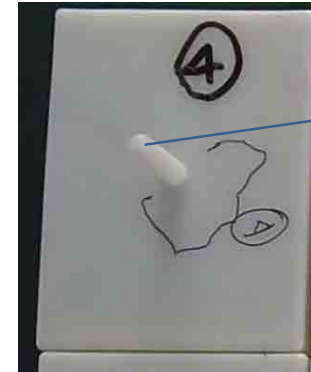
Cambio de material interno del cilindro de inyección

20

Reporte del resultado del trabajo de purgado (ejemplo-1)

Grupo A B	80tonf 50tonf
Ponente	Anotar el resultado. Tomar la foto de la muestra y anexarla.
Paso 1	Existe material remanente (cantidad mayor).
Paso 2	Existe material remanente (cantidad media).
Paso 3	Existe material remanente (cantidad media).
Paso 4	Existe material remanente (poca cantidad).
Paso 5	Existe material remanente (poca cantidad).
Resumen del resultado (Razones por las que salió bien o salió mal.)	
Al realizar el purgado con una carreta corta, faltó velocidad de inyección. Se supone que no era conveniente haber subido la temperatura del cilindro.	

Reporte del resultado del trabajo de purgado (ejemplo-2) (Registrar en la foto lo que se verificó sobre el cambio de material)



Paso 1: Se confirmó la presencia del PP remanente en el centro.

M6 Cambio de molde en la máquina de inyección

M6-4 Ajuste inicial de las condiciones de moldeo y muestreo del producto moldeado

29/Ene/2013

Configuración de los parámetros iniciales de moldeo -1

- Para el caso de moldear con un molde nuevo (T0, T1)
- Confirmación de la calidad del molde.
(Movimientos básicos, funciones, precisión, entre otros)
- Parámetros de moldeo y muestreo de productos moldeados.
(Parámetros de moldeo del estándar nivel 3 o más)
- Confirmación de los parámetros de moldeo y la calidad de productos moldeados.
(Determinación de los parámetros de moldeo para la producción masiva)

A-342

Configuración de los parámetros iniciales de moldeo-2

- Para el caso de moldear por primera vez con un molde transferido:
- Confirmación de la calidad del molde.
(Oxidación y rayaduras en la parte del producto)
- Revisión y rastreo de los parámetros existentes de moldeo.
(Temperatura, tiempo, tiempo de llenado y presión)
- Revisión de los parámetros de moldeo y la calidad de productos moldeados.
(Confirmación de los parámetros de moldeo para la producción masiva)

1. Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección -3 "Temperatura, Tiempo, Presión, Velocidad, Posición-Cantidad"

1. Principio del moldeo por inyección

M 5-2 P5 Repaso

1-1) ¿Qué es el moldeo por inyección?

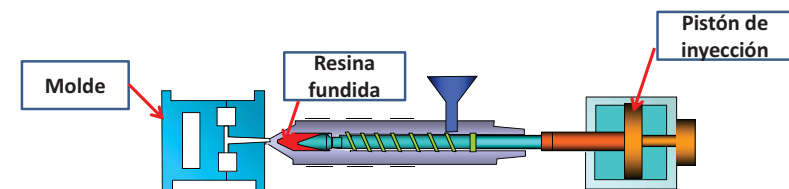
Al moldeo cerrado → Fuerza de cierre del molde
la resina fundida por calentamiento y dosificada

→ Temperatura, Cantidad de material

se inyecta (al molde), → Velocidad, Presión, Temperatura

se enfría → Temperatura, Tiempo

y se extrae como producto moldeado.



1. Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección-1

“Temperatura, Tiempo, Presión, Velocidad, Posición-Cantidad”

M 5-2 P3 Repaso

Unidad de cierre del molde

- Velocidad de apertura-cierre
- Presión de cierre a baja presión
- Presión de cierre
- Carrera de apertura-cierre

Unidad de inyección y plastificación

- Temperatura del cilindro
- Velocidad de la inyección
- Presión de la inyección
- Presión sostenida
- Tiempo de la inyección-Tiempo de la presión sostenida
- Carrera de la dosificación
- Velocidad de la dosificación (Número de revoluciones)

Unidad de eyección

- Velocidad del avance
- Carrera del avance
- Presión de la eyección

Material

- Temperatura de secado
- Tiempo de secado

Molde

- Temperatura del molde
- Tiempo del enfriamiento

NISSEI Escuela Texto Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección 5

1. Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección

(Temperatura | **Tiempo** | Presión | Velocidad | Posición-Cantidad) **M5-2 P4, Repaso**

Tiempo de inyección

Tiempo de enfriamiento

Velocidad de cierre del molde

Fuerza de cierre del molde

Velocidad de apertura del molde

Velocidad de eyección

Temperatura del cilindro

Botón para seleccionar la pantalla de los parámetros principales

Velocidad de inyección

Valor de dosificación SM

Presión de inyección

Presión sostenida

SD

Número de revoluciones del husillo

NISSEI Escuela Texto Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección 6

1. Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección

M 5-2 P7 Repaso

1-3) Los factores del moldeo por inyección

¿Cuáles son **“Los 5 factores de parámetros”** del moldeo por inyección?

- Temperatura
- Tiempo
- Cantidad (Posición)
- Velocidad
- Presión

La condición óptima del moldeo es formada por una buena combinación (equilibrio) de los 5 factores del moldeo.

* Para moldear en forma equilibrada, los 5 factores deberán tener una estabilidad y mantener su equilibrio.

NISSEI Escuela Texto Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección 7

Pasos para configurar los parámetros del moldeo

2-1) Preparación antes de establecer los parámetros del moldeo: **M 5-2 P7 Repaso**

2-1) Revisar las características de la resina para moldear qué producto.

- Revisar las características de la resina
 - Necesidades de secado: ¿A qué temperatura? ¿Durante cuánto tiempo?, y ¿De qué manera?
 - Cuando es insuficiente el secado, se presentan no sólo defectos en el moldeo sino también se puede provocar el deterioro físico del producto moldeado.
 - En cuanto a la temperatura de la resina, ¿en qué rango de temperatura se puede moldear?
 - ¿A qué temperatura se funde y a qué temperatura se descompone?
 - En cuanto a la temperatura del molde, ¿en qué rango de temperatura se puede moldear?
 - ¿Cuál es la temperatura de deflexión térmica?
 - “Valor de referencia de la temperatura de la resina y del molde según los tipos de resina”

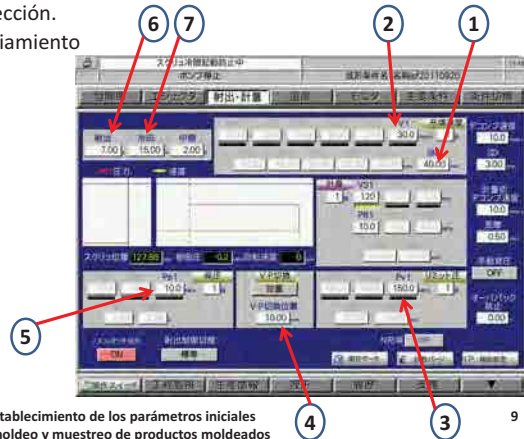
Nombre de resina	Temperatura de la resina [°C]	Temperatura del molde [°C]
PE	180~300	15~75
PP	200~300	40~60
PS	180~310	20~60
ABS	200~280	40~85

NISSEI Escuela Texto Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección 8

2. Pasos para configurar los parámetros de moldeo

Pasos para configurar los parámetros : **M5-2 P20 Repaso**

- ① Configurar el valor de dosificación (SM)
- ② Configurar la velocidad de inyección (V1)
- ③ Configurar la presión de inyección (Pv1) y (Presión de llenado).
- ④ Configurar la posición del cambio a la presión de sostenimiento (V/P).
- ⑤ Configurar la presión de sostenimiento (Pp1).
- ⑥ Configurar el tiempo de inyección.
- ⑦ Configurar el tiempo de enfriamiento

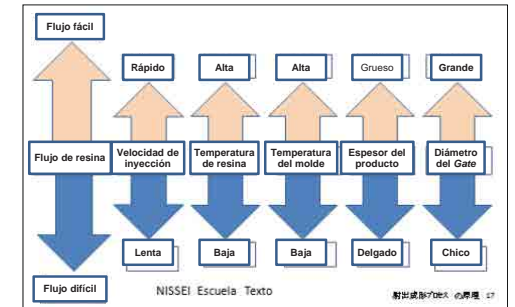


Establecimiento de los parámetros iniciales de moldeo y muestreo de productos moldeados

Pasos para establecer los parámetros del moldeo -2

1)-② Revisar el tipo del producto (molde). **M 5-2 P13 Repaso**

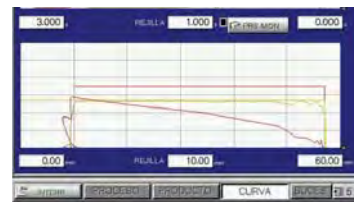
- ¿El producto es grueso o delgado?
 - Es un criterio para definir el: tiempo de inyección, tiempo de enfriamiento, temperatura de la resina, temperatura del molde.
- ¿La forma del producto permite desmoldearlo, disparando a propósito con la "falta de material (*short shot*)"?
 - Es un criterio para definir: Velocidad de inyección, presión de inyección, cantidad de resina.
- ¿Cómo es el sistema de control de la temperatura del molde?
 - Revisar si es el control mediante agua, aceite o calefacción de resistencias.



Configuración del valor de dosificación

Normalmente se va aumentando el valor de dosificación de acuerdo con el método de pieza incompleta. Sin embargo, esto contiene la posibilidad de provocar que **la pieza moldeada quede dentro de la cavidad** dependiendo del tipo de molde y el nivel de la falta de material.

⇒ Calcule el valor de dosificación y programe el parámetro de dosificación con el cual se pueda llenar.



Establecimiento de los parámetros iniciales de moldeo y muestreo de productos moldeados

2. Pasos para configurar los parámetros del moldeo -8

2-3) Configurar los parámetros del moldeo **M 5-2 P17 Repaso**

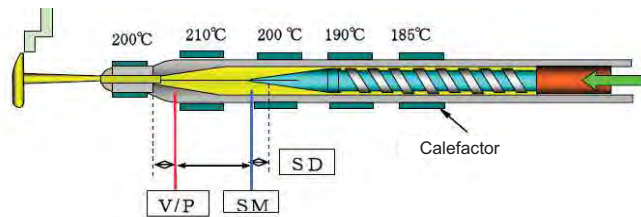
Los parámetros relacionados con la temperatura, no se reflejan inmediatamente después de su modificación, por lo que básicamente se fijan los parámetros relacionados directamente con la temperatura dentro de los datos de la resina y del producto.

- Temperatura del molde
- Temperatura del cilindro calentador (Incluye la cantidad del flujo de agua debajo de la tolva)
- Número de revoluciones del husillo → 100~120rpm
- Contrapresión del husillo → 100~130kgf/cm² aprox. (10~13 MPa aprox.)
- Posición del cambio a la presión de sostenimiento (V/P) → 10mm

2. Pasos para programar los parámetros del moldeo -13

M 5-2 P22 Repaso

- Programar la velocidad de inyección y la presión de inyección
(Por regla general, se programan 1V2P)
 - Velocidad de inyección (V1) 50~70mm/seg., aprox.
 - Presión de inyección (Pv1) 50~70MPa, aprox.
 - Presión sostenida (Pp1) 10~13MPa, aprox.
 - * Seleccionar la pantalla donde se indica la posición del husillo, como la pantalla de inyección.
- Rellenar el molde en el modo manual, y cuando ya no avanza el husillo, inmediatamente regresar a la posición de neutro.
 - En este momento, debe observar **el punto hasta donde avanzó el husillo**.



NISSEI Escuela Texto

Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección

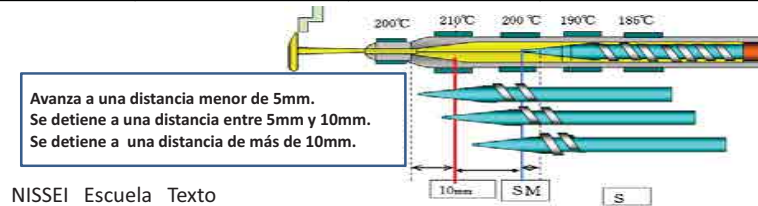
13

Pasos para configurar los parámetros del moldeo -15

Posición del husillo y las medidas a tomar Tabla ①

M5-2 P24 Repaso

Condición del producto moldeado	Posición del husillo	Causa	Medidas a tomar
Pieza incompleta (Falta de material)	Avanza a la distancia de menos de 5mm.		Aumentar el valor de dosificación
	Se detiene entre 5mm y 10mm.		Aumentar la presión sostenida
	Se detiene a una distancia de más de 10mm.		Aumentar la velocidad y la presión de inyección.
Rebaba, Blanqueo, Fractura (Exceso de material)	Avanza a una distancia de menos de 5mm.		Bajar la velocidad y la presión de inyección.
	Se detiene entre 5mm y 10mm.		Bajara la presión sostenida
	Se detiene a una distancia de más de 10mm.		Bajar el valor de dosificación



NISSEI Escuela Texto

Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección

14

Contenido de la práctica 28/feb

Grupo A → Asignar el presentador ()

▪ Máquina inyectora FNX80: Molde de caja

Material a usar: ABS

Parámetros estándares 4 (Presión de sostenimiento)

El número de productos aceptados es de 6 disparos.

Grupo B → Asignar el presentador ()

▪ Máquina inyectora NEX50: Molde de portavasos

Material a usar: ABS

Parámetros estándares 4 (Presión sostenida)

El número de productos aceptados es de 6 disparos.

Establecimiento de los parámetros iniciales de moldeo y muestreo de productos moldeados

15

Resumen del contenido de la práctica

1. Muestren en una gráfica la relación entre peso, dimensión de los productos y el parámetro de la presión de sostenimiento configurado.
2. Resuman los valores importantes de monitoreo en un documento.
3. Extraer la lista de los parámetros de moldeo.
4. Extraer las curvas de velocidad y presión.

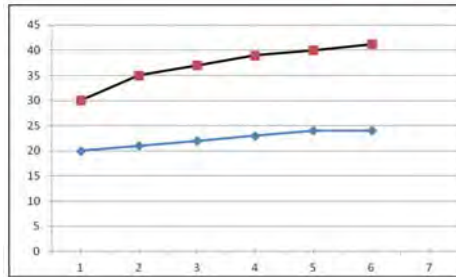
Establecimiento de los parámetros iniciales de moldeo y muestreo de productos moldeados

16

Resumen de los parámetros de moldeo-1

Midan las dimensiones y peso del producto de cada estándar y elaboren gráficas.
Decidan en grupo los puntos a medir.

	Dimensión Promedio: N=10	Peso Promedio: N=10
Parámetro I Presión de sostenimiento		
Parámetro II Presión de sostenimiento		
Parámetro III Presión de sostenimiento		
Parámetro IV Presión de sostenimiento		



Establecimiento de los parámetros iniciales de moldeo y muestreo de productos moldeados

17

Resumen de los parámetros de moldeo-2

Registro ejemplar de los valores representativos de monitoreo

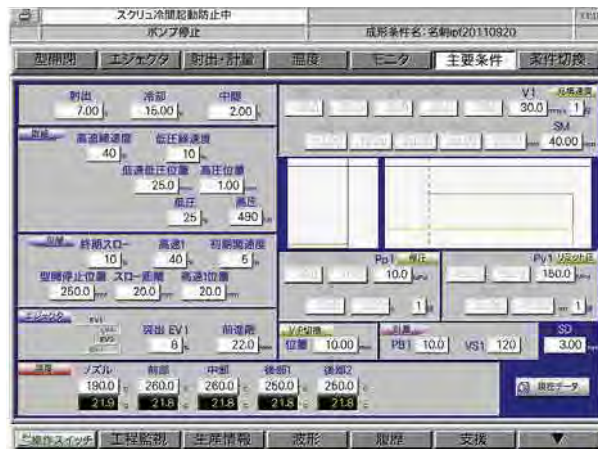
Nombre de producto	CAJA	PORTA VASOS
Máquina de moldeo por inyección	80tonf	50tonf
Presión de cierre	tonf	
Tiempo de inyección	Seg	
Tiempo de enfriamiento	Seg	
Velocidad de inyección	mm/seg	
Tiempo de llenado	Seg	
Presión de inyección	Kgf/cm2	
Presión máxima de llenado	Kgf/cm2	
Tiempo de dosificación	Seg	
Tiempo de ciclo	Seg	
Ciclo en vacío	Seg	
Temperatura de cilindro (frontal)	°C	
Temperatura de molde	°C	
Cantidad de producción	Pza/h	

Establecimiento de los parámetros iniciales de moldeo y muestreo de productos moldeados

18

Resumen de los parámetros de moldeo-3

Extracto de la lista de los parámetros de moldeo

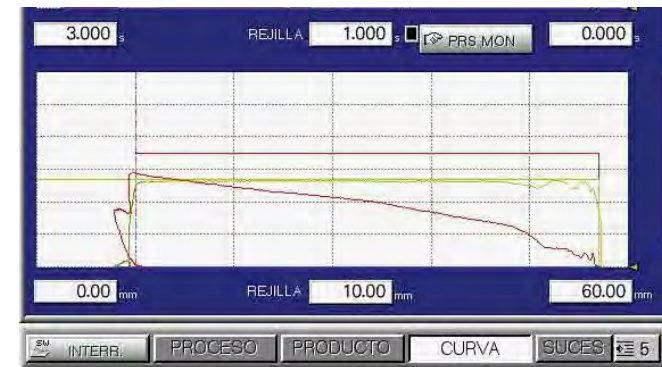


Establecimiento de los parámetros iniciales de moldeo y muestreo de productos moldeados

19

Resumen de los parámetros de moldeo-4

Extracto de la curva de velocidad / presión



Establecimiento de los parámetros iniciales de moldeo y muestreo de productos moldeados

20

M7 Gestión de calidad del producto y la administración de producción

M7-1 Concepto teórico y conocimiento general
M7-2 Sistema de calidad aplicable a las empresas de moldeo por inyección

Comprender el concepto teórico de la calidad y productividad así como adquirir ideas generales sobre el método de mejoramiento en la calidad y productividad que sean aplicables a las empresas de inyección de plásticos.

Feb.2011

1

Contenido de la Capacitación

- 1. Generalidades de la gestión de calidad
 - (1) ¿Qué significa calidad?
 - (2) Métodos de mejoramiento de calidad y sus actividades
- 2. Generalidades de la gestión de productividad
 - (1) ¿Qué significa productividad?
 - (2) Métodos de mejoramiento de productividad y sus actividades

2

¿Qué significa Calidad?

■ Definición por ISO-8402

Calidad significa “El conjunto de características de una entidad que le otorgan la capacidad de satisfacer necesidades expresas e implícitas.”

(Referencias)

- Es deseable determinar expresamente aquellas necesidades implícitas.
 - “Una entidad” significa productos, servicios, procesos, organizaciones entre otras.
- Definición por el fundador de ZD (Philip B. Crosby)
La calidad se define como “conformidad a los requerimientos”.

3

Calidad de diversas “COSAS”



4

Requerimientos y Necesidades

- Necesidades del cliente y lo que espera el cliente en forma implícita.
 - Clientes no son sólo aquellos consumidores o compradores que necesiten el producto y servicios sino también son clientes los procesos antes y después relacionados en el caso de trabajo y proceso de producción.
- Necesidades cambian conforme al transcurso del tiempo.
- Necesidades y el nivel de esperanza implícita se convertirán en características con cifras normativas.

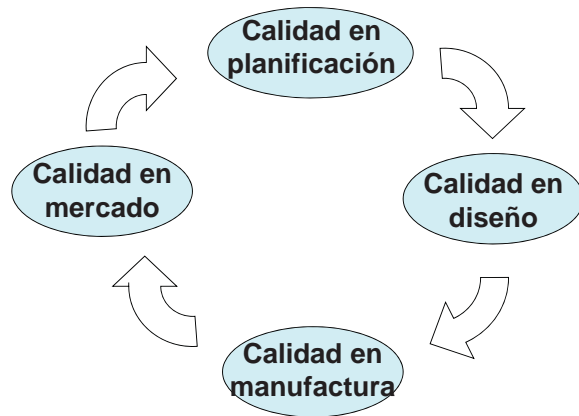
Determinación de requerimientos que eleven el nivel de calidad del trabajo

➤ Aclarar “5W1H”
(en caso de la industria manufacturera)

- *Why* (Objetivo)
- *What* (Qué cosa, cantidad)
- *When* (Cronograma, fecha de entrega)
- *Who* (Recursos humanos, organización, partes involucradas)
- *Where* (Procesos, líneas, planta, empresas afiliadas y subcontratadas)
- *How* (Método, habilidades, herramientas/herramientales, máquinas)

A-348

“Calidad del Producto en diversas etapas”



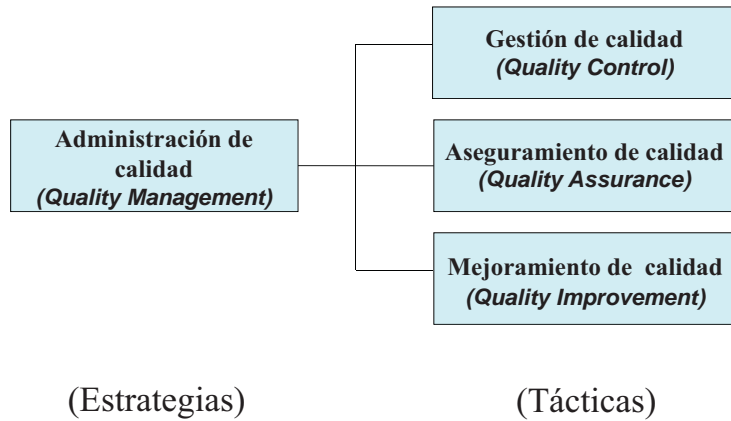
(Manufactura) Objetivo de la Gestión de Calidad

- ① Lograr buena calidad...
Mejoramiento en la calidad (modificar la norma de calidad)
- ② No permitir producción de mala calidad...
Homogenización de la calidad (mantener la calidad)

La Gestión de Calidad ostenta controlar la calidad de productos que se fabrican de tal manera que dicha calidad se aproxime a la calidad en diseño (requerimientos). No es necesario exceder la calidad requerida.

- Objetivo de calidad: Área de diseño (objetivos definidos considerando los aspectos técnicos y de venta)
- Norma de calidad: en el área de producción (la calidad que se puede obtener si se produce conforme al estándar de operación)
- Norma de inspección: La que se utiliza como referencia al efectuar la inspección por parte del área de inspección.
- Norma de aseguramiento: calidad que constituye la norma con que el área de ventas garantiza productos para su cliente.

Administración de Calidad (QM) y Gestión de Calidad (QC)



9

Calidad en el ISO-9000s

- Una tercera parte evalúa y certifica el sistema de calidad
- ¿Qué es el sistema de calidad?
Mejorar continuamente la efectividad del sistema de administración de calidad a través de la política de calidad, objetivo de calidad, resultados de auditoría, análisis de datos, medidas correctivas, medidas preventivas así como revisión gerencial.



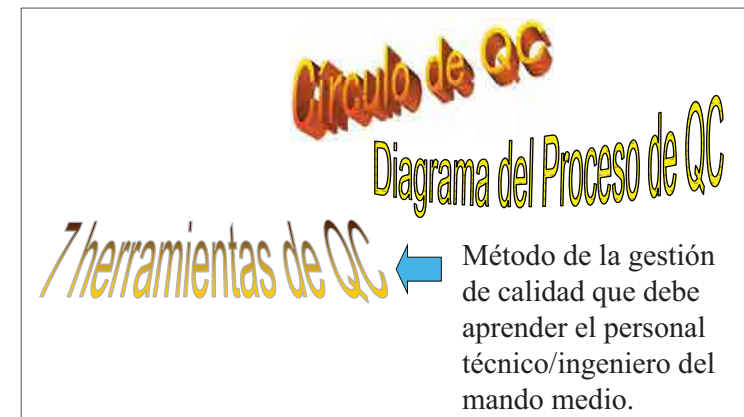
10

Métodos y acciones para mejorar la calidad



11

Sistema de calidad efectivo para las empresas de inyección de plásticos



12

¿En qué consisten 7 herramientas de la calidad?

(A)

- Hoja de revisión
- Diagrama de Pareto
- Diagrama de causa y efecto
- Histograma
- Gráfica de dispersión
- Estratificación
- Gráficas de control

(B)

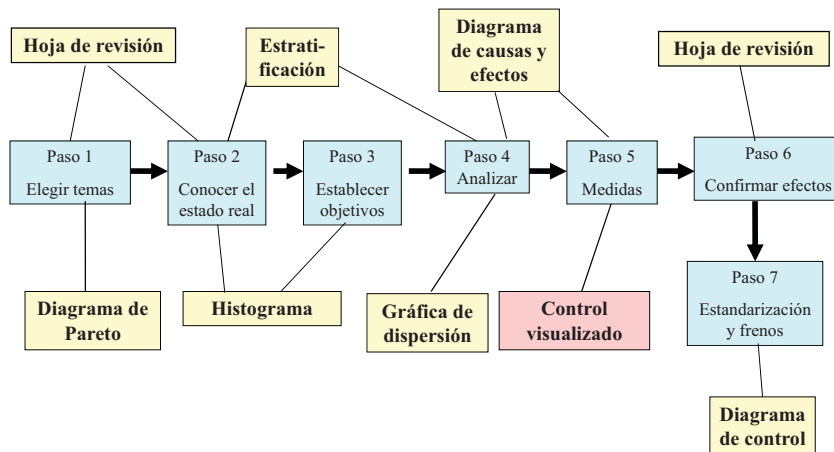
- Hoja de revisión
- Diagrama de Pareto
- Diagrama de causa y efecto
- Histograma
- Gráfica de dispersión
- Gráficas
- Gráfica de control

Procedimiento para mejoramiento de la calidad (Pasos a seguir)

Paso 1: Elegir temas	Decidir temas tomando en consideración problemas que existen. Determinar la importancia de problemas empleando 7 herramientas de QC.
Paso 2: Conocer el estado real	Conocer el estado real reuniendo hechos (datos)
Paso 3: Establecer objetivos	Decidir objetivos en cifra y fecha límite
Paso 4: Analizar	Analizar empleando 7 herramientas de QC
Paso 5: Buscar medidas	Proponer ideas, concretizarlas y evaluar sus viabilidades
Paso 6: Conocer medidas y sus efectos	Tomar medidas. Al comparar sus efectos y objetivos si los resultados no son satisfactorios, se regresa al Paso 4.
Paso 7: Estandarización y asentamiento de controles	Estandarización. Luego se llevan a cabo capacitación y entrenamiento a par de llevar seguimiento para monitorear su mantenimiento.

A-350

La relación entre el cuento de QC y las herramientas (métodos) que se usan en cada etapa



Hoja de revisión -1

Día \ Mes	Día		
	5/1	5/2	5/3
1	/	/	/
2	/		/
3	///	//	///
4	/	/	
5	/		/

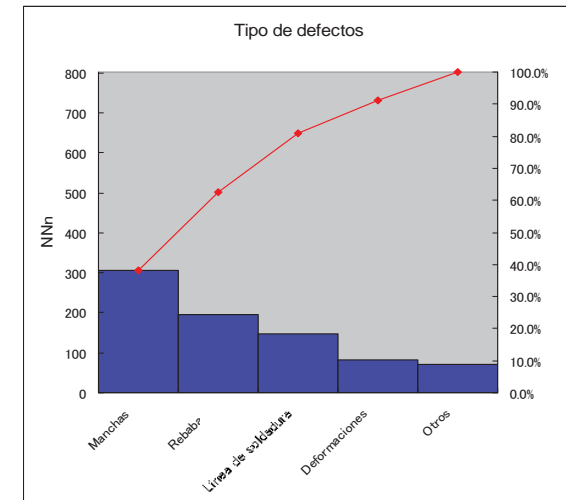
Hoja de revisión -2

Objetivo de utilización: Para aprovechar la hoja de revisión se debe analizar los datos registrados por el diagrama de Pareto y otros con el fin de canalizar al análisis de causas y búsqueda de medidas.

1) Investigar los defectos y sus causas	•Se realiza esta investigación, cuando existen muchos productos defectuosos, para conocer qué tipo de defectos son de mayor ocurrencia y cuáles causas influyen más.
2) Investigación de la distribución en proceso	•Se utiliza para obtener media de y variación de los datos medidos y para compararlos con la norma. •Se utiliza para investigar en qué proceso y/o de qué producto se están generando las fallas y defectos.
3) Mantenimiento de equipos y maquinaria	•Se utiliza para estudiar la distribución de propiedades de la calidad (peso, dimensión, etc.) fabricadas en el proceso.
2) Modo de utilización	(1) Observar la tendencia general, (2) observar el cambio cronológico y (3) Estratificar
3) Puntos clave de utilización	(1) Elaborar diagramas y gráficos, (2) usar símbolos efectivamente y (3) aclarar historial.

17

Diagrama de Pareto -1



18

Diagrama de Pareto -2

1) Objetivo de utilización

Se dice "análisis de ABC" clasificar los problemas en rangos según el grado de importancia. Esto permite determinar cuáles son los temas importantes para controlar y comprender qué tanto de efectos se esperarían a través de mejorar cuáles puntos de problemas.

2) Modo de utilización

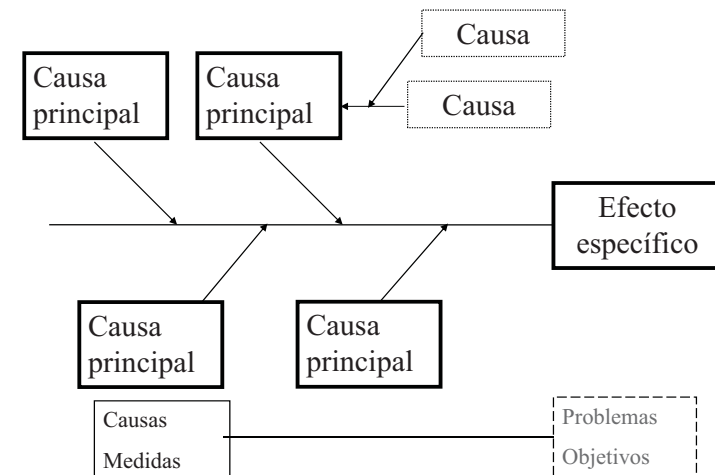
- (1) Enfocar temas de mejoramiento
- (2) Buscar causas
- (3) Confirmar efectos de mejoramiento
- (4) Reportar sencilla y explícitamente. Utilizar herramientas para convencer.

3) Puntos clave de utilización

- (1) En caso de utilizarlo para enfocar temas de mejoramiento, en el eje horizontal se expresarán fenómenos, cuando se usa para buscar causas en dicho eje se anotarán causas, con el fin de conducir el análisis más fácilmente a los mejoramientos.
- (2) En el eje vertical se deben expresar valores en moneda si es posible, en vez de número de casos o puntuación. La evaluación de valor se debe hacer por medio del valor monetario.
- (3) Se debe prestar atención en la forma de clasificación de tal forma que la curva del diagrama de Pareto no llegue a una línea recta.
- (4) Se debe conocer a fondo el grado de importancia que tienen los conceptos superiores por el diagrama de Pareto.
- (5) Para seleccionar los temas de mejoramiento, se debe aplicar el criterio general sobre el efecto de mejoramiento, el nivel de dificultad, el grado de urgencia entre otras.
- (6) Se debe seleccionar los artículos clasificados de tal manera que no debe ser grande en número el de "otros".

19

Diagrama de causa y efecto -1



20

Diagrama de causa y efecto -2

Aplicación

Se usa para identificar problemas, reunir opiniones de las personas involucradas y analizar las causas que afecten más a dichos problemas así como estudiar el estado posterior a la aplicación de medidas de mejoramiento.

Tipo y objetivo

1) Diagrama de causa y efecto tipo búsqueda de causas

Es el método, colocando un problema en el espacio de "efecto específico", para identificar por qué ocurre tal problema y ordenar sistemáticamente sus causas por nivel mayor, mediano y pequeño.

2) Diagrama de causa y efecto tipo estudio de medidas

Es el método, en que se enfocan efectos de tal forma que se permite estudiar medidas necesarias para resolver los problemas en cuestión, ordenar y resumir dichas medidas.

Cómo interpretar y usarlo

El diagrama de causa y efecto se utiliza para análisis y tomar medidas de mejoramiento. Se espera un aprovechamiento más efectivo a través de combinarlo con otros métodos.

21

Diagrama de causa y efecto -3

Efectos

Efectos	Contenido
Productividad	• Producción • Eficiencia • Días de fabricación • Productividad • Tasa de operación • Rendimiento
Calidad	• Número de piezas defectuosos • Anomalías • Número de piezas retrabajadas • Piezas fuera de norma • Variación • Número de errores
Costo	• Cantidad de consumo • Cantidad de inventario • Tiempo de hora-hombre • Costo laboral • Costo de materiales • Gastos
Fecha de entrega	• Tiempo total (<i>lead time</i>) • Días atrasados • Capacidad sobrante de producción • Número de días de fabricación • Días estancados por inspección
Seguridad	• Número de incidentes y casi accidentes • Número de días sin accidente • Tasa de frecuencia • Número de llamadas de atención por patrullado
Asuntos del personal	• Tasa de asistencia • Número de propuestas • Tasa de asistencia en las juntas

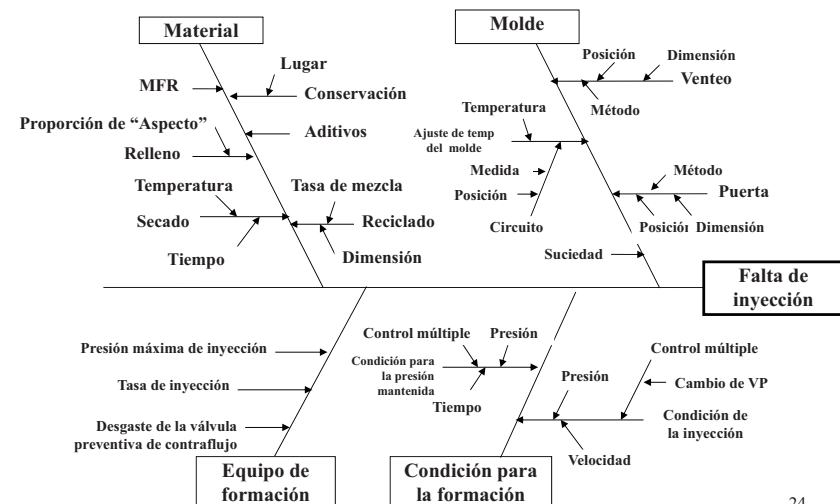
22

Diagrama de causa y efecto -4

Causa principal	Contenido
Hombre	• Experiencia laboral y habilidad • Comportamiento • Estado de salud • Aptitud • Conciencia hacia calidad • Instrucciones
Máquina	• Revisión cotidiana • Historial de avería • Contenido de avería • Problema de maquinaria • <i>Seiri, Seiton, Seiso</i> • Puntos a mejorar de maquinaria
Material	• Material • Forma de manejo • Factores que afecten al efecto • Forma de instalación • Cantidad • Tratamiento (térmico, de superficie)
Método	• Estándar de operación • Seguridad • Hoja de instrucción • Equipo y aparato de medición • Disposición (<i>layout</i>) del área de trabajo • Puntos para medir y revisar

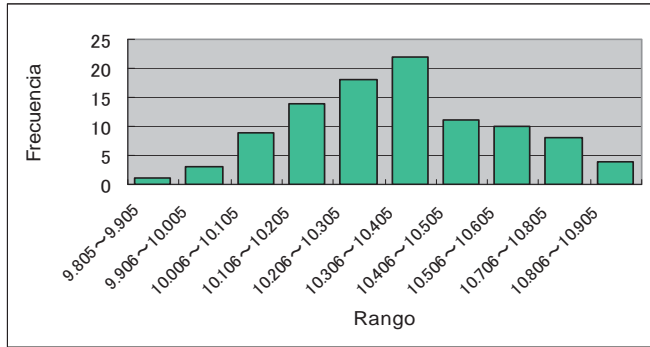
23

Diagrama de causa y efecto -5



24

Histograma -1



25

Histograma -2

▪ Cuando existen muchos datos, el espacio entre el dato mínimo y el máximo se divide entre varios rangos y las frecuencias de ocurrencia en cada uno de los intervalos se muestran mediante la gráfica de barras. Esta facilita comprender visualmente la variación de datos y desviación de los valores respecto a la media.

➤ ¿Cómo elaborarlo?

- (1) Reunir datos (n= 50 - 200).
- (2) Buscar el valor máximo (L) y el mínimo (S) y calcular el rango (L-S).
- (3) Buscar el número (\sqrt{n}) del intervalo.
- (4) Determinar el ancho del intervalo $(L-S/\sqrt{n})$ (multiplicación de la unidad de medición por un número entero)
- (5) Determinar los valores del límite →(el valor del límite inferior del primer intervalo=S-(unidad de medición dividida entre 2)
El valor del límite superior del primer intervalo = el valor del límite inferior + el ancho del intervalo. Lo mismo se aplica para los intervalos subsecuentes.
- (6) Calcular el valor de la mediana de cada uno de los intervalos.
- (7) Elaborar una tabla de frecuencias y basándose en ella se elabora un histograma.

26

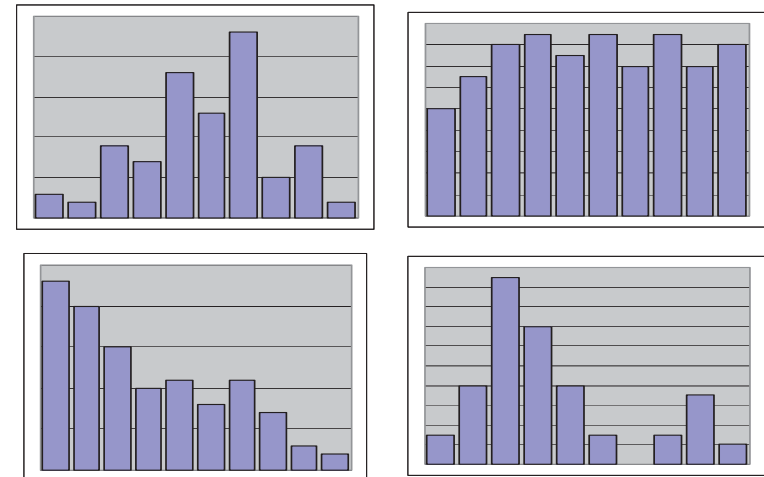
Histograma -3

➤ ¿Cómo interpretar y usar?

1) ¿Cómo se interpreta un histograma?	Se debe fijar en la figura general del gráfico ignorando algunos \square \square . (1) ¿Dónde se encuentra el centro de distribución? (2) ¿Cómo se ve la variación de datos? (3) ¿Cómo es la figura de distribución?
2) Comparar con los valores de la especificación	(1) ¿Se encuentra el centro de distribución en el centro de los valores de la especificación? (2) ¿No está demasiado grande o pequeña la variación de distribución? (3) ¿No están los datos fuera de los valores de la especificación? (4) ¿Se encuentra la distribución dentro del rango de los valores de la especificación con holgura?

27

Histograma -4

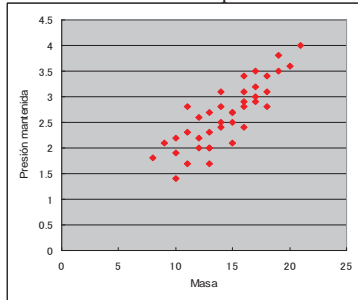


28

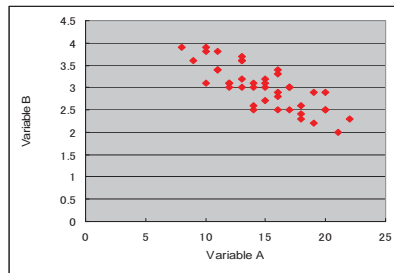
Gráfico de Dispersión -1

- Es un gráfico en que se trazan los valores medidos para estudiar la correlación entre los 2 tipos de datos, colocando uno de ellos en el eje horizontal (Variable A) y el otro en el vertical (Variable B).
- Se utiliza como una herramienta para observar la correlación entre un par de valores de características como son la relación entre la presión mantenida y la masa, y el tiempo de opresión y la fuerza de adherencia.

Correlación positiva



Correlación negativa



29

Gráfico de Dispersión -2

Gráfico de Dispersión con puntos anormales

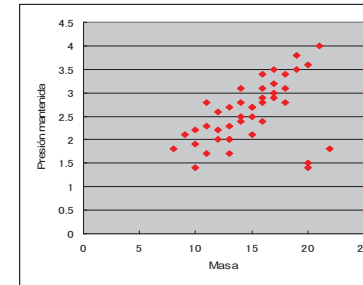
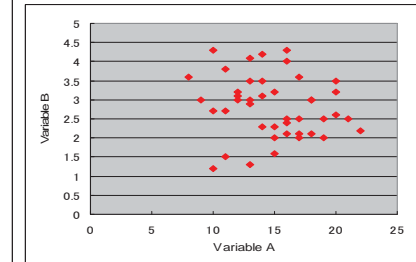


Gráfico de Dispersión sin correlación



30

Gráfico de Dispersión -3

➤ Aplicación

- Se utiliza principalmente para investigar causas de problemas para resolverlos, para las etapas de desarrollo y de preparativos de producción. Si se encuentra una correlación entre los efectos y causas del diagrama de efecto y causa, se debe estudiar cómo controlar esas causas buscando propuestas de medidas.
- Hay que estratificar los datos. Por ejemplo los datos de los productos fabricados en 2 máquinas o de las partes compradas con 2 proveedores distintos deben ser estratificados. Si se vacían todos estos datos en un solo gráfico de dispersión hay casos en los que no se puede juzgar correctamente.

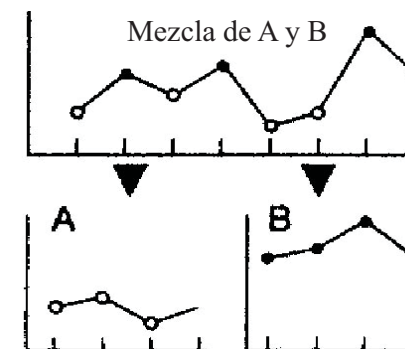
➤ Puntos clave para utilización

- Se recomienda utilizar estudios técnicos paralelamente para estimar la correlación.
- Es necesario contar con un respaldo técnico ya que el gráfico se elabora y se emite el juicio bajo una condición limitada en términos del periodo de estudio y de número de datos entre otras.
- La correlación no siempre se expresa con una línea recta sino también con una curva.

31

Estratificación -1

- Clasificar una población en varias partes de acuerdo con alguna característica. Se buscan pistas para resolver problemas a través de estudiar partes clasificadas y compararlas.



32

Estratificación -2

¿Cómo elaborar?

El gráfico en que se reúnen datos de una característica colectiva se estratifica en varios grupos en los que se desea analizar y se elaboran gráficos por estrato.

Ejemplo de estratificación

Área de trabajo · Grupo · Línea · Operador · Tiempo de experiencia
 Edad · Producto · Partes · Lote · Turno (diurno/nocturno) · Máquina
 Material · Número de molde · Número de cavidad · Posición relativa con respecto a la puerta

33

Diagrama de Control

- La calidad de producto varía según diversos factores del proceso de producción. La variación se divide entre la variación incontrolable (cambios fortuitos) y la variación controlable (cambios anormales).
- En el diagrama de control se trazan la línea central y un par de líneas de límite superior e inferior. Al trazar los datos los cambios fortuitos tienden a quedar dentro del rango limitado y los anormales fuera de los límites.
- Utilizar el diagrama de control nos permite identificar fallas en calidad y anomalías en el proceso para eliminar causas de defectos así como tomar medidas para frenar la recurrencia de los defectos.

Modo de empleo

(1) Para análisis de procesos

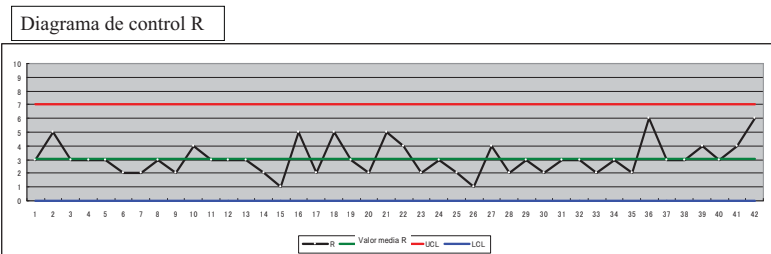
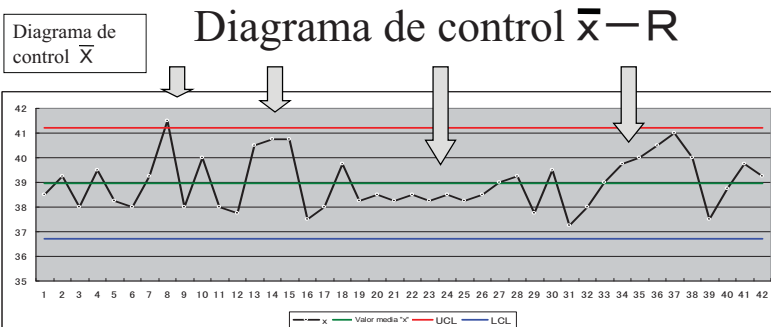
Elaborar un diagrama de control de los datos del proceso de producción durante un determinado periodo por máquina, materia prima, línea entre otras estratificándolos o cambiando forma de clasificación. Con esto se pretende estudiar donde se encuentra una mayor variación con el fin de analizar causas de la misma variación.

(2) Para control de procesos

En un estado estabilizado del proceso de producción debido a la estandarización, se recolectan los datos del proceso en forma continua y se trazan en el diagrama de control. Si los datos se ubican fuera de los límites de control, esto significa la presencia de anomalías en el proceso. Se deben investigar sus causas, luego implementar medidas de freno para la recurrencia por lo tanto se controla la calidad.

34

A-355



35

¿Cómo se interpreta el diagrama de control?

	Descripción	Interpretación	Medidas
1	Fuera del control	El valor medio del proceso y/o sus valores de variación se ubican fuera de los límites de control.	Se señala una anomalía por tanto se debe investigar sus causas y tomar medidas para frenar la recurrencia.
2	9 puntos o más consecutivos	Se ubican 9 o más puntos en un solo lado de la línea central consecutivamente.	Se insinúa la presencia de alta probabilidad de problemas técnicos. Se requiere una investigación.
3	Punto(s) cercano(s) a los límites	2 de 3 puntos consecutivos se ubican en una posición fuera de los límites de control a una distancia de dos tercios del rango.	Se señala agrandamiento de la variación del proceso. Se requiere un cuidado.
4	Desviación de puntos	Los puntos continúan hacia arriba o abajo mostrando periodicidad.	Se señala alta posibilidad de algún problema en el control de procesos. Se requiere una investigación.
5	Estado estabilizado	No se encuentran comportamientos de los datos correspondientes a los incisos 1 a 4 en los 25 o más puntos consecutivos.	Se debe confirmar su mantenimiento.

36

Tipo de diagramas de control

Tipos		Objetivos
$\bar{X} - R$	Valor medido	Longitud, peso, tiempo, etc.
P	Valor contado /calculado	Tasa de piezas defectuosas (en caso de que el tamaño de muestra no sea igual)
nP	Valor contado /calculado	Número de piezas defectuosas (en caso de que el tamaño de muestra sea igual)
C	Valor contado /calculado	Número de faltantes (en caso de que el volumen de unidad no sea igual)
u	Valor contado /calculado	Número de faltantes (en caso de que el volumen de unidad no sea igual)

37

Evaluación de de la gestión de control

Nivel de evaluación del trabajo	Estado de realización del trabajo	Puntuación
Nivel 1	Nivel inicial	1
Nivel 2	Se está realizando pero aun es insuficiente	2
Nivel 3	Nivel mínimamente necesario	3
Nivel 4	Se incrementa el efecto pero hay muchas oportunidades de mejora	4
Nivel 5	Nivel ideal	5

Nivel	Gestión inicial de control	7 herramientas de QC
1	Se está confirmando la calidad en la etapa inicial de producción pero no se llevan registros.	No se aprovechan las 7 herramientas de QC. Medidas contra defectos son para salir del paso.
2	Se está confirmando la calidad en la etapa inicial de producción y se llevan los registros sin embargo no se aprovechan.	Las 7 herramientas de QC se utilizan parcialmente a nivel personal. Es de un nivel apenas para analizar la situación real.
3	No existe procedimiento claro para la gestión inicial de calidad pero se conservan los registros a nivel de encargados.	El que conoce las 7 herramientas de QC toma iniciativa y las aprovecha para resolver problemas. Se realiza el análisis del estado real apropiadamente.
4	Existe procedimiento para la gestión inicial de calidad y se conservan los registros pero no se aprovechan positivamente.	La mayoría de los empleados aprovechan las 7 herramientas de QC y llevan a cabo el control visual mediante los gráficos.
5	El procedimiento para la gestión inicial de calidad está claro y sus registros se aprovechan para diseño y control de procesos.	Todos los empleados aprovechan las 7 herramientas de QC y contribuyen en generar buenos efectos para reducir defectos.

38

¿Qué es productividad?

■ Definición de la productividad

Productividad es la proporción de **Salida** (productos generados) contra **Entrada** (insumos aportados). Existen diversos indicadores de productividad.

$$\text{Productividad} = \text{Salida (Output)} / \text{Entrada (Input)}$$

■ Se clasifica la productividad en los siguientes grupos a grandes rasgos.

- (1) **Productividad en valores** = Valor agregado (ventas) / Número de personas (tiempo)
- (2) **Productividad en cantidad** = Bienes (Cantidad o volumen de producción) / Tiempo (número de personas)

39

Productividad en valor agregado (Valor agregado per capita)

▪ Dentro de la productividad en valores, lo más importante es la “productividad en valor agregado (valor agregado per capita)” en la que la Salida es el valor agregado y la Entrada es el número de personas que hayan generado dicho valor.

➤ Método de cálculos para el valor agregado (modo de deducción)

▪ Valor agregado =

$$\begin{aligned} & \text{Producción} - \text{Costo de materia prima} - \text{Costo de maquila} \\ & - \text{Costo para generar fuerza motriz} \\ & = \text{Valor de transformación} \hat{=} \text{Utilidad marginal} \end{aligned}$$

➤ Productividad en valor agregado (valor agregado per capita)

▪ Productividad en valor agregado =

$$\begin{aligned} & \text{Valor de transformación} / \text{Número de empleados} \\ & \hat{=} \text{Utilidad marginal} / \text{Número de empleados} \end{aligned}$$

40

Métodos y actividades para mejorar productividad



41

Métodos y actividades de mejora de la productividad efectivos para empresas de inyección de plásticos (Métodos de mejora de la productividad que debe aprender el personal técnico/ingeniero de medio mando)



42

Acción de 5S

Objetivo

- A través de la actividad de pequeños círculos se cultiva el mejoramiento en la voluntad de los empleados, la creación de trabajo en equipo y la formación de liderazgo con el fin de realizarse un área de trabajo seguro, agradable y eficiente.

5S	Significados correctos
SEIRI	Clasificar cosas necesarias e innecesarias. Luego deshacerse de las cosas innecesarias.
SEITON	Acomodar las cosas necesarias en una forma fácil de usarlas y señalar expresamente de tal forma que cualquier persona sepa donde están. (Lugar determinado, Cantidad determinada, Dirección determinada, Indicación, Señalización)
SEISOU	Limpiar siempre el área de trabajo y equipos así como revisarlos cotidianamente.
SEIKETSU	Practicar los primeros "3S" arriba mencionados y mantener el estado limpio.
SHITSUKE	Establecer los "4S" arriba mencionados como un hábito de tal manera que se practiquen naturalmente.

43

Eliminar desperdicios

- "Desperdicio" en el piso de producción significa "no generación de valor agregado"

7 Desperdicios	Causas	Puntos a revisar
Desperdicio en el exceso de producción	Falta de coincidencia entre el plan de producción y de embarque	Cantidad de productos en inventario
Desperdicio en el inventario		
Desperdicio en transporte	Falta de racionalización en el layout de equipos y maquinaria	Layout de equipos y maquinaria
Desperdicio en la producción de defectos	Falta de capacidad de procesos y otros	Aptitud de 4M
Desperdicios durante la transformación	Inapropiado modo de transformación	Modo de transformación
Desperdicio en espera	<ul style="list-style-type: none"> Falta de equilibrio en los procesos Falta de equilibrio en la capacidad 	<ul style="list-style-type: none"> Cantidad de productos en proceso Producción por pieza
Desperdicio en movimientos	Falta de racionalización en los movimientos	Principios de la economía de movimientos

44

Cambio de moldes en menos de 10 minutos (SMED) -1

• “SMED” significa que el tiempo destinado para la preparación es menor a 10 minutos (un dígito) desde el paro de la línea de producción o máquina hasta la reanudación de nueva producción.

➤ Hoja de revisión para la preparación

Nº	Puntos a revisar	Sí	No
1	En cada proceso se necesita 3 o más veces de cambio de moldes en un día.		
2	No está determinado el tiempo estándar para el cambio de moldes.		
3	Se requieren ajustes delicados en el proceso de cambio de moldes.		
4	Después del cambio de moldes tarda tiempo para establecerse la siguiente producción.		
5	Tarda tiempo en la búsqueda y selección de herramientas.		

45

Cambio de moldes en menos de 10 minutos (SMED) -2

➤ Procedimiento para acortar el tiempo del cambio de moldes

Nº	Concepto	Contenido
1	Análisis del estado real	Medir tiempo de operación dividiendo por preparativo, fijación de herramientas, ajustes entre otras.
2	Determinar la cifra objetivo	El tiempo objetivo por primera vez debe ser 50% del tiempo actual.
3	Separar y acomodar herramientas y dispositivos	Clasificar las herramientas y dispositivos necesarios e innecesarios y acomodarlos de tal forma que no se generen desperdicios.
4	División de la operación del cambio de moldes y su reestructuración	Convertir las “operaciones internas” en “operaciones externas”.
5	Acortar el tiempo para la preparación interna	Acortar propiamente el tiempo destinado para las operaciones internas.
6	Acortar el tiempo total del trabajo para el cambio de moldes	Acortar el tiempo total (hora-hombre) destinado para el cambio de moldes.
7	Confirmación de efectos	Confirmar logros contra el objetivo establecido inicialmente (50% del tiempo actual)

46

Cambio de moldes en menos de 10 minutos (SMED) -3

➤ Puntos de observación para acortar el tiempo de cambio de moldes

Nº	Concepto	Contenido
1	Separar las operaciones internas de las externas	Se busca exhaustivamente pasar las operaciones “internas” a las “externas”.
2	Promover estandarización de moldes, herramientas y dispositivos	Fijar posiciones entre el molde y máquina. Estandarización de las medidas de partes a apretar.
3	Simplificación del apriete	Apriete mínimo necesario (ingeniar las partes e instrumentos para el apriete)
4	Aprovechar herramientas intermediarias	Propiciar conversión de operaciones internas a las externas empleando herramientas intermediarias.
5	Implementar trabajo conjunto	Tratándose de moldes grandes el cambio se hace con varias personas a la vez.
6	Eliminar ajustes	Buscar medidas ingeniosas para reanudar la producción sin ajustes.
7	Implementar equipos que incrementen eficiencia	Introducir equipos que aumenten la eficiencia (estudiar el efecto de costo-beneficio)

47

Actividad de TPM -1

➤ ¿Qué es el TPM (Mantenimiento Total Productivo)?

• TPM es la actividad de mejoramiento en calidad y productividad con mira a lograr Cero accidente, Cero avería y Cero defectos a través de practicar el mantenimiento de equipos y maquinaria generalmente y a todos los niveles de la empresa.

➤ Método del MP (Mantenimiento Productivo)

Método	Contenido
MP: Mantenimiento Preventivo	Dar mantenimiento periódicamente antes de la ocurrencia de averías.
BM: Mantenimiento por avería (<i>Breakdown Maintenance</i>)	Dar mantenimiento después de averías.
MC: Mantenimiento Correctivo	Aplicar mantenimiento de mejoramiento con el fin de evitar averías.
PM: Prevención de Mantenimiento	Diseñar equipos y maquinaria de tal forma que no sufran de averías y que su mantenimiento sea fácil.

48

Actividad de TPM -2

> Filosofía de TPM

Concepto	Contenido
Objetivo de actividades	Crear una empresa fundamentalmente apta para eficientizar el sistema de producción hasta lo máximo.
Método de administración	Estructurar un sistema que prevenga y evite cualquier pérdida en todo el ciclo de vida del sistema de producción.
Modo de participación	Actividades de pequeños grupos en que todos los empleados participan.
Meta a lograr	Lograr "Cero" accidente, "Cero" avería, "Cero" defecto, etc. así como tener "Cero" pérdidas de cualquier índole.

49

Actividad de TPM -3

> ¿Qué son 6 grandes pérdidas?

Nº	Pérdidas	Contenido
1	Pérdida por avería	Pérdida de tiempo debido al paro de funcionamiento de equipos y maquinaria así como a la disminución de su función.
2	Pérdida por cambios y ajustes	Pérdida de tiempo por el cambio de moldes y pérdida de piezas defectuosas por prueba de inyección.
3	Pérdida por arranque	Pérdida de tiempo y de piezas por defectos en el momento de inicio de operación así como después del cambio de moldes.
4	Pérdida por paros menores	Pérdida por operación vacía debido a los paros menores de equipos y maquinaria por problemas pasajeros.
5	Pérdida por disminución de velocidad	Pérdida de tiempo por la diferencia de velocidad actual de equipos y maquinaria contra la velocidad diseñada.
6	Pérdida por defectos en procesos	Pérdida de materiales por defectos y de tiempo por retrabajo.

50

M7 Gestión de calidad del producto y la administración de producción

M7-3 Gráficos de gestión de calidad①

Se utilizan diferentes tipos de gráficas para el control de calidad, lo que aquí van a aprender son las maneras de aprovechar las gráficas y mediante ejercicios van a aprender cómo elaborarlas. (Edición especial de ejercicios)

Junio, 2011

1

Contenidos de la clase

- 1. ¿Qué es una gráfica?
- 2. Diferentes tipos de gráficas y sus usos
- 3. Ejercicios de elaboración de gráficas
 - (1) Ejercicio de elaboración de gráfica -1
 - (2) Ejercicio de elaboración de gráfica -2
 - (3) Ejercicio de elaboración de gráfica -3

2

¿Qué es una gráfica?

■ Definición:

Es una ilustración de los resultados del análisis estadístico de los datos (cifras).

■ Efectos de la gráfica

- (1) La visualización de comportamiento de las cifras ayuda a entender la información en una forma más rápida y profunda.
- (2) Nos libera del trabajo de leer textos.

3

Diferentes tipos de gráficas y sus usos

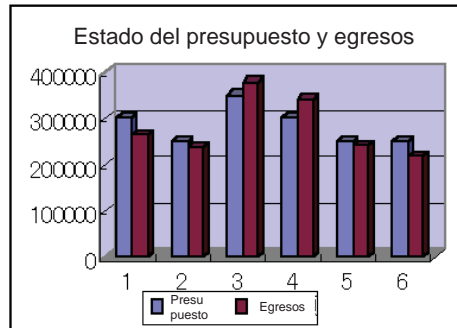
Diferentes tipos de gráficas (clasificadas por la forma de ilustración)

- Gráfica de barras
- Gráfica lineal
- Gráfica circular
- Gráfica de barras apiladas
- Gráfica Z
- Diagrama de radar

4

Gráfica de barras

Objetivo del uso: Cuando se desea comparar la variación del número o volumen a través del tiempo.

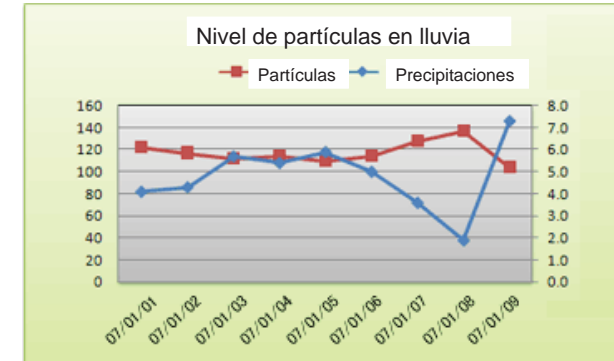


Fuente: Web. (Metodología de elaboración de gráficas en eExcel)

5

Gráfica lineal

Objetivo del uso: cuando se desea mostrar los cambios a través del tiempo.



Fuente: Página Web de The Institute of JUSE

6

Gráfica circular

Objetivo del uso: cuando se desea mostrar los porcentajes dentro de la totalidad.

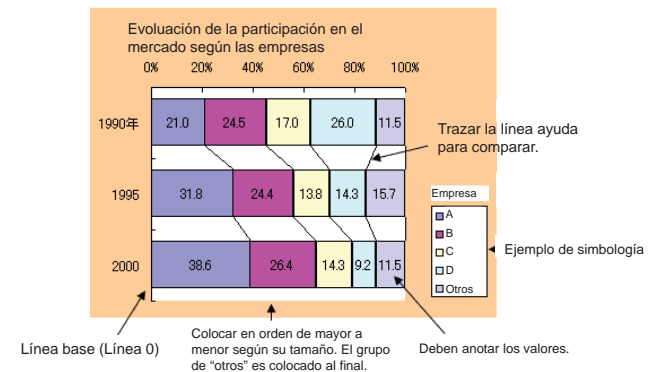


Fuente: Página Web de Microsoft Office

7

Gráfica de barras apiladas (1)

Objetivo del uso: cuando se desea mostrar el desglose de cada concepto y/o hacer comparación con otras muestras (apiladas al 100%).

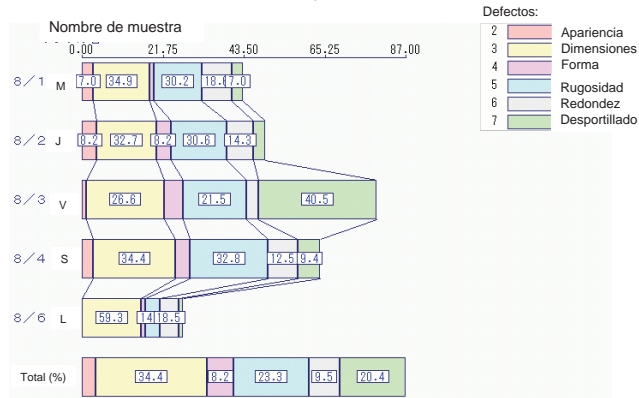


Fuente: Página Web de la Asociación de Estadísticas de Tokio

8

Gráfica de barras apiladas (2)

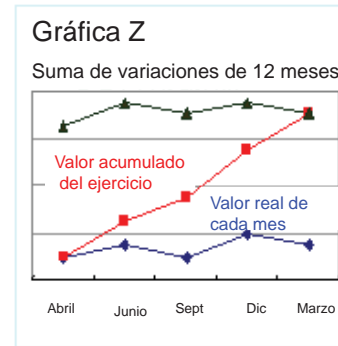
Objetivo del uso: cuando se desea mostrar el desglose de cada concepto y/o comparar con otras muestras (apiladas en valores absolutos).



Fuente: Página Web de The Institute of JUSE

Gráfica Z

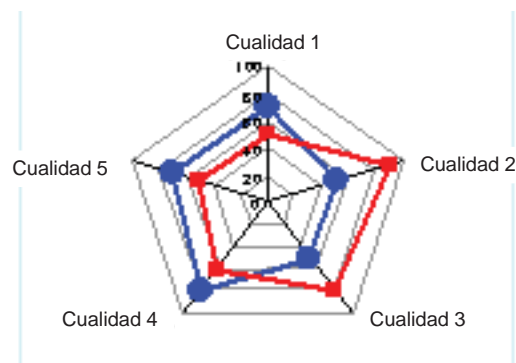
Objetivo del uso: cuando se desea revisar el nivel de cumplimiento de los valores meta



Fuente: Página Web de Textos en Web de Hitoshi Kogure

Diagrama de Radar

Objetivo del uso: cuando se desea observar el balance entre diferentes conceptos.



Fuente: Página Web de Textos en Web de Hitoshi Kogure

Ejercicio de elaboración de la gráfica (1)

Ejercicio 1: Elaboren la gráfica adecuada en base a los datos mostrados en la tabla 1, para mostrar la evolución de los números de hogares en relación con el número de personas por hogar.

Tabla 1: Número de hogares según número de miembros del hogar (Unidad: 1,000hogares)

Número de miembros de un hogar	Año 1970	1980	1990	2000
Una persona	6,137	7,105	9,390	12,911
2	4,184	6,001	8,370	11,743
3	5,322	6,475	7,351	8,810
4	6,885	9,070	8,788	7,925
5	3,907	3,982	3,805	3,167
Más de 6	3,862	3,190	2,967	2,225
Total	30,297	35,823	40,671	46,781

Fuente: "Informe del censo", Dirección General de Estadísticas, Ministerio de Asuntos Internos y Comunicaciones

Ejercicio de elaboración de la gráfica (2)

Ejercicio 2: Utilizando los datos mostrados en la tabla 2, elaboren la gráfica de control para observar o pronosticar si las ventas del presente período 36 puedan lograr la venta de 500 millones de yenes.

Tabla 2: Ventas por períodos (Unidad: un millón de yenes)

Período 34	Ventas	Período 35	Ventas	Período 36	Ventas
Enero del año pasado	65	Julio del año pasado	79	Enero del presente año	113
febrero	80	agosto	34	febrero	90
marzo	46	septiembre	44	marzo	129
abril	91	octubre	35	abril	
mayo	75	noviembre	75	mayo	
Junio	49	Diciembre	57	Junio	
Total	406	Total	324	Total	

13

Ejercicio de elaboración de la gráfica (3)

Ejercicio 3: Elaboren una gráfica apropiada utilizando los datos de la tabla 3, para evaluar la calificación de matemáticas del Estudiante A en esta ocasión y hacer comentario de la tendencia según las áreas de especialidad.

Tabla 3. Porcentaje de las respuestas correctas de cada área del examen de matemáticas del Estudiante A.

Áreas	Exámen anterior	Presente exámen
	%	%
Número y ecuaciones	80	90
Función	87	100
Geometría	48	82
Probabilidad y estadísticas	65	56
Conjunto y lógica	60	78

14

M7 Gestión de calidad del producto y la administración de producción

M7-3 Gráficos de gestión de calidad ②

Se utilizan diferentes tipos de gráficas para el control de calidad, por lo que aquí van a aprender la manera de aprovechar las gráficas y mediante ejercicios van a aprender cómo elaborarlas.
(Edición de respuestas)

Junio, 2011

Ejercicio de elaboración de la gráfica (1)

Ejercicio 1: Elaboren la gráfica adecuada en base a los datos mostrados en la tabla 1, para mostrar la evolución de los números de hogares en relación con el número de personas por hogar.

Tabla 1: Número de hogares según número de miembros del hogar
(Unidad: 1,000hogares)

Número de miembros de un hogar	Año 1970	1980	1990	2000
Una persona	6,137	7,105	9,390	12,911
2	4,184	6,001	8,370	11,743
3	5,322	6,475	7,351	8,810
4	6,885	9,070	8,788	7,925
5	3,907	3,982	3,805	3,167
Más de 6	3,862	3,190	2,967	2,225
Total	30,297	35,823	40,671	46,781

Fuente: "Informe del censo", Dirección General de Estadísticas, Ministerio de Asuntos Internos y Comunicaciones

2

Ejercicio (1) – Respuesta ①

Paso 1: Determinar el tipo de gráfica.

La **gráfica de barras apiladas** es considerada la más apropiada para mostrar la proporción que ocupa un grupo dentro del total del universo total con su evolución en el transcurso del tiempo.

Paso 2: Determinar el título de la gráfica.

Buscar el título que representa lo más preciso posible el contenido de la gráfica. En el caso del ejercicio 1, será "**Proporción de los hogares según el número de los miembros del hogar**".

Paso 3: Calcular el porcentaje de cada uno de los grupos clasificados.

Porcentaje = (Datos/Universo total) x 100 (%)

3

Ejercicio (1) – Respuesta ②

Paso 3: Calcular la proporción de cada uno de los grupos clasificados.

No. de miembros del hogar	1970		1980		1990		2000	
	No. de hogares	%	No. de hogares	%	No. de hogares	%	No. de hogares	%
1	6,137	20.3	7,105	19.8	9,390	23.12	12,911	27.6
2	4,184	13.8	6,001	16.8	8,370	0.6	11,743	25.1
3	5,322	17.6	6,475	18.1	7,351	18.1	8,810	18.8
4	6,885	22.7	9,070	25.3	8,788	21.6	7,925	16.9
5	3,907	12.9	3,982	11.1	3,805	9.3	3,167	6.8
Más de 6	3,862	12.7	3,190	8.9	2,967	7.3	2,225	4.8
Total	30,297	100	35,823	100	40,671	100	46,781	100

4

Ejercicio (1) – Respuesta ③

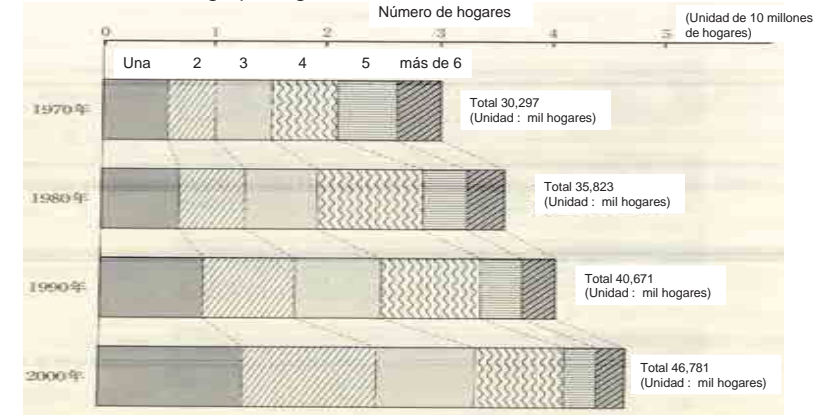
Paso 4: Elaborar la gráfica de barras apiladas al 100% con datos de cada grupo por años



5

Ejercicio (1) – Respuesta ④

Paso 4: Elaborar la gráfica de barras apiladas (valores absolutos) con datos de cada grupo según la década



6

Ejercicio (1) – Respuesta ⑤

Paso 5: Analizar.

Observando la proporción que ocupa un grupo dentro de todo el universo así como su evolución, analizarán los aspectos característicos. A continuación se muestra el ejemplo del ejercicio 1.

El grupo de hogares de 4 miembros era el más grande hasta 1980, seguido por el grupo de hogares de un miembro. Sin embargo, en 1990 el grupo de hogares de un miembro se convirtió en el grupo más grande, y en 2000 los hogares de menos de 2 miembros llegaron a ocupar la mayoría, de tal manera que ha sido avanzado el proceso de disminución del número de miembros que habitan un hogar.

7

Ejercicio de elaboración de la gráfica (2)

Ejercicio 2: Utilizando los datos mostrados en la tabla 2, elaboren la gráfica de control para observar o pronosticar si las ventas del presente período 36 puedan lograr la venta de 500 millones de yenes.

Tabla 2: Ventas por períodos (Unidad: un millón de yenes)

Período 34	Ventas	Período 35	Ventas	Período 36	Ventas
Enero del año pasado	65	Julio del año pasado	79	Enero del presente año	113
febrero	80	agosto	34	febrero	90
marzo	46	septiembre	44	marzo	129
abril	91	octubre	35	abril	
mayo	75	noviembre	75	mayo	
Junio	49	Diciembre	57	Junio	
Total	406	Total	324	Total	

8

Ejercicio (2) – Respuesta ①

Paso 1: Determinar el tipo de gráfica.

La **gráfica** se considera la más apropiada **Z** para hacer el control del estado del cumplimiento del valor meta.

Paso 2: Determinar el título de la gráfica.

Buscar el título que representa lo más preciso posible el contenido de la gráfica. En el caso del ejercicio 2, será “**Control de ventas**”.

Paso 3: Calcular los valores acumulados de cada período administrativo.

Valor acumulado = Valor acumulado anterior + valor actual

9

Ejercicio (2) – Respuesta ②

- El período de control es cada 6 meses, por lo que se calculará el valor acumulado de cada período de 6 meses.

Período 34	Ventas	Valor acumulado	Período 35	Ventas	Valor acumulado	Período 36	Ventas	Valor acumulado
Año pasado			Año pasado			Este año		
Ene	65	65	Jul	79	79	Ene	113	113
Feb	80	145	Ago	34	113	Feb	90	203
Mar	46	191	Sep	44	157	Mar	129	332
Abr	91	282	Oct	35	192	Abr		
May	75	357	Nov	75	267	May		
Jun	49	406	Dic	57	324	Jun		
Total	406		Total	324		Total		

10

Ejercicio (2) – Respuesta ③

Paso 4: Calcular **la suma móvil**.

La “**suma móvil**” significa la suma de los valores correspondientes al período de control contado a partir del momento en cuestión.

En el caso del ejercicio 2, el período de control es 6 meses, por lo que para calcular **la suma móvil** se debe sumar el monto de los últimos 6 meses contados a partir del mes en cuestión.

(En el caso de marzo de este año, el período 36)

Suma móvil = 35 + 75 + 57 + 113 + 90 + 129 = 499

11

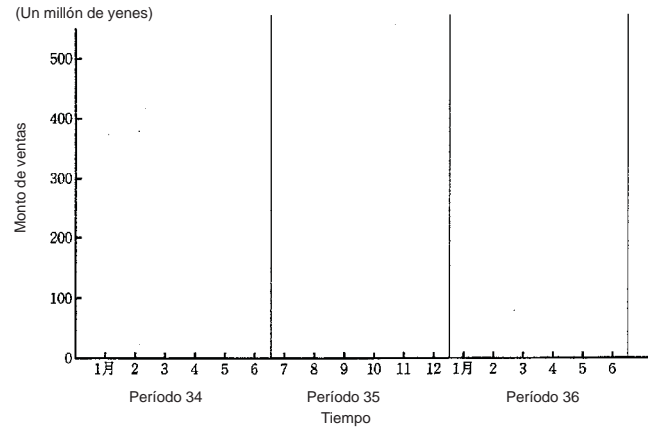
Ejercicio (2) – Respuesta ④

Período 34	Ventas	Valor acumulado	Suma móvil	Período 35	Ventas	Valor acumulado	Suma móvil	Período 36	Ventas	Valor acumulado	Suma móvil
Año pasado				Año pasado				Este año			
Ene	65	65		Jul	79	79	420	Ene	113	113	358
Feb	80	145		Ago	34	113	374	Feb	90	203	414
Mar	46	191		Sep	44	157	372	Mar	129	332	499
Abr	91	282		Oct	35	192	316	Abr			
May	75	357		Nov	75	267	316	May			
Jun	49	406	406	Dic	57	324	324	Jun			
Total	406			Total	324			Total			

12

Ejercicio (2) – Respuesta ⑤

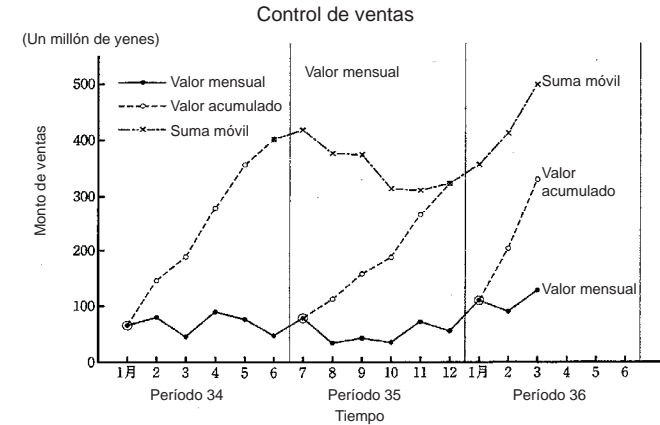
Paso 5: Elaborar la gráfica asignando el tiempo al eje horizontal y el monto de ventas al vertical y posteriormente anotar las unidades en los ejes.



13

Ejercicio (2) – Respuesta ⑥

Paso 6: Representar los montos de ventas, valores acumulados y sumas móviles en la gráfica lineal.



14

Ejercicio (2) – Respuesta ⑦

Paso 7: En base a la gráfica, analizar si se puede lograr la venta de 500 (millones de yenes) en este período de 36.

- Valores acumulados: Se puede pronosticar el monto acumulado de ventas a finales del período al observar la tendencia (la de inclinación en este caso) hacia el crecimiento de la línea que ha llegado a la mitad del período.
- Suma móvil**: Permite detectar la tendencia a largo plazo (en el caso del ejercicio 2, el período de 6 meses).
- La línea de **suma móvil** muestra que las ventas en el período 35 han tenido **la** tendencia de disminución o sin alteración, pero en el período 36 muestra la tendencia hacia el incremento. Al observar la tasa de crecimiento (pendiente) de los valores acumulados, nos permite pronosticar que van a cumplir con la meta de 500 (millones de yenes).

15

Ejercicio de elaboración de la gráfica (3)

Ejercicio 3: Elaboren una gráfica apropiada utilizando los datos de la tabla 3, para evaluar la calificación de matemáticas del Estudiante A en esta ocasión y hacer comentario de la tendencia según las áreas de especialidad.

Tabla 3. Porcentaje de las respuestas correctas de cada área del examen de matemáticas del Estudiante A.

Áreas	Exámen anterior	Presente exámen
	%	%
Número y ecuaciones	80	90
Función	87	100
Geometría	48	82
Probabilidad y estadísticas	65	56
Conjunto y lógica	60	78

16

Ejercicio (3) – Respuesta ①

Paso 1: Determinar el tipo de gráfica.

El **diagrama de radar** se considera el más apropiado para mostrar el balance de los elementos.

Paso 2: Determinar el título de la gráfica.

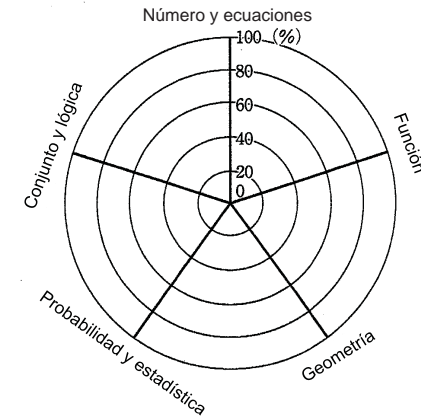
Buscar el título que explica de la manera más precisa el contenido de la gráfica. En el caso del ejercicio 3, será **“Porcentaje de las respuestas correctas del examen de matemáticas según las áreas”**.

Paso 3: Dividir el círculo en número de segmentos igual al número de los elementos y trazar las líneas que los separen. En el caso del ejercicio 3, el número de segmentos son 5, por lo tanto **se divide en 5 segmentos iguales**.

17

Ejercicio (3) – Respuesta ②

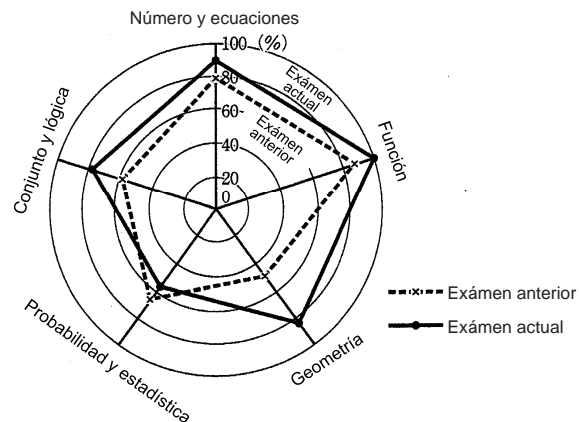
- Trazar las líneas de división de 5 segmentos iguales y los círculos concéntricos para cada 20% .



18

Ejercicio (3) – Respuesta ③

Paso 4: Anotar los datos del examen anterior y del actual. Posteriormente se conectan los puntos de datos por la línea para hacer notar la diferencia.



19

Ejercicio (3) – Respuesta ④

Paso 5: Con base en la gráfica, valorar los resultados del examen actual y la tendencia que se presenta entre las áreas de matemáticas.

La calificación del examen de matemáticas (porcentaje de las respuestas correctas) del Estudiante A ha mejorado en comparación con el examen anterior. Al observar la tendencia de las áreas, es fuerte en la "Función" y débil en la "Probabilidad y estadística".

20

M7 Gestión de calidad del producto y la administración de producción

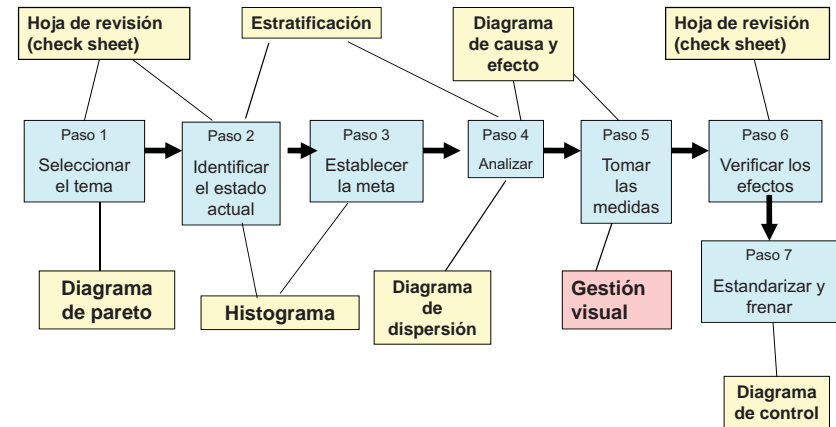
M7-4 Causas de defectos y métodos de análisis (siete herramientas de CC, etc.) ①-1

En el moldeo por inyección, se generan diferentes tipos de defectos de moldeo. Como medio para identificar las causas y tomar las medidas pertinentes, aprendamos el método de análisis utilizando las "7 herramientas de control de calidad (QC, siglas en inglés) y otros".

(Capítulo: Ejercicios)

Junio de 2011

Esquema de la Historia QC y las herramientas utilizadas (medios) en cada paso



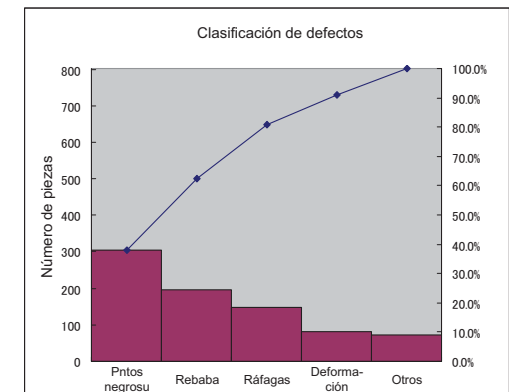
A-369

Contenido de la clase teórica

- Paso 1: Selección del tema de la mejora continua
- 1. ¿Qué es el diagrama de pareto?
- 2. Cómo utilizar el diagrama de pareto
- 3. Cómo trazar el diagrama de pareto
- 4. Ejercicio de trazado del diagrama de pareto

1. ¿Qué es el diagrama de pareto?

Es una forma de gráfica en la que se organizan diversas clasificaciones de datos del control (volumen de fabricación de cada producto, cantidad de defectuosos, importe de pérdida por defectuosos, etc.) en el eje horizontal, en orden descendiente de izquierda a derecha, por medio de barras verticales, y se incorpora una gráfica de línea lineal que representa el total acumulado, el porcentaje acumulado, etc.

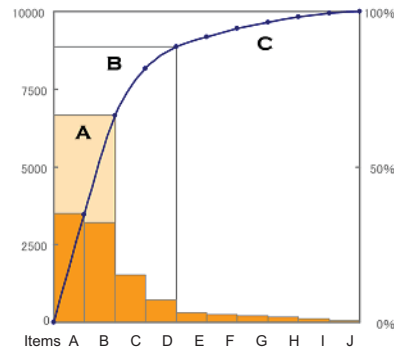


2. Cómo utilizar el diagrama de pareto(1)

■ Análisis ABC

Método en que se dividen los datos sujetos al control en rangos A, B y C según la importancia, utilizando el diagrama de pareto.

Cuando se trazan los datos sujetos al control, por ejemplo los productos (Products, en inglés) en el eje horizontal, y en el eje vertical sus cantidades (Quantity, en inglés), este diagrama se denomina también "Análisis PQ".



5

2. Cómo utilizar el diagrama de pareto(2)

■ En las actividades de mejora continua de la calidad y/o la productividad en materia del moldeo por inyección, se efectúa, en primer lugar, el análisis PQ utilizando el diagrama de pareto, o el análisis ABC de los defectuosos, para seleccionar el tema de la mejora.

■ El tema de la mejora (Kaizen) debe ser lo más específico posible.
(Ejemplo)

- Reducción del defecto "puntos negros" en el producto moldeado A.
- Reducción de los defectos "rechupe" y "ráfagas" en el producto moldeado B

6

3. Cómo Trazar el Diagrama de Pareto(1)

Ejercicio 1:

El Grupo B de Kaizen del área de inyección de plástico de la Compañía A, ha decidido desarrollar actividades bajo el tema de reducción de defectos de moldeo en el producto H. El Cuadro 1 muestra los datos de los defectos de moldeo detectados en las 2,163 piezas fabricadas durante el último mes. Elabore el diagrama de pareto para estudiar qué tipo de soluciones habría que dar en adelante.

Cuadro 1: Datos de los defectos de moldeo en el producto moldeado H

Tipo de defecto	Cantidad de defectuosos	Importe de pérdida por pieza (yenes)
Ampolla	13	8,000
Arruga	55	1,000
Incompleto	23	20,000
Deformación	20	40,000
Grieta	29	50,000
Inserción de materia extraña	41	10,000
Otros	7	10,000
Total	188	—

7

3. Cómo Trazar el Diagrama de Pareto(2)

Paso 1: Definir los conceptos para clasificar y reunir los datos. En el caso del Ejercicio 1, el importe de pérdida tiene mayor importancia que la cantidad de defectuosos, por lo que se agrega al Cuadro la columna de monto de pérdida.

Tipo de defecto	Cantidad de defectuosos	Importe de pérdida por pieza (yenes)	Monto de pérdida (yenes)
Ampolla	13	8,000	104,000
Arruga	55	1,000	55,000
Incompleto	23	20,000	460,000
Deformación	20	40,000	800,000
Grieta	29	50,000	1,450,000
Inserción de materia extraña	41	10,000	410,000
Otros	7	10,000	70,000
Total	188	—	3,349,000

8

3. Cómo Trazar el Diagrama de Pareto (3)

Paso 2: Poner los datos en orden de mayor a menor.

Nº	Tipo de defecto	Cantidad de defectuosos	Importe de pérdida por pieza (yenes)	Monto de pérdida (yenes)
1	Grieta	29	50,000	1,450,000
2	Deformación	20	40,000	800,000
3	Incompleto	23	20,000	460,000
4	Inserción de materia extraña	41	10,000	410,000
5	Ampolla	13	8,000	104,000
6	Arruga	55	1,000	55,000
7	Otros	7	10,000	70,000
Total		188	—	3,349,000

9

3. Cómo Trazar el Diagrama de Pareto (4)

Paso 3: Obtener el total acumulado y agregar la columna del mismo.

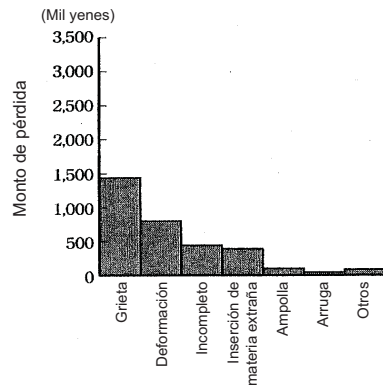
Nº	Tipo de defecto	Cantidad de defectuosos	Importe de de pérdida por pieza (yenes)	Monto de pérdida (yenes)	Total acumulado (yenes)
1	Grieta	29	50,000	1,450,000	1,450,000
2	Deformación	20	40,000	800,000	2,250,000
3	Desportilladura	23	20,000	460,000	2,710,000
4	Inserción de materia extraña	41	10,000	410,000	3,120,000
5	Ampolla	13	8,000	104,000	3,224,000
6	Arruga	55	1,000	55,000	3,279,000
7	Otros	7	10,000	70,000	3,349,000
Total		188	—	3,349,000	3,349,000

10

3. Cómo Trazar el Diagrama de Pareto (5)

Paso 4: Asignar el monto de pérdida al eje Y izquierdo para elaborar la gráfica de barras.

Producto: H
Período: del 1 al 31 de mayo
Elaborado por: Ing. Freddy G.S.

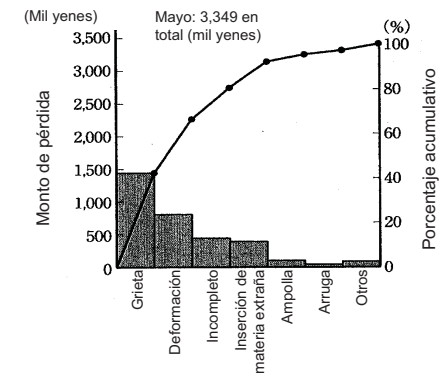


11

3. Cómo Trazar el Diagrama de Pareto (6)

Paso 5: Asignar el porcentaje acumulado al eje Y derecho, y elaborar la gráfica lineal para el monto total acumulado de pérdidas. Completar el diagrama de Pareto con los demás datos necesarios.

Nombre del producto: Producto moldeado H
Período: Del 1 al 31 de mayo
Elaborado por: Ing. Freddy G. S.



12

3. Cómo Trazar el Diagrama de Pareto (7)

Paso 6: Analizar la gráfica.

De los montos de pérdida generados por los defectos del producto moldeado H, los tres primeros defectos ocupan el 81% del total de pérdida. Ahora, para resolver esta situación se deberá concentrar los esfuerzos en resolver este problema en "grieta", "deformación" y "incompleto", defectos que originan altos montos de pérdida, buscando sus causas principales y analizando medidas que permitan prevenir la recurrencia.

Sin embargo, es necesario estudiar y considerar de manera integral aspectos como la dificultad técnica, la urgencia, el costo requerido para aplicar las medidas, etc.

Nota: El grupo de "otros" debe ser colocado al final de las barras, sin importar su valor.

13

3. Cómo Trazar el Diagrama de Pareto (8)

Conceptos asignados al eje X (conceptos sujetos al control)

- Conceptos relacionados con los fenómenos: por tipo de defecto, por detalles del defecto, por ubicación de defectos
- Conceptos relacionados con los equipos: por máquina, por molde, por dispositivo, por herramienta
- Conceptos relacionados con el ser humano: por individuo, por tipo de trabajo, por turno, por edad
- Conceptos relacionados con los métodos: por condiciones de operación como la presión, la velocidad, la temperatura, etc.
- Conceptos relacionados con el material: por fabricante, por lote, por marca, por ingrediente
- Conceptos relacionados con el tiempo: por hora, por día, por semana, por mes, por temporada

14

3. Cómo Trazar el Diagrama de Pareto (9)

Valores representativos para los ejes vertical y horizontal

- Valores relacionados con la cantidad de dinero: monto de pérdida, monto de venta, costo de mano de obra, gastos diversos
- Valores relacionados con la calidad: cantidad de defectuosos, cantidad de defectos, cantidad de productos devueltos, porcentaje de defectuosos
- Valores relacionados con el tiempo: horas trabajadas, tiempo de operación, tiempo de paro por la falla de máquina
- Valores relacionados con el volumen de producción: cantidad de productos fabricados, cantidad de procesos realizados, cantidad de procesamientos realizados, rendimiento
- Valores relacionados con la fecha de entrega: tiempo de entrega, plazo de la obra, días retrasados
- Valores relacionados con la seguridad: número de siniestros, número de accidentes, frecuencia, porcentaje de frecuencia
- Valores relacionados con la moral: porcentaje de asistencia, porcentaje de falta, porcentaje de participación

15

4. Ejercicio de Trazado del Diagrama de Pareto

Ejercicio 1: El Cuadro 2 muestra los productos y las cantidades fabricadas, así como las cantidades de defectuosos, registrados durante el último mes en la sección de moldeo de plástico por inyección de la Compañía C. Trace el diagrama de Pareto necesario para estudiar cómo desarrollar las actividades para mejorar la calidad.

Cuadro 2

Productos	Cantidad fabricada	Cantidad de defectuosos
Gabinete	3,000	90
Cubierta	4,000	80
Ventana	5,000	10
Botón	10,000	40
Palanca	22,000	110
Engranaje	30,000	120
Manija	6,000	60
Total	80,000	510

16

M7 Gestión de calidad del producto y la administración de producción

M7-4 Causas de defectos y métodos de análisis (siete herramientas de CC, etc.) ①-2

En el moldeo por inyección, se generan diferentes tipos de defectos de moldeo. Como medio para identificar las causas y tomar las medidas pertinentes, aprendamos el método de análisis utilizando las "7 herramientas de control de calidad (QC, siglas en inglés) y otros".
(Capítulo: Solución y Explicación)

Junio de 2011

1

4. Ejercicio de Trazado del Diagrama de Pareto

Ejercicio 1: El Cuadro 2 muestra los productos y las cantidades fabricadas, así como las cantidades de defectuosos, registrados durante el último mes en la sección de moldeo de plástico por inyección de la Compañía C. Trace el diagrama de Pareto necesario para estudiar cómo desarrollar las actividades de mejora de la calidad.

Cuadro 2

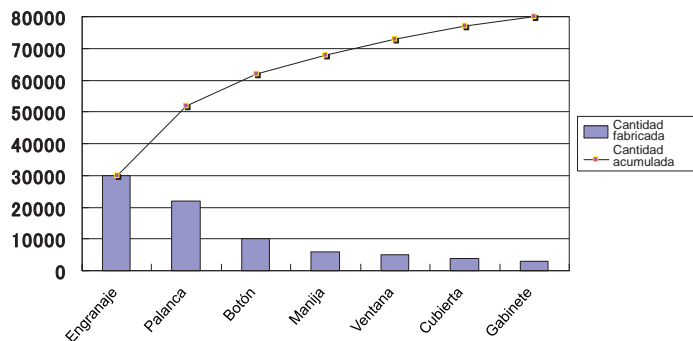
Producto	Cantidad fabricada	Cantidad de defectuosos
Gabinete	3,000	90
Cubierta	4,000	80
Ventana	5,000	10
Botón	10,000	40
Palanca	22,000	110
Engranaje	30,000	120
Manija	6,000	60
Total	80,000	510

2

4. Ejercicio de Trazado del Diagrama de Pareto (1)

- Realizar el análisis PQ, colocando las cantidades fabricadas en el eje vertical.

¿Serán el engranaje y la palanca apropiados para ser temas de la mejora?



3

4. Ejercicio de Trazado del Diagrama de Pareto (2)

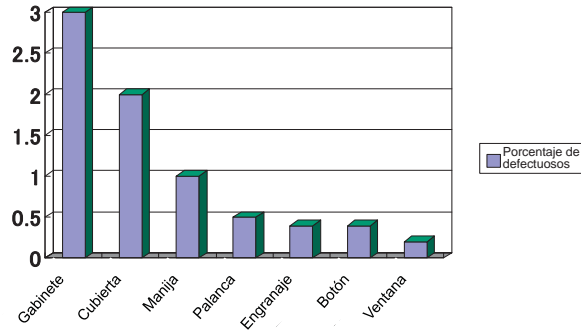
- Revisar el porcentaje de defectuosos de cada producto.

Producto	Cantidad fabricada	Cantidad de defectuosos	Porcentaje de defectuosos (%)
Gabinete	3,000	90	3.0
Cubierta	4,000	80	2.0
Ventana	5,000	10	0.2
Botón	10,000	40	0.4
Palanca	22,000	110	0.5
Engranaje	30,000	120	0.4
Manija	6,000	60	1.0
Total	80,000	510	0.64

4

4. Ejercicio de Trazado del Diagrama de Pareto (3)

- Trazar el diagrama de Pareto, colocando el porcentaje de defectuosos en el eje vertical.
¿Se deberá seleccionar el gabinete y la cubierta como conceptos para la mejora?



5

4. Ejercicio de Trazado del Diagrama de Pareto (4)

- Si se deben seleccionar productos a ser sometidos a la mejora de calidad sólo mediante la información proporcionada en el Ejercicio 1, deben ser seleccionados el gabinete y la cubierta por sus porcentajes de defectuosos extraordinariamente altos, en lugar del engranaje y la palanca que son fabricados en grandes cantidades.
- Sin embargo, para desarrollar las actividades de mejora de la calidad de manera más apropiada, será recomendable trazar el diagrama de Pareto incorporando el importe de la pérdida generada por los defectos en cada producto.
- Además, respecto a los productos del grupo A con cuantiosos montos de pérdida, se trazará el diagrama de Pareto considerando los tipos de defectos como conceptos para clasificar (en el eje horizontal), y se definirá el tema de la mejora analizando de manera integral el grado de dificultad técnica, la urgencia, el costo requerido para tomar las medidas, etc.

6

4. Ejercicio de Trazado del Diagrama de Pareto (5)

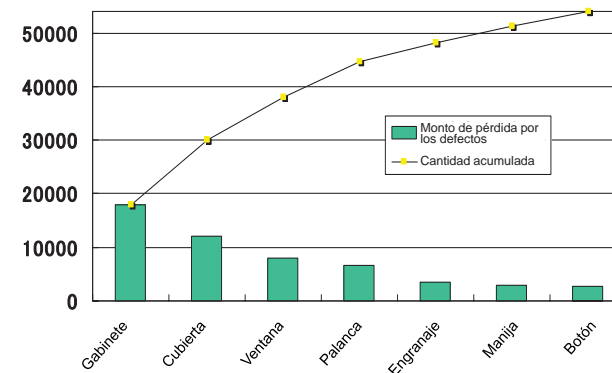
- Calcular el monto de pérdida generada por los defectos en cada producto.

Producto	Cantidad fabricada	Cantidad de defectuosos	Monto de pérdida generado por los defectos (yenes)
Gabinete	3,000	90	18,000
Cubierta	4,000	80	12,000
Ventana	5,000	10	8,000
Botón	10,000	40	2,800
Palanca	22,000	110	6,600
Engranaje	30,000	120	3,600
Manija	6,000	60	3,000
Total	80,000	510	54,000

7

4. Ejercicio de Trazado del Diagrama de Pareto (6)

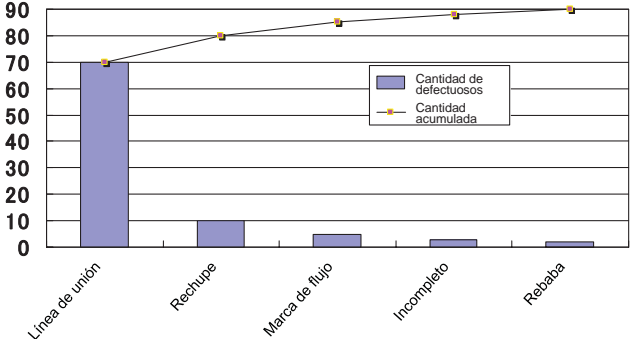
- Trazar el diagrama de Pareto colocando el monto de pérdida por defectos en el eje vertical.



8

4. Ejercicio de Trazado del Diagrama de Pareto (7)

■ Ejemplo de diagrama de Pareto, referente a los defectos de calidad del producto moldeado, Ggabinete.



M7 Gestión de calidad del producto y la administración de producción

M7-4 Causas de defectos y métodos de análisis (siete herramientas de CC, etc.) ②-1

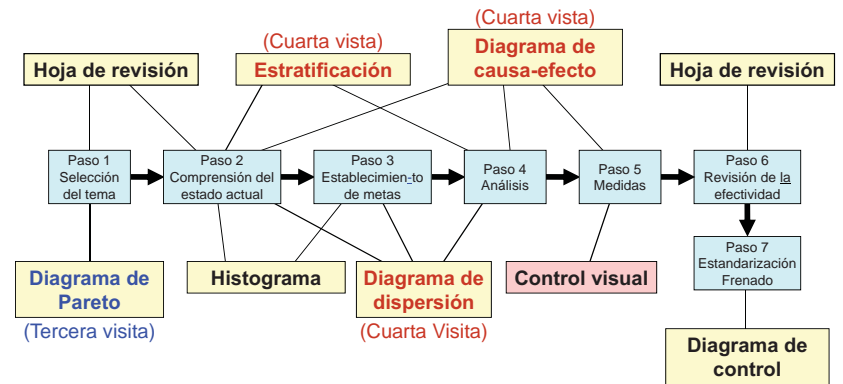
En el moldeo por inyección se presentan diferentes defectos de moldeo. Aprenderemos los métodos de análisis en que se usan "las 7 herramientas de QC" para conocer las causas de estos defectos y tomar medidas contra ellos.

(Explicaciones y ejercicios)

Oct. 2011

1

Relación entre los pasos para resolver problemas y las 7 herramientas (técnicas) de QC correspondientes



2

Contenido de la clase

1. Estratificación, diagrama de dispersión

- 1.1 ¿Qué es la estratificación?/¿Qué es el diagrama de dispersión?
- 1.2 ¿Cómo elaborar un diagrama de dispersión?
- 1.3 Ejercicio

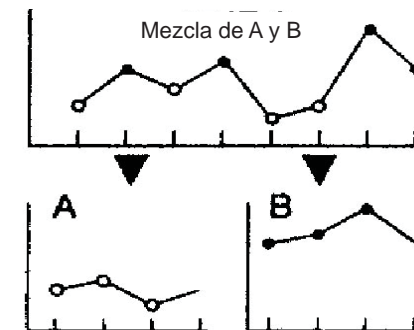
2. Diagrama de causa-efecto

- 2.1 ¿Qué es el diagrama de causa-efecto?
- 2.2 ¿Cómo elaborar un diagrama de causa-efecto?
- 2.3 Ejercicio

3

1.1 ¿Qué es la estratificación? (1)

- Dividir un grupo en varias partes según ciertas características. Analizando cada parte y comparándolas entre ellas, se obtienen los indicios para resolver problemas. La estratificación no es una técnica complicada, sino es una forma importante de observar datos.



4

1.1 ¿Qué es la estratificación? (2)

➤ Aplicación

- Tiene alta efectividad cuando se aplica para el análisis de las causas de defectos en la calidad. Se obtienen medidas correctas cuando los productos defectuosos se estratifican según los conceptos correspondientes (criterios) y se identifican adecuadamente los conceptos para clasificar los productos como buenos o defectuosos (condiciones de producción).

El punto clave es el criterio para estratificar.

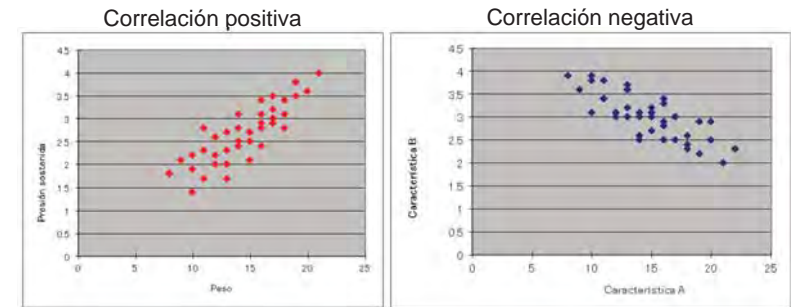
➤ Ejemplo de los criterios para estratificar en el análisis de defectos de producción

- Lotes de material • Tasa de material reciclado • Máquina de moldeo
- Termocontrolador de molde • Secadora • Número de cavidades
- Ubicación relativa al punto de inyección • Canal de enfriamiento
- Parámetros de moldeo • Trabajador • Habilidad • urno (matutino/vespertino/nocturno)
- Clima • Viento • Aire acondicionado

5

1.1 ¿Qué es el diagrama de dispersión? (1)

- Es una gráfica en donde se trazan los valores de medición en el eje horizontal (característica A) por una parte, y en el eje vertical (característica B) por la otra, para investigar la correlación de dos variables.



6

1.1 ¿Qué es el diagrama de dispersión? (2)

➤ Aplicación

- Se utiliza principalmente cuando se requiere aclarar la relación entre dos tipos de valor de características (valor numérico) para investigar las causas de los problemas y mejorar la calidad y la productividad.
- Es necesario estratificar los datos. Si metemos muchos datos de diferentes variables en un solo diagrama de dispersión, por ejemplo, datos de los productos moldeados en diferentes máquinas o en un **molde de múltiples cavidades, así como** del material comprado a diferentes proveedores, no se pueden analizar correctamente.

➤ Puntos clave para la aplicación

- Cuando se analiza la correlación, es recomendable hacerlo paralelo al análisis técnico del problema. Es necesario tener un fundamento técnico, ya que se elabora y se analiza el diagrama bajo condiciones limitadas en cuanto al tiempo de investigación y al número de datos, entre otros.
- La correlación no siempre es en línea recta, sino también puede ser en línea curva.

7

1.2 ¿Cómo elaborar un diagrama de dispersión? (1)

Ejemplo:

En una empresa se debe analizar la relación entre la cantidad de los aditivos (A y B) y la tasa de recuperación del componente M en el proceso de producción de medicamentos. Los datos obtenidos están mostrados en la tabla de la derecha.

- (1) Elabore los siguientes diagramas de dispersión.
 - ① Diagrama de dispersión general.
 - ② Diagrama de dispersión del aditivo A.
 - ③ Diagrama de dispersión del aditivo B.
- (2) Describa la información que se puede obtener de los diagramas.

No.	Tipo de aditivo	Cantidad de aditivo (ml)	Tasa de recuperación del componente M (%)	No.	Tipo de aditivo	Cantidad de aditivo (ml)	Tasa de recuperación del componente M (%)	No.	Tipo de aditivo	Cantidad de aditivo (ml)	Tasa de recuperación del componente M (%)
1	B	21.4	44	25	B	21.6	46	49	A	22.3	47
2	B	22.6	43	26	B	21.8	46	50	B	21.9	40
3	A	21.9	41	27	B	22.0	48	51	B	22.0	44
4	B	22.1	37	28	A	22.4	46	52	A	21.7	36
5	A	22.5	48	29	A	21.8	42	53	B	22.0	42
6	B	21.8	35	30	B	21.7	49	54	B	21.7	39
7	A	21.5	40	31	B	22.1	35	55	B	22.2	41
8	A	22.0	45	32	B	22.4	38	56	A	22.1	41
9	B	21.3	42	33	A	22.3	42	57	B	22.2	45
10	B	22.3	36	34	B	22.6	41	58	B	21.6	38
11	B	22.3	43	35	A	21.8	38	59	A	21.8	44
12	A	21.7	39	36	B	22.7	44	60	B	22.4	44
13	B	22.4	40	37	A	22.3	45	61	A	22.2	40
14	A	22.5	45	38	A	22.1	43	62	B	22.1	47
15	A	21.6	37	39	B	21.4	39	63	B	21.7	45
16	B	22.3	46	40	A	22.5	44	64	A	22.2	47
17	A	21.5	36	41	B	21.7	41	65	B	21.9	45
18	B	21.8	48	42	B	21.9	37	66	B	22.3	39
19	B	21.4	41	43	A	22.1	46	67	B	21.9	47
20	A	22.6	47	44	A	22.2	44	68	A	22.2	48
21	B	21.5	41	45	B	21.7	43	69	A	21.9	43
22	A	22.0	39	46	B	22.1	38	70	B	21.8	40
23	A	21.4	37	47	B	21.5	43				
24	A	21.6	41	48	A	22.4	42				

8

1.2 ¿Cómo elaborar un diagrama de dispersión? (2)

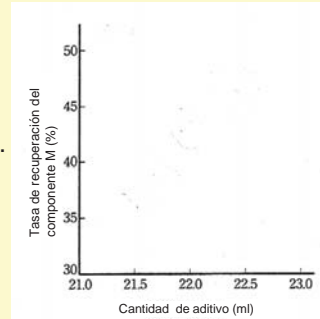
Paso-1: Identificar los valores máximo y mínimo de la cantidad del aditivo (X) y la tasa de recuperación del componente M (Y).

En este ejemplo; $X_{\min}=21.3$, $X_{\max}=22.7$, $Y_{\min}=35$, $Y_{\max}=49$

Paso-2: Calcular de manera que la longitud del eje horizontal (X) y del eje vertical (Y) sea más o menos igual para elaborar una gráfica. En el caso del presente ejemplo,

$$X_{\max}-X_{\min}=1.4$$

$$Y_{\max}-Y_{\min}=14$$



9

1.2 ¿Cómo elaborar un diagrama de dispersión? (3)

Paso-3: Puntear los datos.

Puntearlos en el punto de intersección del eje horizontal (X) y el eje vertical (Y). Cuando se enciman los puntos por ser del mismo valor, anotar como \cdot^2 . En el caso del presente ejemplo, puntear con símbolos de A: \cdot , B: \times .

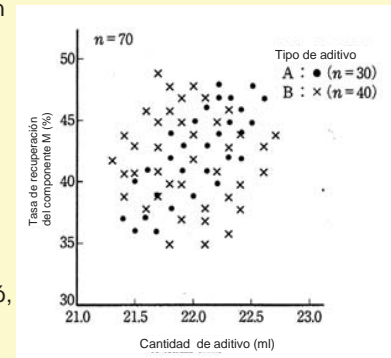


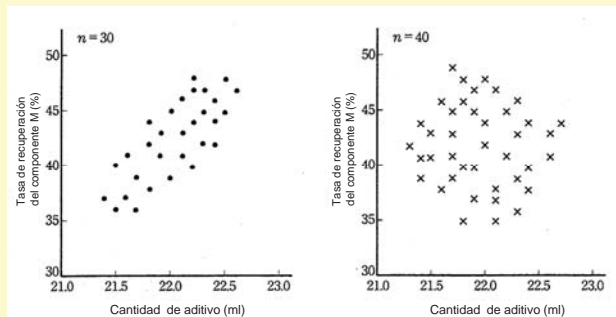
Diagrama de dispersión general

Paso-4: Anotar la información necesaria. (Se aclaran el número de datos, nombre del producto, nombre del proceso, nombre del quien elaboró, fecha de elaboración, aclaración de los símbolos cuando se utilizan varios símbolos entre otros.)

10

1.2 ¿Cómo elaborar un diagrama de dispersión? (4)

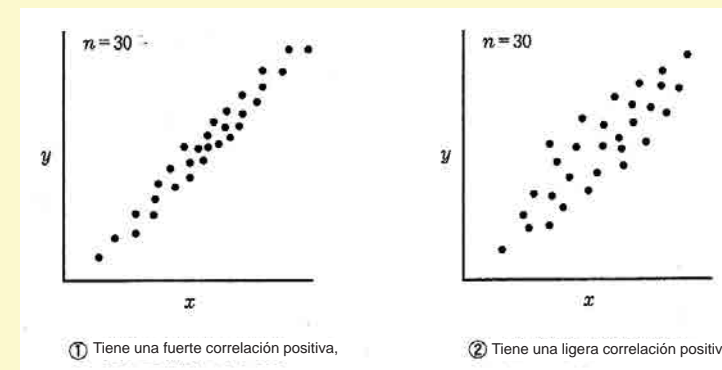
Paso-5: De igual forma, elaborar el diagrama de dispersión de cada uno de los aditivos: A y B. En este caso, lo importante es comparar los tres diagramas, por lo que los tres tienen que tener la misma escala.



11

1.2 ¿Cómo elaborar un diagrama de dispersión? (5)

Paso-6: Observar la correlación. (Ejemplo de correlación positiva)



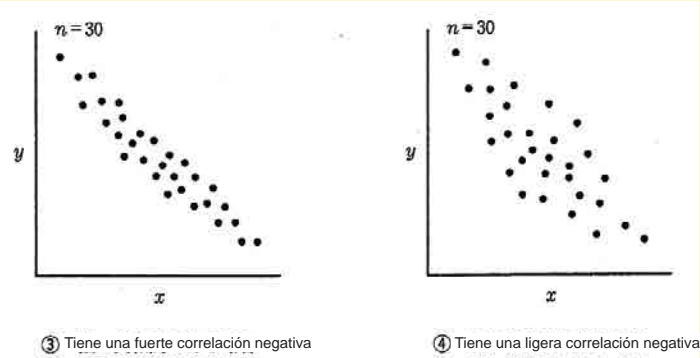
① Tiene una fuerte correlación positiva,

② Tiene una ligera correlación positiva.

12

1.2 ¿Cómo elaborar un diagrama de dispersión? (6)

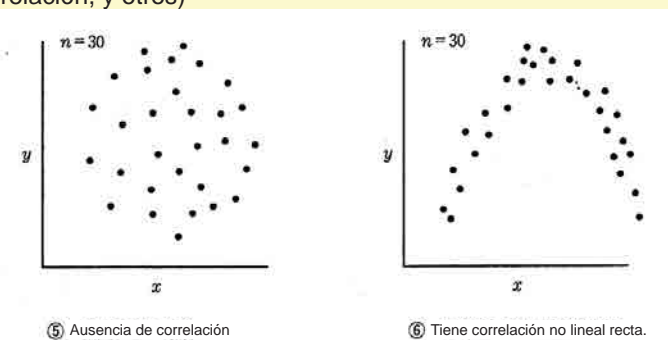
Paso-6: Observar la correlación. (Ejemplo de correlación negativa)



13

1.2 ¿Cómo elaborar un diagrama de dispersión? (7)

Paso-6: Observar la correlación. (Ejemplo del caso de ausencia de correlación, y otros)



☆ Para investigar detalladamente la existencia de correlación, es necesario realizar "aprobación de correlación". Pero en esta clase, la omito.

14

1.2 ¿Cómo elaborar un diagrama de dispersión? (8)

Paso-7: Analizar los datos que pueden obtenerse a partir de los diagramas de dispersión.

(Caso del presente ejemplo)

> Según el diagrama de dispersión general, no existe una correlación entre la cantidad de aditivos y la tasa de recuperación del componente M. Sin embargo, a través de la estratificación de los aditivos A y B, se aclararon los siguientes puntos.

- ① En cuando al aditivo A, se nota una ligera correlación positiva entre la cantidad del aditivo y la tasa de recuperación del componente M. (Si aumenta la cantidad de aditivo A, la tasa de recuperación del componente M aumenta.)
- ② En cuando al aditivo B, no existe ninguna correlación, por lo que no hay relación entre la cantidad del aditivo B y el cambio de la tasa de recuperación del componente M.

15

1.3 Ejercicio

Ejercicio:

La tabla de la derecha muestra los datos registrados del tiempo de inyección y el peso de productos moldeados con el molde de dos cavidades.

El tiempo de inyección antes del cambio de $V \cdot P$ es de 1.1 segundo.

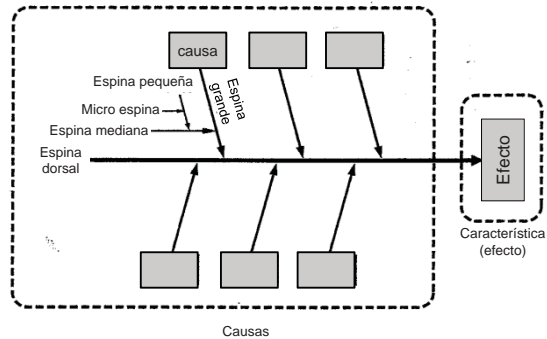
- (1) Elabore los diagramas de dispersión.
- (2) Describa la información que se puede obtener de los diagramas.

Nº	Tiempo de inyección	Cavidad	Peso del producto
1	2.0 (Sec)	A	28.90 (gr)
2		B	29.00 (gr)
3	3.0 (Sec)	A	29.90 (gr)
4		B	30.00 (gr)
5	4.0 (Sec)	A	30.75 (gr)
6		B	30.85 (gr)
7	5.0 (Sec)	A	31.07 (gr)
8		B	31.25 (gr)
9	5.5 (Sec)	A	31.08 (gr)
10		B	31.35 (gr)
11	6.0 (Sec)	A	31.08 (gr)
12		B	31.35 (gr)
13	6.5 (Sec)	A	31.08 (gr)
14		B	31.35 (gr)

16

2.1 ¿Qué es un diagrama de causa-efecto?(1)

- Un diagrama de causa-efecto es una gráfica organizada en forma de espina de pescado, donde se puede observar la relación entre el problema que es considerado como efecto y sus posibles causas. Se llama también diagrama de ISHIKAWA o diagrama de espina de pescado.



17

2.1 ¿Qué es un diagrama de causa-efecto?(2)

➤ Aplicación

Se aplica para analizar la causa que se considera como la que más influye en el efecto y para identificar las medidas de mejora, escuchando las opiniones del personal relacionado para resolver el problema.

➤ Efecto

Hay diferentes conceptos de efecto según el área a mejorar (calidad, productividad, tiempo de entrega, costo, seguridad/recursos humanos, etc.).

➤ “Efecto” para casos del análisis de las causas de defectos en la calidad de los productos moldeados

Para analizar las causas de defectos en la calidad de productos moldeados. Los defectos de moldeo difíciles de cuantificar tales como: puntos negros, ráfagas, quemado, marca de flujo, disparo corto, línea de unión, rechupe, rebaba, efecto de jettig, fisura, etc. aparecen como “efectos” en el diagrama.

18

2.1 ¿Qué es un diagrama de causa-efecto?(3)

➤ Causas principales

Al analizar las causas de defectos en la calidad de los productos moldeados mediante el diagrama de causa-efecto, las causas principales (espina grande) serán básicamente de 4M+2P.

- ✓ Máquina moldeadora (*Molding Machine*)
- ✓ Material de moldeo (*Molding Material*)
- ✓ Molde (*Mold*)
- ✓ Método (*Method*) = Parámetros de moldeo (*Molding Condition*)
- ✓ Persona (*Person*) = Operador
- ✓ Diseño del producto (*Product Design*)

19

2.2 ¿Cómo elaborar un diagrama de causa-efecto?(1)

Ejemplo:

Con frecuencia el material es insuficiente como muestra la foto. Analice las posibles causas y elabore el diagrama de causa-efecto.



20

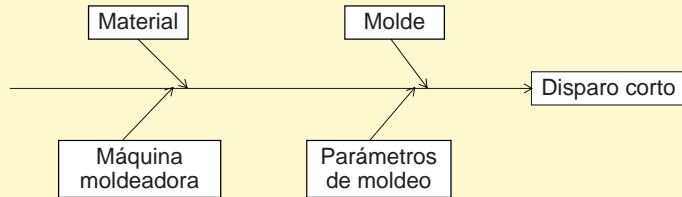
2.2 ¿Cómo elaborar un diagrama de causa-efecto?(2)

Paso-1: Definir el efecto que se considera como problema y escribirlo a la derecha, encerrándolo en un cuadro.

Paso-2: Trazar una flecha desde la izquierda apuntando al cuadro del efecto. Esta flecha es la espina dorsal.

Paso-3: Dividir los factores de las causas en un rango de 4 a 8 grupos aproximadamente, escribirlos arriba y abajo de la espina dorsal, y encerrarlos con cuadro.

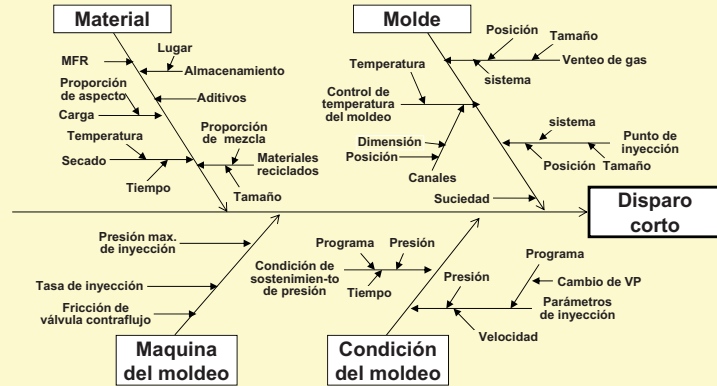
Paso-4: Trazar una flecha inclinada desde los cuadros de causas apuntando a la espina dorsal. Esta flecha es la espina grande.



21

2.2 ¿Cómo elaborar un diagrama de causa-efecto?(3)

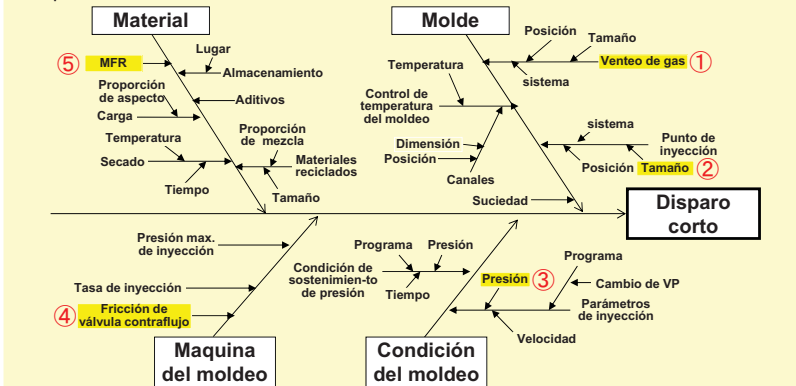
Paso-5: Desglosar analizando las causas de la espina grande y escribir dichas posibles causas como las causas de la espina mediana, luego desglosar estas causas de espina mediana y escribirlas como causas de la espina pequeña, de igual forma con las micro-espinas. De esta manera se clasifican detalladamente y se anotan las causas y las espinas.



22

2.2 ¿Cómo elaborar un diagrama de causa-efecto?(4)

Paso-6: Revisar si no faltan causas, y marcar las causas consideradas como importantes. Es útil para el mejoramiento clasificar las causas según su nivel de importancia.



23

2.3 Ejercicio

Ejercicio:

Los productos moldeados de SAN tienen el defecto de “puntos negros y con materiales extraños” como se muestra en la foto. Los defectos se presentan en forma regular, en un porcentaje del 3 al 5%, y los puntos negros aparecen en diferentes lugares. Analice las posibles causas y elabore el diagrama de causa-efecto.



24

M7 Gestión de calidad del producto y la administración de producción

M7-4 Causas de defectos y métodos de análisis (siete herramientas de CC, etc.) ②-2

En el moldeo por inyección se presentan diferentes defectos de moldeo. Aprenderemos los métodos de análisis en que se usan “las 7 herramientas de QC” para conocer las causas de estos defectos y tomar medidas contra ellos.

(Explicaciones y ejercicios)

Oct. 2011

1

1.3 Ejercicio

Ejercicio:

La tabla de la derecha muestra los datos registrados del tiempo de inyección y el peso de productos moldeados con el molde de dos cavidades.

El tiempo de inyección antes del cambio de V · P es de 1.1 segundo.

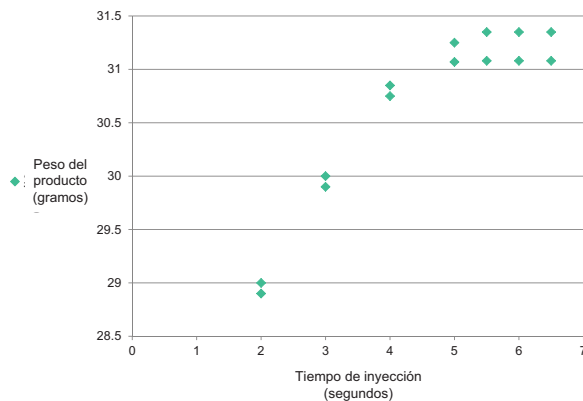
- (1) Elabore los diagramas de dispersión.
- (2) Describa la información que se puede obtener de los diagramas.

Nº	Tiempo de inyección	Cavidad	Peso del producto
1	2.0 (Sec)	A	28.90 (gr)
2		B	29.00 (gr)
3	3.0 (Sec)	A	29.90 (gr)
4		B	30.00 (gr)
5	4.0 (Sec)	A	30.75 (gr)
6		B	30.85 (gr)
7	5.0 (Sec)	A	31.07 (gr)
8		B	31.25 (gr)
9	5.5 (Sec)	A	31.08 (gr)
10		B	31.35 (gr)
11	6.0 (Sec)	A	31.08 (gr)
12		B	31.35 (gr)
13	6.5 (Sec)	A	31.08 (gr)
14		B	31.35 (gr)

2

1.3 Respuesta del ejercicio (1)

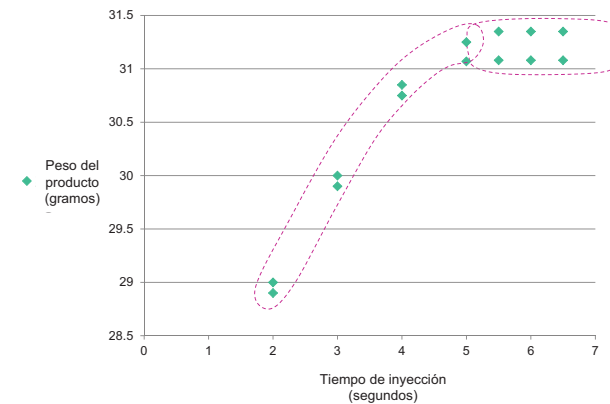
- Diagrama de dispersión sin estratificar las cavidades: Se puede observar una correlación positiva con el peso del producto mientras el tiempo de inyección esté en el rango de 2 a 5 segundos aproximadamente.



3

1.3 Respuesta de ejercicio (2)

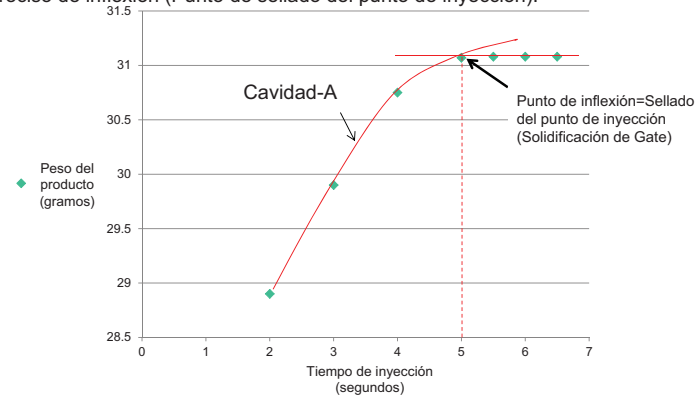
- Diagrama de dispersión sin estratificar las cavidades: La correlación positiva entre 2 y 5 segundos del tiempo de inyección es de línea curva. Después de 5 segundos, no se presenta la correlación.



4

1.3 Respuesta del ejercicio (3)

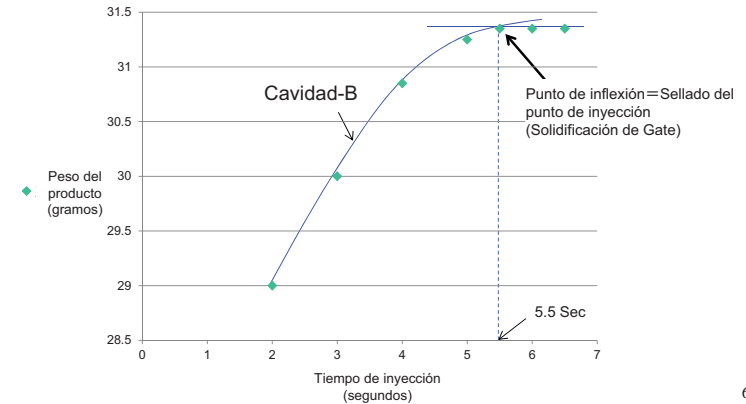
- Diagrama de dispersión de la cavidad A, después de la estratificación: Mientras el tiempo de inyección esté entre 2 y 5 segundos, se observa una correlación positiva (de línea curva) con el peso del producto. Sin embargo, no se presenta la correlación después de 5 segundos. Por la estratificación, se confirmó el punto preciso de inflexión (Punto de sellado del punto de inyección).



5

1.3 Respuesta del ejercicio (4)

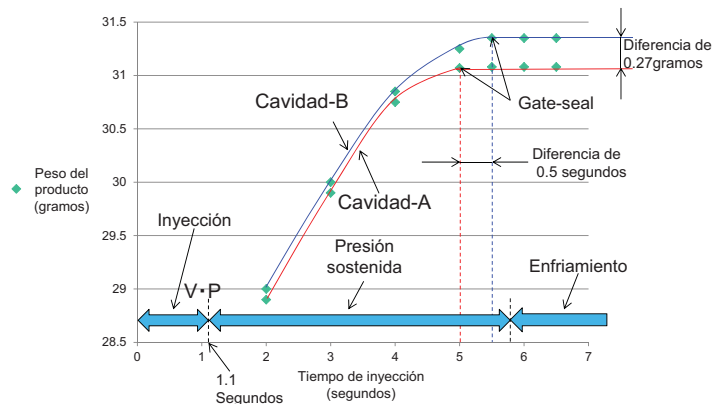
- Diagrama de dispersión de la cavidad B, después de la estratificación: Mientras el tiempo de inyección esté entre 2 y 5.5 segundos, se observa una correlación positiva (de línea curva) con el peso del producto. Sin embargo, no se presenta la correlación después de 5.5 segundos. Por la estratificación, se confirmó el punto preciso de inflexión (Punto de Gate-seal).



6

1.3 Respuesta del ejercicio (5)

- Al sobreponer y comparar los diagramas de las cavidad A y B, la cavidad B tiene un tiempo de sellado de *gate* de 0.5 segundos más que la cavidad A, por consiguiente, el producto pesa 0.27 gramos más.



7

1.3 Respuesta del ejercicio (5)

- Se pueden entender los siguientes puntos a partir de los diagramas de dispersión estratificados.

- ❑ En ambas cavidades (A y B), cuando aumenta el tiempo de sostenimiento de la presión, aumenta también el peso del producto. Sin embargo, la forma de su aumento no es regular (línea recta), sino que mientras transcurre más tiempo de sostenimiento de la presión, más disminuye la tasa del aumento (línea curva).
- ❑ En cuanto a la cavidad A, al pasar 5 segundos después del cambio de VP, no se presenta cambio en el peso del producto, lo cual hace considerar que se solidificó el punto de inyección (*Gate seal*), y por ello, la fuerza de presión sostenida dejó de aplicarse al producto. De igual modo, en cuanto a la cavidad B, se puede considerar que se solidificó el punto de inyección (*Gate-seal*) al pasar 5.5 segundos después del cambio de VP.
- ❑ Suponiendo que ambas cavidades tengan el mismo tamaño del punto de inyección, el retardo de 0.5 segundos en el tiempo de *Gate-seal* de la cavidad B comparando con la cavidad A, significa que la cavidad B tiene menor eficiencia de enfriamiento que la cavidad A.
- ❑ Otra posibilidad es que, suponiendo que ambas cavidades tengan la misma eficiencia de enfriamiento, el punto de inyección de la cavidad B es más grande que el de la cavidad A. Esta suposición tiene más probabilidad que la anterior.

8

2.3 Ejercicio

Ejercicio:

Los productos moldeados de SAN tienen el defecto de “puntos negros y con materiales extraños” como se muestra en la foto. Los defectos se presentan en forma regular, en un porcentaje del 3 al 5%, y los puntos negros aparecen en diferentes lugares. Analice las posibles causas y elabore el diagrama de causa-efecto.



9

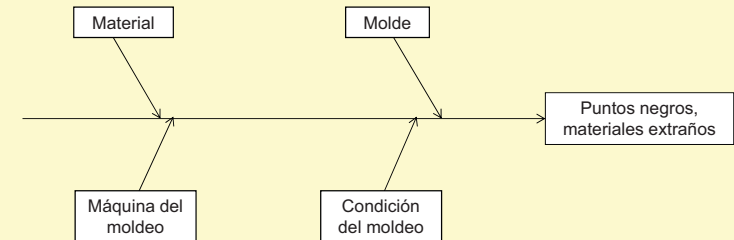
2.3 Respuesta de ejercicio (1)

Paso-1: Definir la característica de problema, y escribirla en la parte derecha y marcar con un cuadro.

Paso-2: Dibujar la flecha desde la parte izquierda apuntando al marco de la característica. Esta flecha es la espina central.

Paso-3: Dividir las causas en 4 u 8, aproximadamente, y escribirlas arriba y abajo de la espina central, y marcarlas con un cuadro.

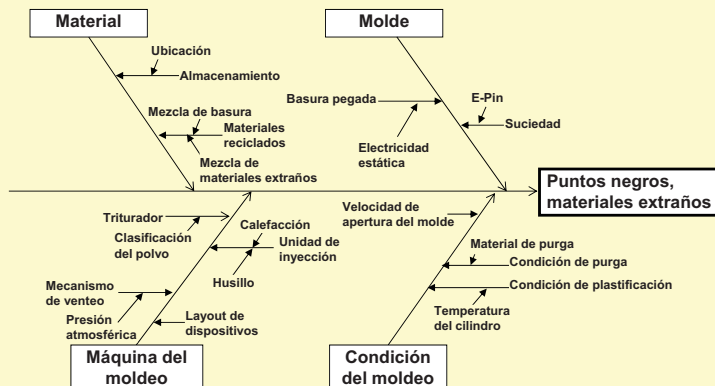
Paso-4: Dibujar la flecha inclinada desde los marcos de causa apuntando a la espina central. Esta flecha es la espina grande.



10

2.3 Respuesta del ejercicio (2)

Paso-5: Desglosar analizando las causas de la espina grande y escribir dichas posibles causas como las causas de la espina mediana, luego desglosar estas causas de espina mediana y escribirlas como causas de la espina pequeña, de igual forma con las micro-espinas. De esta manera se clasifican detalladamente y se anotan las causas y las espinas.

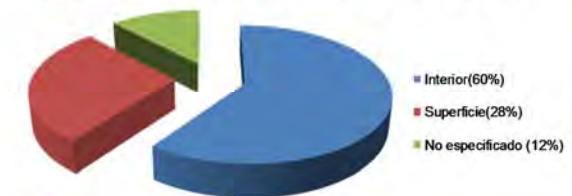


11

2.3 Respuesta del ejercicio (3)

Paso-6: Para definir el grado de importancia de las causas, se debe estratificar los datos dependiendo de si los puntos extraños se encuentran en la superficie del producto o en su interior. En caso de que se encuentren en el interior, hay una alta posibilidad de que se mezclaron antes de la boquilla de inyección (por ejemplo, en el cilindro de inyección). En caso de que se encuentren en la superficie, hay una alta posibilidad de que la basura se pegó después de la boquilla de inyección, por ejemplo en el molde.

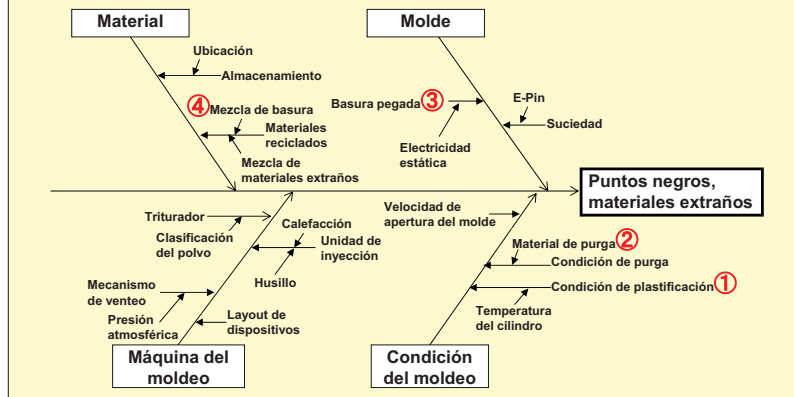
Proporción de distribución de materiales extraños (%)



12

2.3 Respuesta del ejercicio (4)

Paso-7: Revisar si todas las posibles causas están consideradas o no, y marcar las causas consideradas como importantes. También indicar el orden de importancia de las causas.



13

2.3 Datos de referencias relacionados con los ejercicios (1)

➤ Materiales de purga

Ejemplo de lavado: PP (color naranja) → PP (color natural)

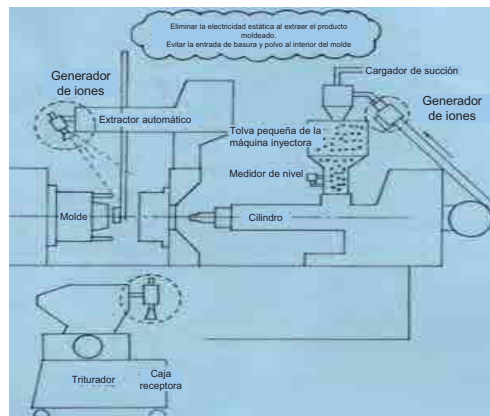
- Máquina del moldeo: Máquina inyectora de 80 toneladas (dosificación total)
- Temperatura del moldeo: 230 °C

Al usar ZcleanS60	Lavado conjunto con PP subsecuente
<p>Arriba: ZcleanS60 11 disparos Abajo: 5 disparos con el material PP que sigue después.</p>	<p>Total 53 disparos</p>

14

2.3 Datos de referencias relacionados con los ejercicios (2)

➤ Soplador iónico para eliminar la electricidad estática



15

M7 Gestión de calidad del producto y la administración de producción

M7-4 Causas de defectos y métodos de análisis (siete herramientas de CC, etc.) ③

En el moldeo por inyección, se generan diferentes tipos de defectos de moldeo. Como medio para identificar las causas y tomar las medidas pertinentes, aprendamos el método de análisis utilizando las "7 herramientas de control de calidad (QC, siglas en inglés) y otras técnicas".

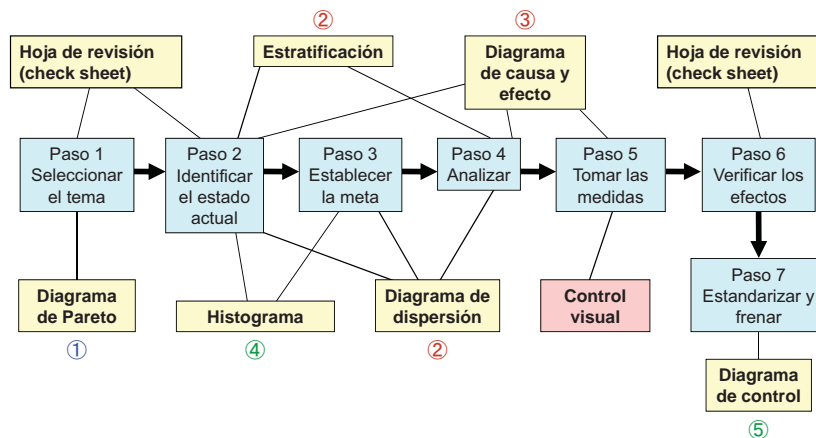
29,30, Septiembre de 2011

Contenido de la capacitación

1. ¿Qué es un histograma?
2. ¿Cómo leer y utilizar un histograma?
3. Ejemplos y respuestas
4. Ejercicio para la elaboración de histogramas

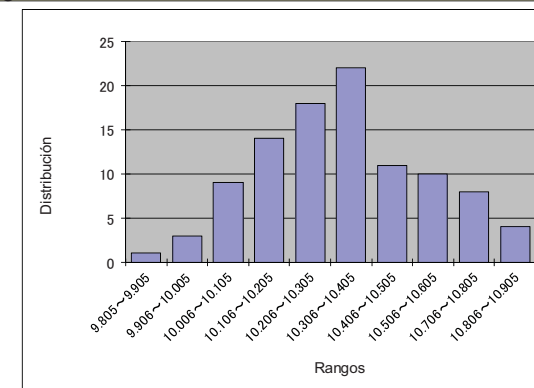
A-386

Pasos para la solución de un problema y las herramientas (métodos) utilizados en cada paso



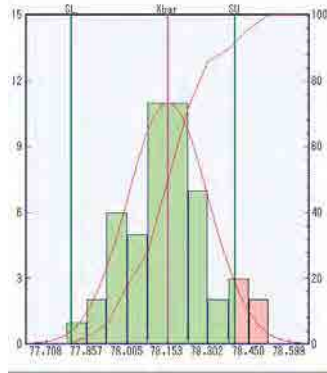
¿Qué es un histograma? (1)

El histograma es una gráfica de barras en la que se expresa la distribución de los datos (frecuencia de aparición) en cada rango, dividiendo la sección de los datos (valor mínimo-valor máximo) en rangos.



¿Qué es un histograma? (2)

- El histograma es una herramienta de control de calidad que convierte la distribución de los datos numéricos (valor de característica de calidad) con variación obtenida con base en la medición, tales como longitud, peso, tiempo, temperatura, etc., en una forma visible (gráfica de barras).

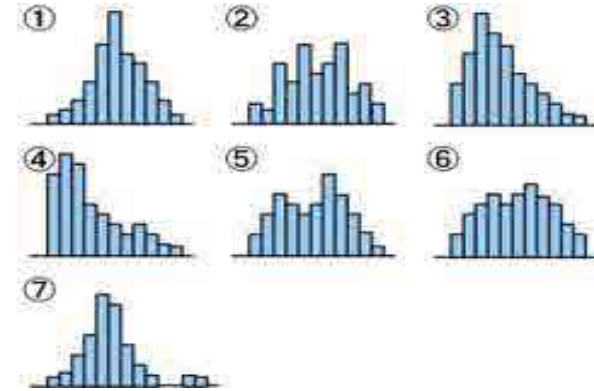


Concepto	Valor numérico
Cantidad de datos	50
Valor mínimo	77.83
Valor máximo	78.50
Valor promedio	78.153
Desviación estándar	0.1484
Valor nominal límite superior	78.40
Valor nominal límite inferior	77.80

5

Cómo leer y utilizar un histograma (1)

- Para obtener información (como un grupo de datos) de un histograma, hay que enfocarse en el aspecto general ignorando pequeñas variaciones.

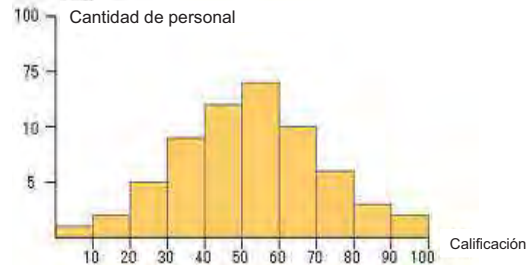


Fuente: Página Web "Quiero ser un hombre de negocios"

6

Cómo leer y utilizar un histograma (2)

> Aspecto del histograma



El aspecto del histograma, en general, tiene una forma simétrica donde la distribución mayor de los datos se encuentra principalmente en el centro del gráfico y va disminuyendo hacia los extremos tal y como muestra la gráfica de arriba. Si un gráfico tiene otro aspecto, se deben verificar los datos ya que puede deberse a alguna otra razón.

7

Cómo leer y utilizar un histograma (3)


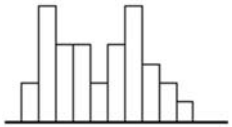
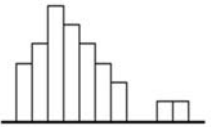
> Aspectos del histograma y puntos de verificación (1)

Desdentado	Caída a la derecha	Precipicio a la izquierda
Verificar si el ancho de cada rango es múltiplo de la unidad mínima del valor medido.	Aparece este aspecto en caso de no tomar los datos de medición en una condición particular.	Verificar que no haya omisiones de los datos fuera de la norma, manipulación del valor de medición o errores de inspección.

8

Cómo leer y utilizar un histograma (4)

> Aspectos del histograma y puntos de verificación (2)

Llano	Dos montañas	Isla solitaria
		
Se requiere estratificar los datos ya que presenta este aspecto cuando se mezclan algunas distribuciones.	Se requiere estratificar los datos en 2 ya que aparece este aspecto cuando se mezclan 2 distribuciones.	Verificar que no se esté mezclando algo de los datos de una distribución diferente.

9

Cómo leer y utilizar un histograma (5)

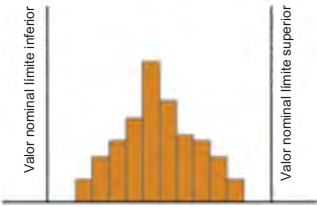
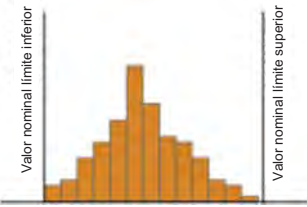
> Puntos de enfoque al momento de leer un histograma

- ① ¿La posición central de la distribución (valor promedio) no se encuentra desplazada comparando con el valor central de la norma?
- ② ¿La distribución se encuentra dentro del rango de la norma?
- ③ ¿La variación de la distribución es grande o pequeña?
- ④ ¿La altura de la distribución es “baja y plana” o “alta y aguda”?
- ⑤ ¿El aspecto de la distribución es simétrico o no?
- ⑥ ¿El aspecto de la distribución no tiene desdentado?
- ⑦ ¿La distribución no tiene aspecto de precipicio a la derecha o izquierda?
- ⑧ ¿La distribución no tiene aspecto de dos montañas?
- ⑨ ¿No hay una distribución de datos aislados?
- ⑩ ¿No se requieren estratificar los datos?

10

Cómo leer y utilizar un histograma (6)


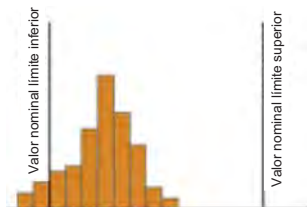
> Evaluación del histograma (1)

Aspecto del Histograma		
Evaluación	El valor promedio está en el centro del valor nominal por lo que la posibilidad de algún defecto en la calidad es menor ya que hay espacio entre la variación y el valor nominal. Es posible solucionar con una inspección periódica por muestreo.	Se observa una mayor variación y menor espacio con el valor nominal. Si no es posible aumentar el rango del valor nominal, se requiere una mejora para reducir la variación revisando el proceso.

11

Cómo leer y utilizar un histograma (7)

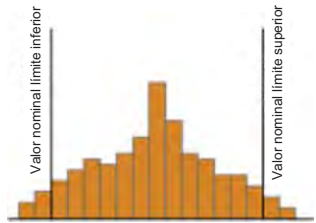
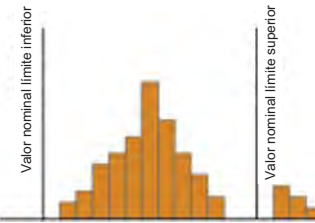
> Evaluación del histograma (2)

Aspecto del Histograma		
Evaluación	Cuando se observa una distribución con aspecto de 2 montañas, existe la posibilidad de que estén mezclados los datos de otra población. Se requiere estratificar revisando nuevamente los datos.	Se observan datos fuera del valor nominal límite inferior además de que el valor promedio está sesgado por lo que se requiere una mejora para mover el valor promedio hacia los valores superiores.

12

Cómo leer y utilizar un histograma (8)

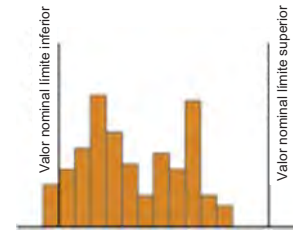
> Evaluación del histograma (3)

Aspecto del Histograma		
Evaluación	Se observa excesiva variación contra el valor nominal, por lo que si no se puede aumentar el rango del valor nominal, se requiere una mejora para reducir la variación revisando el proceso.	Cuando se observan datos aislados, existe la posibilidad de que estén mezclados los datos de otra población. Se requiere estratificar revisando nuevamente los datos.

13

Ejemplo (1)

> ¿Cuál es la opción más indicada del ①~④ para interpretar y tomar acciones de mejora de la calidad a partir del histograma?



- ① Investigar la causa por la cual está fuera del valor nominal del límite inferior.
 - ② Mover el valor de la característica de calidad hacia el valor superior.
 - ③ Estratificar para investigar la causa.
 - ④ Modificar la norma de calidad (Valor nominal).
- ※ Tip:
Observar el aspecto (forma) del histograma.

14

Como elaborar un histograma (1)

> Procedimiento de elaboración

- ① Recolectar los datos ($n=50\sim 200$)
- ② Buscar el valor máximo (L) y el valor mínimo (S) para calcular el rango (R): $R=L-S$
- ③ Calcular el número de rangos (N): $N=\sqrt{n}$ (Redondear la respuesta a número entero)
- ④ Definir el ancho del rango (W): $W=R/N$ (La respuesta es el múltiplo de la unidad mínima del valor medido)
- ⑤ Calcular el valor límite inferior del primer rango (L_1): $L_1=S-(\text{Unidad mínima del valor medido}/2)$
- ⑥ Valor límite superior del primer rango (U_1): $U_1=L_1+W$ = Valor límite inferior del segundo rango (L_2)
- ⑦ Definir el valor límite inferior y el superior de otros rangos, usando el mismo método que en el primer rango.
- ⑧ Elaborar la tabla de frecuencias, conformada por el número de rangos, rangos, valor central, marca de frecuencias y frecuencias.
- ⑨ Elaborar el histograma (gráfica de barras) con base en la tabla de frecuencias.

15

Ejemplo (2)

El producto moldeado ACRON, producto principal de la empresa A, tiene problemas de defectos dimensionales en el diámetro interior. Para corregir este problema se decidió analizar primero la situación actual. El valor nominal interno para las dimensiones del diámetro interior es $78.2\pm 0.3\text{mm}$ y los datos de inspección por muestreo aleatorio hechos con una frecuencia de 4 veces al día son mostrados en la tabla siguiente. Elabore el histograma.

		Datos				Unidad: mm					
日	時間	9時	11時	14時	16時	日	時間	9時	11時	14時	16時
1		77.84	78.04	78.08	77.90	14		78.00	78.36	78.12	78.02
2		78.18	78.16	78.12	78.10	15		78.16	78.06	78.18	78.14
3		78.10	78.28	78.14	78.04	16		78.12	78.22	78.10	78.02
4		78.16	78.12	77.98	78.12	17		78.14	78.00	77.86	78.08
5		78.30	78.20	78.08	78.18	18		77.94	77.96	78.04	78.10
6		78.08	78.00	77.88	78.04	19		78.06	78.16	78.08	78.14
7		78.26	78.20	78.14	78.16	20		78.26	78.28	78.22	78.56
8		77.96	78.00	77.92	78.06	21		78.06	78.18	78.02	78.06
9		78.24	78.14	78.04	78.12	22		78.02	78.16	78.10	78.12
10		78.10	78.48	78.10	78.46	23		78.42	78.38	78.04	78.12
11		78.32	77.96	78.20	77.98	24		78.24	78.08	78.14	78.18
12		78.08	77.98	77.98	78.18	25		78.10	78.14	78.12	78.08
13		78.44	78.12	78.20	78.06						

16

Respuesta(1)

Paso-1: Elaborar la tabla de datos para identificar el valor máximo (L) y el valor mínimo (S)

$$L=78.56 \quad S=77.84$$

Paso-2: Calcular el rango (R).

$$R=L-S=78.56-77.84=0.72$$

Paso-3: Calcular el número de rangos (N) y redondear la respuesta al valor entero. Número de datos=100.

$$N= \sqrt{n} = \sqrt{100}=10$$

Datos, Valor máximo y mínimo				
時間	9時	11時	14時	16時
1	×77.84	78.04	78.08	×77.90
2	78.18	78.16	78.12	78.10
3	78.10	78.28	78.14	78.04
4	78.16	78.12	77.98	78.12
5	78.30	78.20	78.08	78.18
6	78.08	78.00	77.88	78.04
7	78.26	78.20	78.14	78.16
8	77.96	78.00	77.92	78.06
9	78.24	78.14	78.04	78.12
10	78.10	○78.48	78.10	78.46
11	78.32	×77.96	78.20	77.98
12	78.08	77.98	77.98	78.18
13	○78.44	78.12	78.20	78.06
14	78.00	78.36	78.12	78.02
15	78.16	78.06	78.18	78.14
16	78.12	78.22	78.10	78.02
17	78.14	78.00	×77.86	78.08
18	77.94	×77.96	78.04	78.10
19	78.06	78.16	78.08	78.14
20	78.26	78.28	○78.22	○78.56
21	78.06	78.18	78.02	78.06
22	78.02	78.16	78.10	78.12
23	78.42	78.38	78.04	78.12
24	78.24	78.08	78.14	78.18
25	78.10	78.14	78.12	78.08

(Nota): Valor máximo de la columna, x: Valor mínimo de la columna
○: Valor máximo del total de datos, x: Valor mínimo del total de datos

Respuesta(2)

Paso-4: Definir el ancho de rango (W). La unidad mínima del valor medido es 0.02 (Tabla de datos).

$$W=R/N=0.72/100=0.072(\text{Valor preliminar})$$

El múltiplo más cercano al 0.072 de la unidad mínima del valor medido es 0.08(0.02×4), por lo que se define que W=0.08.

Paso-5: Calcular el valor límite inferior del primer rango(L₁). L₁ =S-(Unidad mínima del valor medido/2)

$$L_1=77.84-(0.02/2)=77.83$$

Paso-6: Calcular el valor límite superior del primer rango(U₁). U₁= L₁ +W =valor límite inferior del segundo rango(L₂).

$$U_1=77.83+0.08=77.91$$

Paso-7: Definir el valor límite inferior y el superior de otros rangos, usando el mismo método que en el primer rango.

Nº	Rango
1	77.83~77.91
2	77.91~77.99
3	77.99~78.07
4	78.07~78.15
5	78.15~78.23
6	78.23~78.31
7	78.31~78.39
8	78.39~78.47
9	78.47~78.55
10	78.55~78.63

Respuesta(3)

Paso-8: Calcular el valor central del rango.

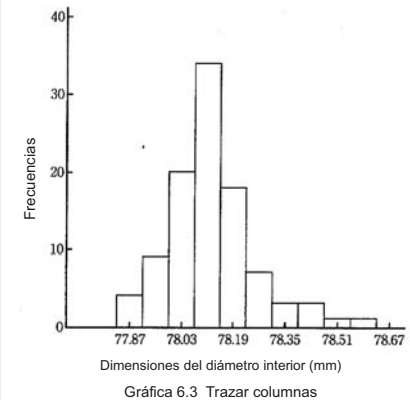
Paso-9: Elaborar la tabla de frecuencias conformada por el número de rangos, rangos, valor central, marca de frecuencias y frecuencias.

Tabla de frecuencias				
Nº.	Rangos	Valor central	Marca de frecuencias	Frecuencias
1	77.83 ~ 77.91	77.87	////	4
2	77.91 ~ 77.99	77.95	### //	9
3	77.99 ~ 78.07	78.03	### ### ##	20
4	78.07 ~ 78.15	78.11	### ### ### ### ### //	34
5	78.15 ~ 78.23	78.19	### ### ### //	18
6	78.23 ~ 78.31	78.27	### //	7
7	78.31 ~ 78.39	78.35	///	3
8	78.39 ~ 78.47	78.43	///	3
9	78.47 ~ 78.55	78.51	/	1
10	78.55 ~ 78.63	78.59	/	1
Total				100

Respuesta(4)

Paso-10: Preparar papel cuadrulado y marcar los valores centrales del valor de las características en el eje horizontal y las frecuencias en el eje vertical. Es recomendable dejar un espacio vacío de dos rangos hasta el valor central de característica del primer rango del eje vertical y horizontal, y elaborar la gráfica para que la longitud de los ejes vertical y horizontal sean casi iguales.

Paso-11: Elaborar la gráfica de barras con una altura de acuerdo a las frecuencias correspondientes de cada rango.

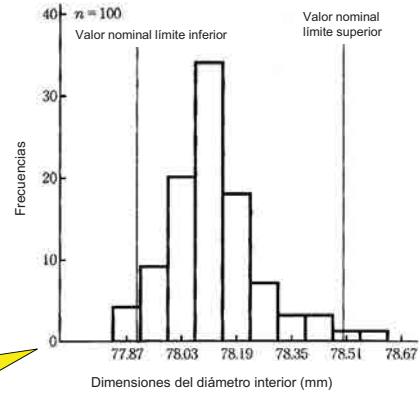


Respuesta(5)

Paso-12: Agregar la línea del límite inferior y superior del valor nominal en la gráfica de barras.

Paso-13: Terminar el histograma anotando los datos necesarios requeridos.

¿Cuál es la interpretación del histograma derecho y cuáles son las acciones a tomar?
¿Qué plan de mejora debe considerarse?



Nombre del producto: ACRON Proceso: Línea A-2
Período: 1- 30/Septiembre Fecha de elaboración: 11/Octubre
Elaborado: Takaso Tatsuya

Gráfica 6.4 Histograma de las dimensiones del diámetro interior

21

Ejercicio para la elaboración de histogramas

- (1) Al final de la sexta asistencia técnica en la localidad se dejó la tarea de medir el peso de 100 piezas de abrecartas moldeados por 50 inyecciones con una precisión de 0.02g como unidad mínima de medición. Elabore el histograma con base en los siguientes datos: El valor nominal es: $5.35 \pm 0.05g$
 - ① Histograma del número total ($n=100$)
 - ② Histograma de la cavidad 1 ($n=50$)
 - ③ Histograma de la cavidad 2 ($n=50$)
 - ④ Histograma de la cavidad 1, Disparo 1~25 ($n=25$)
 - ⑤ Histograma de la cavidad 1, Disparo 26~50 ($n=25$)
- (2) Considerar las causas de la variación de cada histograma y analizar las acciones, las medidas de mejora, etc.

22

M7 Gestión de calidad del producto y la administración de producción

M7-5 Control de la capacidad de proceso

Aprender el método para cuantificar la capacidad por la cual los valores numéricos importantes de la calidad de los productos moldeados por inyección tales como las dimensiones y el peso (capacidad de lograr la calidad) cumplan con los valores de especificaciones.

Febrero, 2013

1

Temas de la clase

1. Qué es la capacidad del proceso?
2. ¿Por qué se requiere el control de la capacidad del proceso?
3. La media y la desviación estándar
4. Índice de la capacidad del proceso
5. Evaluación de la capacidad del proceso
6. Cálculo del índice de la capacidad del proceso y ejercicio de su evaluación
7. Diagrama de control (repasso del M7-1)
8. Interpretación del diagrama de control (repasso del M7-1)

2

1. ¿Qué es la capacidad del proceso?

➤ Capacidad del proceso en sentido amplio

- La capacidad del proceso se refiere a la “capacidad que tiene el proceso”, y la capacidad del proceso de producción es evaluada según QCD (calidad, costo y entrega) del producto que sale de dicho proceso.

➤ Capacidad del proceso en sentido estricto

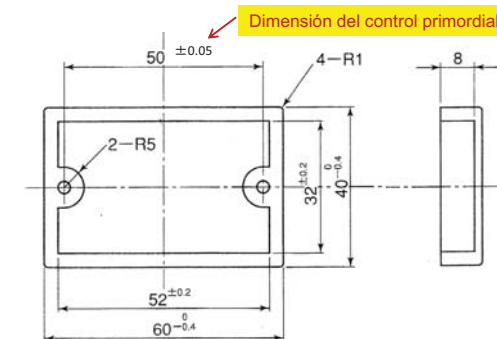
- La capacidad del proceso se refiere a la “capacidad que permite producir productos que estén dentro de los límites de las especificaciones predeterminadas” con respecto a la calidad correspondiente al proceso, y específicamente en cuanto al nivel de calidad que se pueda cuantificar, mismo que se evalúa mediante el índice de capacidad del proceso (Cp, Cpk).

*** En esta ocasión, vamos a aprender el control de la capacidad del proceso (de la calidad que se puede cuantificar).**

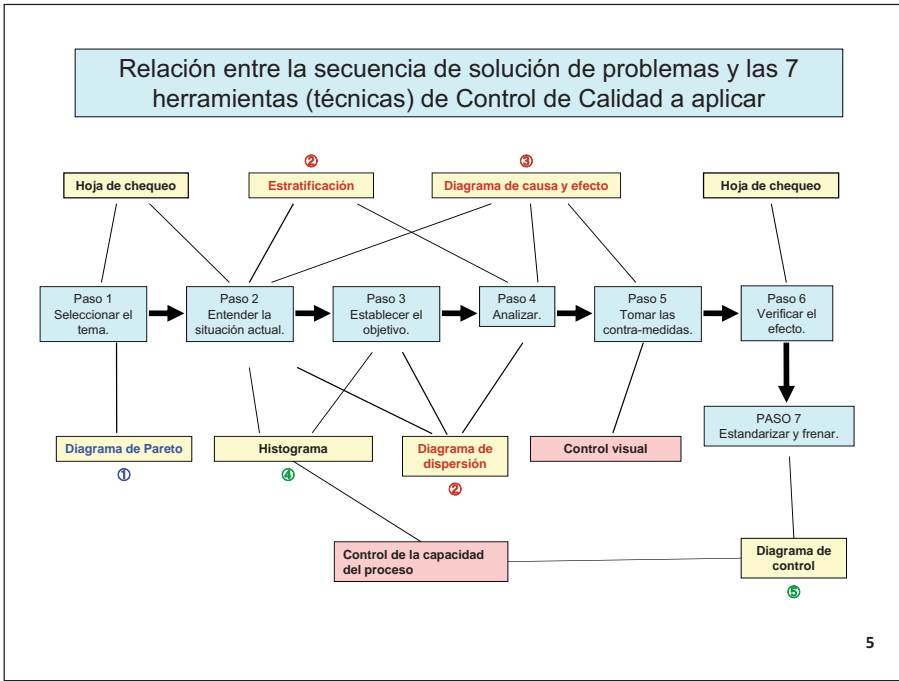
3

2. ¿Por qué se requiere el control de la capacidad del proceso?

- El control de la capacidad del proceso tiene como objetivo evaluar la capacidad (confiabilidad) por la cual las características importantes de la calidad que se pueden cuantificar cumplan los valores límites de las especificaciones, así como mantener o mejorar dicha capacidad.



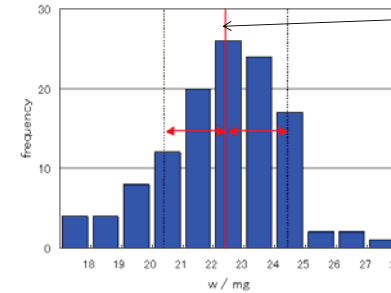
4



3. La media y la desviación estándar (1)

¿Qué es la media?

La media es una “medida” más comúnmente utilizada, que indica el centro de la distribución” y es el “valor resultante de la suma de todos los datos dividida entre el número de datos”.



La media(μ, X , Xbar)

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

3. La media y la desviación estándar (2)

¿Qué significa desviación estándar(σ, s, u)?

La desviación estándar es una medida comúnmente utilizada que representa la variación de la distribución, y es el “valor de la raíz cuadrada de la varianza”.

¿Qué significa varianza(σ², s², u²) ?

La varianza es un indicador que nos dice qué tan dispersos están los valores de las muestras respecto a su media, y se clasifica en los siguientes 2 tipos:

Varianza muestral: Valor resultante de la suma de las desviaciones elevadas al cuadrado, dividida entre el número de los datos (n)

Varianza incesgada: Valor resultante de la suma de las desviaciones elevadas al cuadrado, dividida entre el número de los datos -(n-1).

¿Qué significa desviación?

Ver la fórmula de la siguiente lámina.

La desviación es la “diferencia entre los valores pertenecientes a una población y la media de esa población”.

3. La media y la desviación estándar(3)

Varianza muestral y varianza incesgada

La **varianza muestral** se utiliza para determinar la varianza en un estadístico. El estadístico son un cierto número de datos obtenidos que constituyen la totalidad.

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2$$

Desviación

La **varianza incesgada** es aquella no sesgada, que se utiliza para determinar la varianza del estimador. Se utiliza el estimador cuando un cierto número de datos constituyen una parte de la población.

$$u^2 = \frac{1}{n - 1} \sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2$$

Ejemplo de cálculo de la desviación estándar ①

> Calcule la desviación estándar (δ_n , δ_{n-1}) de los siguientes 10 datos numéricos.

Datos numéricos: (2 3 5 5 5 7 8 9 10 100)

(1) Calcular la media: $(2+3+5+5+5+7+8+9+10+100)/10=15.4$

(Referencia) La mediana es el valor central $(5+7)/2=6$

(2) Calcular las desviaciones: La media 15.4 – el valor numérico (-13.4 -12.4 -10.4 -10.4 -10.4 -8.4 -7.4 -6.4 -5.4 84.6)

Las desviaciones incluyen números negativos, por lo que generalmente se utilizan valores numéricos de las desviaciones elevadas al cuadrado por cuestión de operaciones numéricas.

(3) Calcular la varianza: $\delta_n^2 =$ Suma de los cuadrados de las desviaciones $(8010.4)/$ número de los datos $(10)=801.04$

$\delta_{n-1}^2 =$ Suma de los cuadrados $(8010.4)/$ número de los datos $(10) - 1 = 890.04$

(4) Calcular la desviación estándar: Raíz cuadrada de la varianza $(801.04, 890.04)$

$\delta_n = \sqrt{801.04} = 28.30$ $\delta_{n-1} = \sqrt{890.04} = 29.83$

Ejemplo de cálculo de la desviación estándar ②

• Calcule la media, la varianza y la desviación estándar de las puntuaciones obtenidas por los 10 alumnos en el examen de matemáticas (61, 74, 55, 85, 68, 72, 64, 80, 82, 59).

Tabla 2: Cálculo de media, varianza y desviación estándar

Alumno	Puntuación obtenida en el examen de matemáticas (X)	Desviación (X-μ)	Desviación elevada al cuadrado = Varianza (X-μ) ²	My Media (μ) $\mu = \frac{700}{10} = 70$ Sigma Varianza (σ ²) $\sigma^2 = \frac{956}{10} = 95.6$ Desviación estándar (σ) $\sigma = \sqrt{95.6} \approx 9.8$
A	61	-9	81	
B	74	4	16	
C	55	-15	225	
D	85	15	225	
E	68	-2	4	
F	72	2	4	
G	64	-6	36	
H	80	10	100	
I	82	12	144	
J	59	-11	121	
Total (10 personas)	700 (Media μ=70)	0	956	

Ejercicio(1) – ①

• Calcule la media y la desviación estándar (estimador) utilizando la tabla de datos y de frecuencias contenidas en la clase de histograma.

Tabla 6.2: Tabla de datos (Unidad de medida: mm)

Dia	Hora				Dia	Hora			
	9:00	11:00	14:00	16:00		9:00	11:00	14:00	16:00
1	77.84	78.04	78.08	77.90	14	78.00	78.36	78.12	78.02
2	78.18	78.16	78.12	78.10	15	78.16	78.06	78.18	78.14
3	78.10	78.28	78.14	78.04	16	78.12	78.22	78.10	78.02
4	78.16	78.12	77.98	78.12	17	78.14	78.00	77.86	78.08
5	78.30	78.20	78.08	78.18	18	77.94	77.96	78.04	78.10
6	78.08	78.00	77.88	78.04	19	78.06	78.16	78.08	78.14
7	78.26	78.20	78.14	78.16	20	78.26	78.28	78.22	78.56
8	77.96	78.00	77.92	78.06	21	78.06	78.18	78.02	78.06
9	78.24	78.14	78.04	78.12	22	78.02	78.16	78.10	78.12
10	78.10	78.48	78.10	78.46	23	78.42	78.38	78.04	78.12
11	78.32	77.96	78.20	77.98	24	78.24	78.08	78.14	78.18
12	78.08	77.98	77.98	78.18	25	78.10	78.14	78.12	78.08
13	78.44	78.12	78.20	78.06					

Ejercicio (1) – ②

Tabla 6.5: Tabla de frecuencias

No.	Rango	Valor central	Simbolo de frecuencia	Frecuencia
1	77.83 ~ 77.91	77.87	////	4
2	77.91 ~ 77.99	77.95	### ///	9
3	77.99 ~ 78.07	78.03	### ## # #	20
4	78.07 ~ 78.15	78.11	### ## # # # # # # #	34
5	78.15 ~ 78.23	78.19	### ## # # #	18
6	78.23 ~ 78.31	78.27	### //	7
7	78.31 ~ 78.39	78.35	///	3
8	78.39 ~ 78.47	78.43	///	3
9	78.47 ~ 78.55	78.51	/	1
10	78.55 ~ 78.63	78.59	/	1
Total				100

Repuesta del ejercicio(1)–①

- > En caso de que el número de datos sea grande, es conveniente elaborar la tabla de cálculo a partir de la tabla de frecuencias y realizar el cálculo con base en dicha tabla (método sencillo).

Paso 1: Elaborar la tabla de cálculo.

No.	Rango	Valor central X	Frecuencia f	u	uf	u ² f
			(1)	(2)	(3) = (2) × (1)	(4) = (3) × (2)
1	77.83 ~ 77.91	77.87	4			
2	77.91 ~ 77.99	77.95	9			
3	77.99 ~ 78.07	78.03	20			
4	78.07 ~ 78.15	78.11	34			
5	78.15 ~ 78.23	78.19	18			
6	78.23 ~ 78.31	78.27	7			
7	78.31 ~ 78.39	78.35	3			
8	78.39 ~ 78.47	78.43	3			
9	78.47 ~ 78.55	78.51	1			
10	78.55 ~ 78.63	78.59	1			
Total			100			

13

Respuesta del ejercicio (1)–②

Paso 2: Determinar la columna "u".

Determinar como 0 la columna "u" correspondiente al rango cuya frecuencia "f" sea mayor, que se considere como centro de la distribución. A partir del 0 anotar -1, -2, ...consecuentemente hacia los rangos menores del valor central y 1, 2, ..., hacia los rangos mayores del mismo.

⇒ En el ejercicio, la frecuencia de 34 del rango No. 4 es la mayor, por lo que la columna "u" correspondiente a este rango será el 0. A partir de este valor central (78.11) se anota -1, -2, ..., hacia menor, y 1, 2, ..., hacia mayor.

Paso 3: Calcular uf.

Anotar el valor resultante de la multiplicación de u por f en la columna de uf y calcular la suma.

Paso 4: Calcular u²f.

Anotar el valor resultante de la multiplicación de u por uf en la columna de u²f y calcular la suma.

14

Respuesta del ejercicio (1)–③

Paso 5: Anotar los valores calculados en la tabla de cálculo para completarlo.

No.	Rango	Valor central X	Frecuencia f	u	uf	u ² f
			(1)	(2)	(3) = (2) × (1)	(4) = (3) × (2)
1	77.83 ~ 77.91	77.87	4	-3	-12	36
2	77.91 ~ 77.99	77.95	9	-2	-18	36
3	77.99 ~ 78.07	78.03	20	-1	-20	20
4	78.07 ~ 78.15	78.11	34	0	0	0
5	78.15 ~ 78.23	78.19	18	1	18	18
6	78.23 ~ 78.31	78.27	7	2	14	28
7	78.31 ~ 78.39	78.35	3	3	9	27
8	78.39 ~ 78.47	78.43	3	4	12	48
9	78.47 ~ 78.55	78.51	1	5	5	25
10	78.55 ~ 78.63	78.59	1	6	6	36
Total			100		14	274

15

Respuesta del ejercicio (1)–④

Paso 6: Calcular la media del eje de las X.

Eje de las X = $u_0 + \sum uf/n \times h = (\text{valor central del rango donde la u es 0}) + (\text{suma de } uf/\text{número de datos}) \times (\text{amplitud de intervalo})$

→ En el caso del ejercicio, eje de las X = $78.11 + ((14/100) \times 0.08) = 78.1212$

Paso 7: Calcular la desviación estándar "S".

$$S = h \times \sqrt{\frac{\sum u^2 f - ((\sum uf)^2/n)}{n-1}} = (\text{amplitud de intervalo}) \times$$

$$\sqrt{\frac{(\text{suma de } u^2 f) - ((\text{suma de } uf)^2 / (\text{número de datos}))}{(\text{número de datos}) - 1}} \rightarrow \text{En el caso del ejercicio,}$$

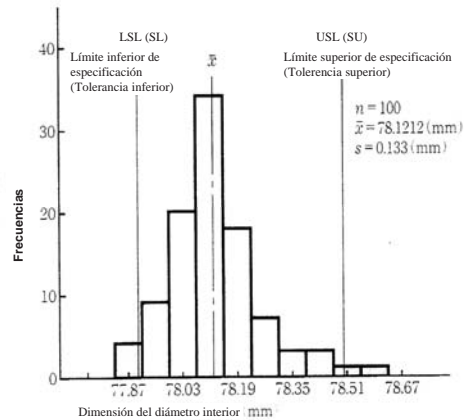
quedará de la siguiente manera:

$$S = 0.08 \times \sqrt{\frac{274 - (14^2/100)}{100-1}} = 0.08 \times 1.6577 = 0.1326 = 0.133$$

16

Respuesta del ejercicio (1) – ⑤

Paso 8: Anotar el eje de la X y la S en el histograma.



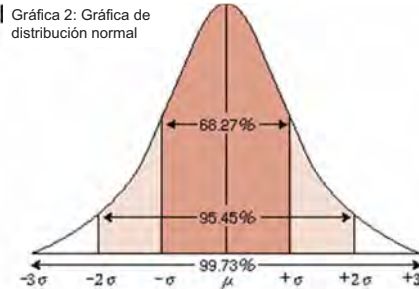
17

4. Índice de la capacidad del proceso(1)

➤ ¿Qué es el índice de la capacidad del proceso (Cp, Cpk)?

- El índice de capacidad del proceso es el “**indicador por el cual se evalúa de manera cuantitativa la capacidad que tiene un proceso**”. Se expresa mediante la proporción entre el rango de especificaciones o la diferencia entre las especificaciones y la media, y la desviación estándar (σ) que es un instrumento para medir las variaciones.

Gráfica 2: Gráfica de distribución normal



* Se aplica la característica que establece que en un proceso bajo control estable, las variables se presentan en forma de distribución normal.

18

4. Índice de la capacidad del proceso (2)

➤ Cálculo del índice de la capacidad del proceso (Cp, Cpk)

Cp: En el caso de una especificación con límite superior e inferior, en la cual la media esté ubicada en el centro de la misma:

⇒ Valor poco práctico

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad \sigma: \text{Desviación estándar}$$

Cpk: En el caso de una especificación con límite superior e inferior, en la cual la media no esté ubicada en el centro de la misma:

⇒ Valor que nos permite conocer la capacidad actual considerando la desviación de la media = Práctico

$$C_{pk} = \min\left(\frac{USL - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LSL}{3\sigma}\right) \quad \mu: \text{media}$$

19

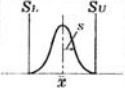
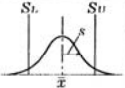
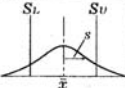
5. Evaluación de la capacidad del proceso (1)

➤ Determinar si la capacidad del proceso es suficiente o no según el valor de Cp o de Cpk de acuerdo con el siguiente criterio:

No.	Valor de C_p (o C_{pk})	Relación entre la distribución y las especificaciones	Juicio sobre la capacidad del proceso	Acciones
1	$C_p \geq 1.67$		La capacidad del proceso es más que suficiente.	Un incremento ligero en las variaciones del producto no es un factor de preocupación. Se debe analizar la forma de simplificar el control y reducir el costo.
2	$1.67 > C_p \geq 1.33$		La capacidad del proceso es suficiente.	Es un estado ideal que se debe mantener.

20

5. Evaluación de la capacidad del proceso (2)

No.	Valor de C_p (o C_{pk})	Relación entre la distribución y la especificación	Juicio sobre la capacidad del proceso	Acciones
3	$1.33 > C_p \geq 1.00$		La capacidad del proceso es aceptable, aunque no es suficiente.	Se debe llevar un control exhaustivo del proceso y mantenerlo bajo control. Cuando C_p se acerque a 1, se pueden generar productos no conformes, para lo cual hay que tomar acciones correspondientes según sea necesario.
4	$1.00 > C_p \geq 0.67$		La capacidad del proceso es insuficiente.	Se están generando productos no conformes. Se requieren la inspección y selección del 100% de los productos, así como el control y mejora del proceso.
5	$0.67 > C_p$		La capacidad del proceso es muy insuficiente.	Totalmente insatisfactorio para asegurar la calidad. Se requieren mejorar la calidad, analizar las causas y tomar urgentemente las medidas correctivas. Asimismo, se debe analizar nuevamente las especificaciones.

21

Ejercicio (2)–①

• Conteste las siguientes preguntas de acuerdo con el resultado del cálculo y el histograma (ver la página 17) del ejercicio (1). Cabe aclarar que la especificación es de 78.2 ± 0.3 mm.

- (1) ¿Es o no es efectivo el control mediante el índice de la capacidad del proceso?
- (2) Calcule el índice de la capacidad del proceso (C_p).
- (3) Calcule el índice de la capacidad del proceso (C_{pk}).
- (4) Evalúe la capacidad del proceso con base en el resultado de los cálculos.

[Respuestas]

- (1) Efectivo ← ¿Por qué?
- (2) 0.752 ← Realice el cálculo.
- (3) 0.554 ← Realice el cálculo.
- (4) Muy insuficiente ← ¿Por qué? ¿Cuál es la causa?

22

6. Cálculo del índice de la del proceso y ejercicio de su evaluación

• Durante la séptima estancia en México, se llevó a cabo el ejercicio de elaboración del histograma de 100 abrecartas moldeados por 50 disparos. Conteste las siguientes preguntas de acuerdo con el resultado del cálculo y el histograma de aquella ocasión. Cabe aclarar que la especificación es de 5.35 ± 0.05 g.

- (1) ¿Se puede llevar el control mediante el índice de la capacidad del proceso en los siguientes 5 casos?
 - ① Capacidad del proceso de la totalidad de las piezas ($n=100$)
 - ② Capacidad del proceso de la Cavidad 1 ($n=50$)
 - ③ Capacidad del proceso de la Cavidad 2 ($n=50$)
 - ④ Capacidad del proceso de los disparos del No. 1 al 25 de la Cavidad 1.
 - ⑤ Capacidad del proceso de los disparos No. 26 al 50 de la Cavidad 1.
- (2) Calcule el índice de la capacidad del proceso (C_p , C_{pk})
- (3) Evalúe la capacidad del proceso.
- (4) Analice las causas y las acciones que se deben tomar de acuerdo con el resultado de la evaluación de la capacidad del proceso.

23

7. Diagrama de Control

Repaso M7-1

- La calidad producto varía según diversos factores del proceso de producción. La variación se divide entre la variación incontrolable (cambios fortuitos) y la variación controlable (cambios anormales).
- En el diagrama de control se trazan la línea central y un par de líneas de límite superior e inferior. Al trazar los datos los cambios fortuitos tienden a quedar dentro del rango limitado y los anormales fuera de los límites.
- Utilizar el diagrama de control nos permite identificar fallas en calidad y anomalías en el proceso, eliminar causas de defectos así como tomar medidas para frenar la recurrencia de los defectos.

> Modo de uso

- (1) Para análisis de procesos
Elaborar un diagrama de control de los datos del proceso de producción durante un determinado periodo por máquina, materia prima, línea entre otras, estratificándolos o cambiando forma de clasificación. Con esto se pretende estudiar dónde se encuentra una mayor variación con el fin de analizar causas de la misma variación.
- (2) Para control de procesos
En un estado estabilizado del proceso de producción por la estandarización, se recolectan los datos del proceso en forma continua y se trazan en el diagrama de control. Si los datos se ubican fuera de los límites de control, esto significa la presencia de anomalías en el proceso. Se deben investigar sus causas, luego implementar medidas para frenar la recurrencia, con el fin de controlar la calidad.

24

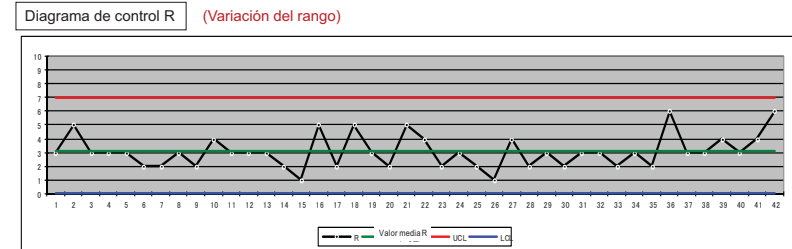
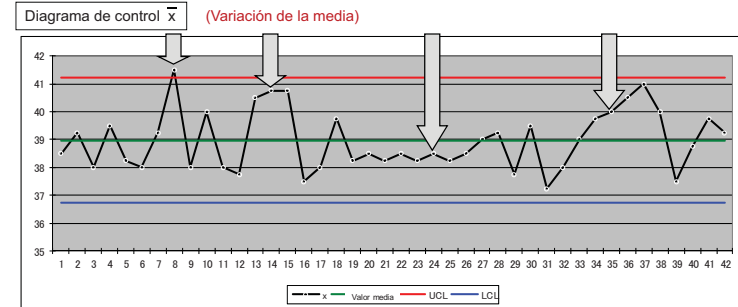
8. ¿Cómo se interpreta el diagrama de control?

Repaso M7-1

	Descripción	Interpretación	Medidas
1	Fuera del control	La media del proceso y/o los valores de variación se ubican fuera de los límites de control.	Se señala una anomalía por tanto se debe investigar sus causas y tomar medidas para frenar la recurrencia.
2	9 puntos o más consecutivos	Se ubican 9 o más puntos en un solo lado de la línea central consecutivamente.	Se insinúa la presencia de alta probabilidad de problemas técnicos. Se requiere una investigación.
3	Punto(s) cercano(s) a los límites	2 de 3 puntos consecutivos se ubican en una posición a una distancia de dos tercios de los límites de control.	Se señala un crecimiento de la variación del proceso. Se requiere un cuidado.
4	Desviación de puntos	Los puntos continúan hacia arriba o abajo mostrando periodicidad.	Se señala alta posibilidad de algún problema en el control de procesos. Se requiere una investigación.
5	Estado estable	No se encuentran comportamientos de los datos correspondientes a los incisos 1 a 4 en los 25 o más puntos consecutivos.	Se debe confirmar su mantenimiento.

Diagrama de control $\bar{x}-R$

Repaso M7-1



M7 Gestión de calidad del producto y la administración de producción

M7-5 Control de la capacidad de proceso②

Aprender un método en que se usa el gráfico de control para controlar el proceso de producción para que los valores numéricos importantes de la calidad del producto moldeado por inyección, tales como las dimensiones, cumplan con los valores de las especificaciones.
Junio de 2013

1

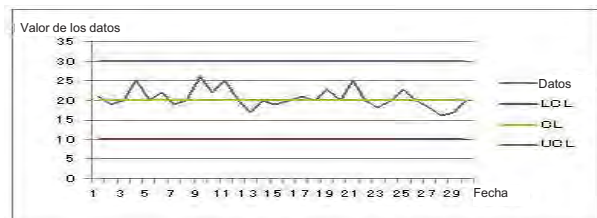
Temas de la clase

1. ¿Qué es el gráfico de control?
2. Objetivos del uso del gráfico de control
3. Tipos del gráfico de control
4. ¿Cómo se interpreta el gráfico de control?
5. Ejemplo y su respuesta
6. Ejercicio

2

1. ¿Qué es el gráfico de control?

- La calidad de un producto varía según diversos factores del proceso de producción. La variación se clasifica en dos tipos: una “variación fortuita” que es incontrolable y la otra “variación atribuible” que es controlable.
- El gráfico de control es una herramienta de control que nos permite detectar las variaciones atribuibles de la calidad en el proceso y prevenir los defectos en la calidad.
- El gráfico de control está formado por la línea central (CL) y las líneas de límite (UCL, LCL) y permite registrar la variación cronológica de la calidad, la cual es difícil de registrar en un histograma o diagrama de dispersión.



3

Terminología del gráfico de control

Referencia

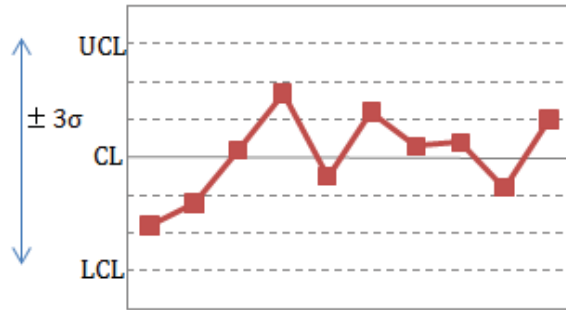
- Líneas de control: Son 3 líneas en total; una línea central y dos líneas de límite detalladas a continuación.
- Línea central (CL): línea que indica el valor de la media.
- Líneas de límite: Existen la línea de límite superior (UCL) y la línea de límite inferior (LCL), las cuales son trazadas a las distancias calculadas desde la línea central. En 1926, el Dr. W.A. Shewhart de los EEUU propuso el gráfico de control con 3 sigmas como límite, en el que estas distancias se determinan a 3 veces (3σ) la desviación estándar.
- Tamaño del subgrupo (n): número de datos que contiene un subgrupo (de 2 a 6).
- Número del subgrupo (k): número de subgrupos creados (de 20 a 25)

(Nota) CL: Línea Central
UCL: Límite superior de control LCL: Límite inferior de control

4

Gráfico de control de Shewhart (gráfico de control con 3 sigmas como límite)

- Un ejemplo que demuestra que el proceso se encuentra en estado estable (dentro del rango de $\pm 2\sigma$)



Ejemplo de tamaño (n) y número de subgrupos (k)

[Tabla 1]

k	Tamaño del subgrupo de datos (n=2 a 6)					Promedio Xbar	Rango R
	X1	X2	X3	X4	X5		
1	19.19	19.18	19.18	19.12	19.19	19.17	0.07
2	19.22	19.17	19.22	19.20	19.13	19.19	0.09
3	19.19	19.14	19.21	19.18	19.16	19.18	0.07
4	19.14	19.12	19.17	19.22	19.22	19.17	0.10
5	19.21	19.17	19.19	19.19	19.18	19.19	0.04
6	19.20	19.19	19.23	19.16	19.15	19.19	0.08
7	19.19	19.16	19.17	19.23	19.19	19.19	0.07
8	19.15	19.24	19.19	19.20	19.17	19.19	0.09
9	19.14	19.26	19.18	19.18	19.20	19.19	0.12
10	19.29	19.20	19.16	19.16	19.16	19.19	0.13
11	19.18	19.17	19.14	19.12	19.17	19.16	0.06
12	19.18	19.22	19.21	19.17	19.19	19.19	0.05
13	19.12	19.20	19.18	19.22	19.19	19.18	0.10
14	19.19	19.13	19.16	19.22	19.18	19.18	0.09
15	19.20	19.19	19.15	19.14	19.29	19.19	0.15
16	19.19	19.16	19.24	19.26	19.20	19.21	0.10
17	19.23	19.17	19.19	19.18	19.16	19.19	0.07
18	19.16	19.23	19.20	19.18	19.16	19.19	0.07
19	19.15	19.19	19.17	19.20	19.16	19.17	0.05
20	19.19	19.14	19.21	19.18	19.16	19.18	0.07
↑ Número de los subgrupos de datos (k=20~25)					Total	383.68	1.67
					Promedio	19.184	0.0835
					↑ Línea Central (CL) ↑		

2. Objetivos del gráfico de control (Usos)

1) Gráfico de control para el análisis

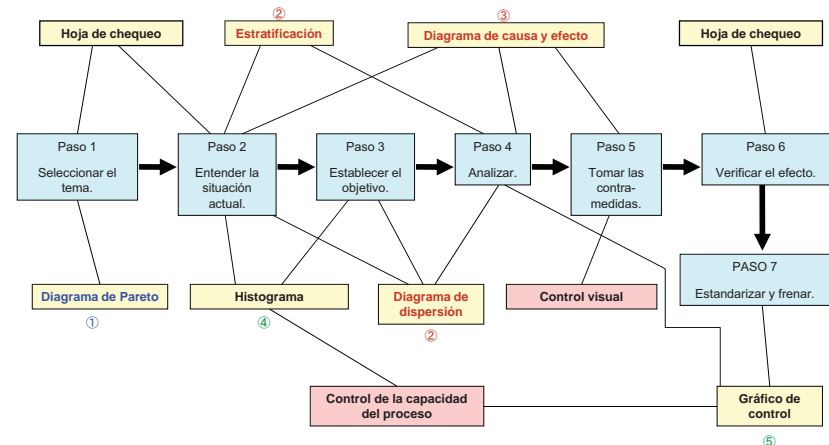
- Se refiere al gráfico de control que se utiliza para analizar el proceso, investigar la capacidad del proceso y estimar el estado del proceso. En este análisis e investigación se elabora el gráfico de control con diferentes estratificaciones o clasificaciones (división en subgrupos) de los datos para identificar la diferencia y el estado de control.

(Nota) Análisis del proceso: Se hace para aclarar la relación entre las características (defectos) de calidad de los productos fabricados en el proceso y sus causas.

2) Gráfico de control para el control de producción

- Se refiere al gráfico de control que se utiliza para mantener el proceso de producción en buena condición y se conforma con el objetivo original.

Relación entre la secuencia de solución de problemas y las 7 herramientas (técnicas) de Control de Calidad a aplicar



3. Tipos del gráfico de control

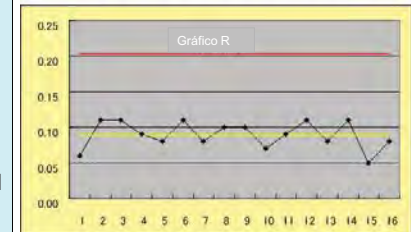
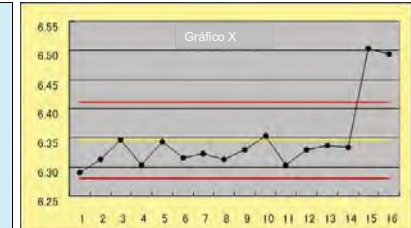
Categoría	Tipos	Objeto de control	Escenario de uso
Valor medido	Xbar-R	Valor promedio - Rango	Uso general
	Me-R	Valor central – Rango	Uso sencillo
	X	Datos individuales	Cuando n es menor.
Valor contado /calculado	np	Número de piezas defectuosas	Cuando n es constante.
	p	Porcentaje de piezas defectuosas	Cuando n varía.
	c	Número de defectos	Cuando hay pocas piezas defectuosas y n es constante.
	u	Número de defectos por unidad	Cuando hay pocas piezas defectuosas y n varía.

9

Detalle del gráfico de control Xbar-R

Referencia

- Es un gráfico de control que se utiliza para controlar el proceso según los valores medidos, como las dimensiones, peso, resistencia, entre otros. Permite obtener la mayor información posible sobre el proceso.
- El gráfico X bar representa el valor promedio del subgrupo y el gráfico R demuestra el rango del mismo. Generalmente estos dos gráficos de control son empleados en conjunto.
- El gráfico X bar es utilizado para controlar la variación de los valores promedio del subgrupo y el gráfico R es para controlar la variación dentro del subgrupo.



10

A-401

Cálculo de las líneas de control del gráfico de control Xbar-R

Referencia

Gráfico de control	Línea central	Límites de control	Tabla de constantes del gráfico de control			
			n	A ₂	D ₃	D ₄
Xbar	Xbar-bar (Valor promedio de Xbar)	Xbar-bar ± A ₂ · Rbar	2	1.880		3.267
			3	1.023		2.575
			4	0.729		2.282
			5	0.577		2.115
			6	0.483		2.004
			7	0.419	0.076	1.924
			8	0.373	0.136	1.864
			9	0.337	0.184	1.816
			10	0.308	0.223	1.777
			R	Rbar (Valor promedio de R)	UCL = D ₄ · Rbar LCL = D ₃ · R bar	

11

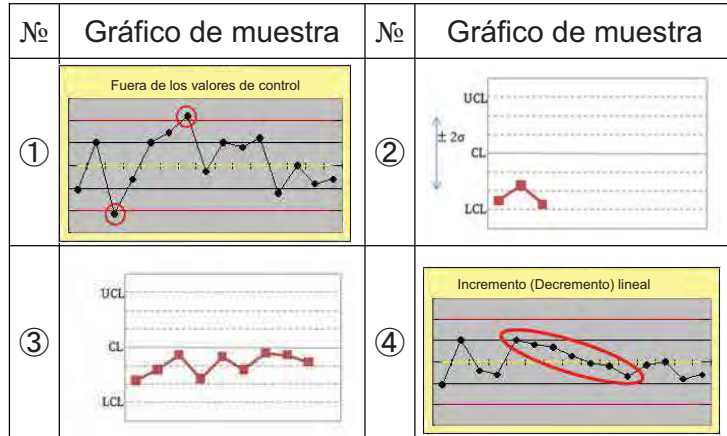
4. ¿Cómo se interpreta el gráfico de control?

- Gráfico de control cuando el proceso está bajo control (el proceso es estable) (1) y (2)**
 - 1 Los puntos no exceden las líneas de límite de control.
 - 2 Los puntos se alinean o se dispersan sin tendencia anormal.
- Gráfico de control cuando el proceso está fuera de control (el proceso es anormal)**
 - 1 Cuando un punto está fuera de las líneas límites de control.
 - 2 Cuando dos de los tres puntos consecutivos están en una posición fuera de los límites de control a una distancia de dos tercios del rango.
 - 3 Cuando 9 o más puntos consecutivos están en un solo lado de la línea central.
 - 4 Cuando 6 puntos consecutivos continúan incrementando o disminuyendo.
 - 5 Cuando se observa claramente una periodicidad en la forma que están los puntos.
 - 6 Cuando ninguno de ocho puntos consecutivos está dentro del rango de distancia de un tercio de los límites de control.
 - 7 Cuando 15 puntos consecutivos están dentro del rango de distancia de un tercio de los límites de control.

12

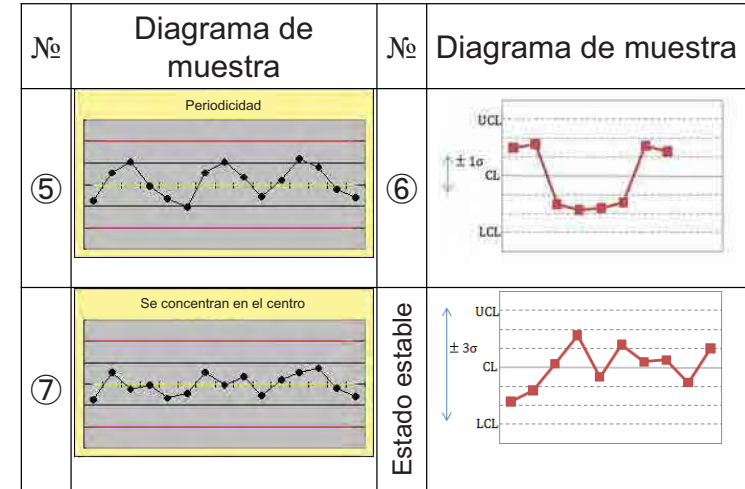
Un ejemplo del gráfico de control del proceso anormal ①

Referencia



Un ejemplo del gráfico de control del proceso anormal ②

Referencia



(Variación de los valores promedio)

Gráfico de control $\bar{x}-R$

Cita: M7-1

Gráfico de control \bar{x}

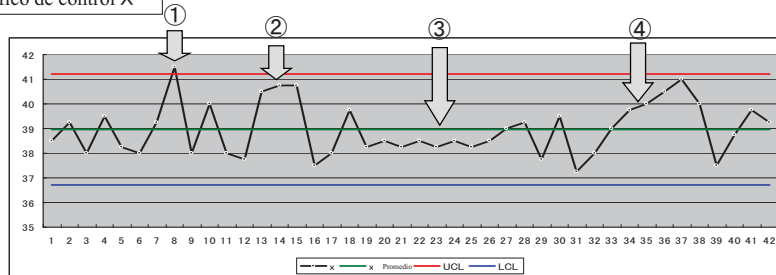
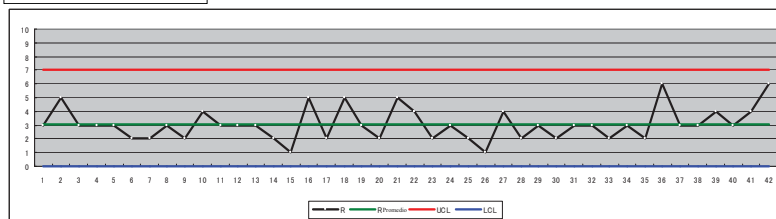


Gráfico de control R (Variación de los rangos)



Ejemplo -①

Calcule las líneas de límite de control del gráfico de control Xbar y R con base en la hoja de cálculo de la tabla 1.

[Tabla 1]

k	Tamaño de los datos (subgrupo) (n=2 a 6)					Promedio Xbar	Rango R
	X1	X2	X3	X4	X5		
1	19.19	19.18	19.18	19.12	19.19	19.17	0.07
2	19.22	19.17	19.22	19.20	19.13	19.19	0.09
3	19.19	19.14	19.21	19.18	19.16	19.18	0.07
4	19.14	19.12	19.17	19.22	19.22	19.17	0.10
5	19.21	19.17	19.19	19.19	19.18	19.19	0.04
6	19.20	19.19	19.23	19.16	19.15	19.19	0.08
7	19.19	19.16	19.17	19.23	19.19	19.19	0.07
8	19.15	19.24	19.19	19.20	19.17	19.19	0.09
9	19.14	19.26	19.18	19.18	19.20	19.19	0.12
10	19.29	19.20	19.16	19.16	19.16	19.19	0.13
11	19.18	19.17	19.14	19.12	19.17	19.16	0.06
12	19.18	19.22	19.21	19.17	19.19	19.19	0.05
13	19.12	19.20	19.18	19.22	19.19	19.18	0.10
14	19.19	19.13	19.16	19.22	19.18	19.18	0.09
15	19.20	19.19	19.15	19.14	19.29	19.19	0.15
16	19.19	19.16	19.24	19.26	19.20	19.21	0.10
17	19.23	19.17	19.19	19.18	19.16	19.19	0.07
18	19.16	19.23	19.20	19.18	19.16	19.19	0.07
19	19.15	19.19	19.17	19.20	19.16	19.17	0.05
20	19.19	19.14	19.21	19.18	19.16	19.18	0.07
↑ Número de los datos (subgrupo) (k=20 a 25)					Total	383.68	1.67
					Promedio	19.184	0.0835
					↑ Línea Central (CL) ↑		

Respuesta del ejemplo -①

Paso 1: Revisar los valores que tienen.

$$\bar{X} = 19.184 \quad \bar{R} = 0.0835$$

Paso 2: Calcular A_2 , D_3 y D_4 con base en la tabla de constantes del gráfico de control.

El tamaño del subgrupo es $n=5$, por lo que se deben considerar los siguientes valores de acuerdo a la tabla de constantes,

$$A_2 = 0.577 \quad D_3 = 0 \quad D_4 = 2.115$$

Paso 3: Calcular las líneas de límite de control (UCL/LCL) del gráfico de control \bar{X} .

$$UCL = \bar{X} + A_2 \cdot \bar{R} = 19.184 + 0.577 \times 0.0835 = 19.232$$

$$LCL = \bar{X} - A_2 \cdot \bar{R} = 19.184 - 0.577 \times 0.0835 = 19.136$$

Paso 4: Calcular las líneas de límite de control (UCL/LCL) del gráfico de control R.

$$UCL = D_4 \cdot \bar{R} = 2.115 \times 0.0835 = 0.1766$$

$$LCL = D_3 \cdot \bar{R} = 0 \times 0.0835 = 0 = \text{No está indicado}$$

17

Ejercicio

•Elabore el gráfico de control Xbar-R con base en la tabla de los datos (Tabla 6.2) que se usó en el ejercicio de la clase del histograma y del índice de la capacidad de proceso y evalúe el estado del control de producción.

Tabla 6.2 Tabla de datos (Unidad: mm)

Día	Hora				Día	Hora			
	9am	11am	14pm	16pm		9am	11am	14pm	16pm
1	77.84	78.04	78.08	77.90	14	78.00	78.36	78.12	78.02
2	78.18	78.16	78.12	78.10	15	78.16	78.06	78.18	78.14
3	78.10	78.28	78.14	78.04	16	78.12	78.22	78.10	78.02
4	78.16	78.12	77.98	78.12	17	78.14	78.00	77.86	78.08
5	78.30	78.20	78.08	78.18	18	77.94	77.96	78.04	78.10
6	78.08	78.00	77.88	78.04	19	78.06	78.16	78.08	78.14
7	78.26	78.20	78.14	78.16	20	78.26	78.28	78.22	78.56
8	77.96	78.00	77.92	78.06	21	78.06	78.18	78.02	78.06
9	78.24	78.14	78.04	78.12	22	78.02	78.16	78.10	78.12
10	78.10	78.48	78.10	78.46	23	78.42	78.38	78.04	78.12
11	78.32	77.96	78.20	77.98	24	78.24	78.08	78.14	78.18
12	78.08	77.98	77.98	78.18	25	78.10	78.14	78.12	78.08
13	78.44	78.12	78.20	78.06					

18

M7 Gestión de calidad del producto y la administración de producción

M7-5 Control de la capacidad de proceso② (Respuesta de los ejercicios)

Aprender un método donde el gráfico de control controla el proceso de producción para que los valores numéricos importantes para la calidad del producto moldeado por inyección, tales como las dimensiones, cumplan con los valores de las especificaciones.

Junio de 2013

Ejercicio

Elaboren el gráfico de control Xbar-R con base en la tabla de los datos (Tabla 6.2) que se usó en el ejercicio de la clase del histograma y del índice de la capacidad del proceso y evalúen el estado del control de la producción.

Tabla 6.2 Tabla de datos (Unidad: mm)

Día	Hora				Día	Hora			
	9:00	11:00	14:00	16:00		9:00	11:00	14:00	16:00
1	77.84	78.04	78.08	77.90	14	78.00	78.36	78.12	78.02
2	78.18	78.16	78.12	78.10	15	78.16	78.06	78.18	78.14
3	78.10	78.28	78.14	78.04	16	78.12	78.22	78.10	78.02
4	78.16	78.12	77.98	78.12	17	78.14	78.00	77.86	78.08
5	78.30	78.20	78.08	78.18	18	77.94	77.96	78.04	78.10
6	78.08	78.00	77.88	78.04	19	78.06	78.16	78.08	78.14
7	78.26	78.20	78.14	78.16	20	78.26	78.28	78.22	78.56
8	77.96	78.00	77.92	78.06	21	78.06	78.18	78.02	78.06
9	78.24	78.14	78.04	78.12	22	78.02	78.16	78.10	78.12
10	78.10	78.48	78.10	78.46	23	78.42	78.38	78.04	78.12
11	78.32	77.96	78.20	77.98	24	78.24	78.08	78.14	78.18
12	78.08	77.98	77.98	78.18	25	78.10	78.14	78.12	78.08
13	78.44	78.12	78.20	78.06					

Respuesta-①

Paso 1: Elaborar una tabla de cálculo y calcular los valores promedio (Xbar) y los rangos (R) de cada subgrupo.

- Tamaño de los subgrupos: n=4
- Número de los subgrupos: k=25
- Número de los datos N=100

No. del subgrupo	Datos				Valor promedio \bar{X}	Rango R
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄		
1	77.84	78.04	78.08	77.90	77.965	0.24
2	78.18	78.16	78.12	78.10	78.140	0.08
3	78.10	78.28	78.14	78.04	78.140	0.24
4	78.16	78.12	77.98	78.12	78.095	0.18
5	78.30	78.20	78.08	78.18	78.190	0.22
6	78.08	78.00	77.88	78.04	78.000	0.20
7	78.26	78.20	78.14	78.16	78.190	0.12
8	77.96	78.00	77.92	78.06	77.985	0.14
9	78.24	78.14	78.04	78.12	78.135	0.20
10	78.10	78.48	78.10	78.46	78.285	0.38
11	78.32	77.96	78.20	77.98	78.115	0.36
12	78.08	77.98	77.98	78.18	78.055	0.20
13	78.44	78.12	78.20	78.06	78.205	0.38
14	78.00	78.36	78.12	78.02	78.125	0.36
15	78.16	78.06	78.18	78.14	78.135	0.12
16	78.12	78.22	78.10	78.02	78.115	0.20
17	78.14	78.00	77.86	78.08	78.020	0.28
18	77.94	77.96	78.04	78.10	78.010	0.16
19	78.06	78.16	78.08	78.14	78.110	0.10
20	78.26	78.28	78.22	78.56	78.330	0.34
21	78.06	78.18	78.02	78.06	78.080	0.16
22	78.02	78.16	78.10	78.12	78.100	0.14
23	78.42	78.38	78.04	78.12	78.240	0.38
24	78.24	78.08	78.14	78.18	78.160	0.16
25	78.10	78.14	78.12	78.08	78.110	0.06
Total	-	-	-	-	1,953.035	5.40

Cálculo de las líneas de control del gráfico de control Xbar-R

Referencia

Gráfico de control	Línea central	Límite de control
Xbar	Xbar-bar (Valor promedio de Xbar)	Xbar-bar $\pm A_2 \cdot Rbar$
R	Rbar (Valor promedio de R)	UCL = D ₄ · Rbar LCL = D ₃ · R bar

Tabla de constantes del gráfico de control

n	A ₂	D ₃	D ₄
2	1.880		3.267
3	1.023		2.575
4	0.729		2.282
5	0.577		2.115
6	0.483		2.004
7	0.419	0.076	1.924
8	0.373	0.136	1.864
9	0.337	0.184	1.816
10	0.308	0.223	1.777

Respuesta - ②

Paso 2: Calcular el, Xbar-bar.

- $Xbar\text{-bar} = \text{Suma de los } Xbar \text{ de todos los subgrupos}/k = 1953.035/25 = 78.1214$

Paso 3: Calcular el valor promedio de los rangos, Rbar.

- $Rbar = \text{Suma de } R \text{ de todos los subgrupos}/k = 5.40/25 = 0.216$

Paso 4: Calcular las líneas de control del gráfico de control Xbar.

- $CL = Xbar\text{-bar} = 78.1214$
- De acuerdo con la tabla de los coeficientes para el gráfico de control, cuando $n=4$, $A_2=0.729$.
- $UCL = Xbar\text{-bar} + A_2 \cdot Rbar = 78.1214 + 0.729 \times 0.216 = 78.2789$
- $LCL = Xbar\text{-bar} - A_2 \cdot Rbar = 78.1214 - 0.729 \times 0.216 = 77.9639$

Paso 5: Calcular las líneas de control del gráfico de control R.

- $CL = Rbar = 0.216$

5

Respuesta - ③

- De acuerdo con la tabla de los coeficientes para el gráfico de control, cuando $n=4$, $D_3=0$ y $D_4=2.282$.
- $UCL = D_4 \cdot Rbar = 2.282 \times 0.216 = 0.493$
- $LCL = D_3 \cdot Rbar = 0 \times 0.216 = 0 = \text{No se indica}$.

Paso 6: Preparar un papel cuadrulado y trazar los ejes horizontal y vertical del gráfico de control.

- Dibujar el gráfico de control Xbar en la parte superior, y el R en la parte inferior.
- Dejar que la distancia entre UCL y LCL del eje vertical sea 6 veces mayor que la distancia medida entre un subgrupo y otro del eje horizontal.

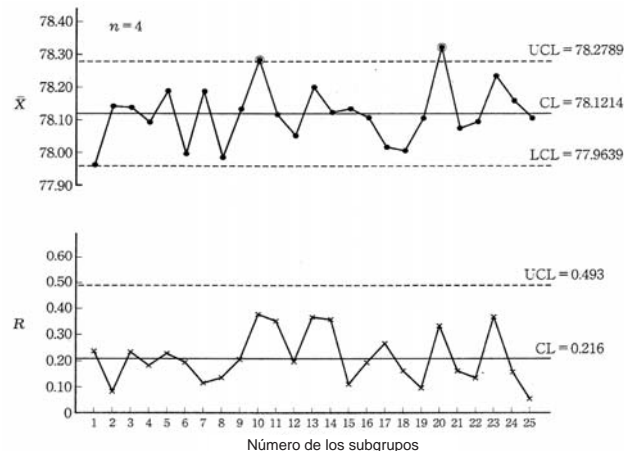
Paso 7: Trazar las líneas de control.

- Trazar la línea central con una línea continua (———).
- Cuando se trata de un gráfico de control para análisis, trazar las líneas del límite de control con una línea punteada (- - - - -).
- Cuando se trata de un gráfico de control para la administración de producción, trazar las líneas del límite de control con una línea que intercale puntos y guiones (- · - · -).

Paso 8: Dibujar los puntos de Xbar y R de cada subgrupo en cada gráfico de control y hacer las anotaciones necesarias.

6

Respuesta - ④



Nombre comercial: Acron
Muestras: 4 por día (a las 9:00, 11:00, 14:00, 16:00)
Unidad: mm

Valor de la característica: Dimensión del diámetro interior
Especificaciones: 78.20 ± 0.30
Elaborado por:

7

Respuesta - ⑤

Paso 9: Analizar el estado de control.

⇒ Se puede considerar que el rango de la variación interna en el subgrupo de la calidad en cuestión está en estado controlado conforme al gráfico de control R ya que ningún punto está fuera de los límites de control y la forma de alineación y dispersión de los puntos no tiene una tendencia anormal.

⇒ El gráfico de control Xbar demuestra unos puntos fuera de los límites de control en los subgrupos 10 y 20.

Por lo que se puede considerar que la variación entre subgrupos de los valores promedio de la calidad en cuestión está fuera de control. Se puede considerar que existe alguna anomalía en los subgrupos 10 y 20 (el día 10 y 20) en comparación con los otros días, por lo tanto es necesario investigar la causa a fondo y tomar medidas para prevenir defectos de calidad.

8

M7 Gestión de calidad del producto y la administración de producción

M7-6 5S y actividades de Kaizen

1 y 2/febrero/2012

Índice

1. Actividad KAIZEN y 5S
 1. (1) Objetivo del mejoramiento de la operación y la forma correcta de pensar
2. ¿Qué es 5S?
 - (1) Actividades de mejoramiento de 5S
 - (2) Implementación de 5S y 3 Tei
 - (3) 5S prácticas (Normas sencillas de la vida cotidiana)
 - (4) Organización (*Seiri*) visualizada (Estrategia de tarjeta roja)
 - (5) Orden (*Seiton*) visualizado (Estrategia de *Kanban* (letrero))
 - (6) Orden (*Seiton*) visualizado de herramientas
 - (7) Limpieza (*Seiso*)
 - (8) Limpieza estandarizada (*Seiketsu*)
 - (9) Disciplina (*Shitsuke*) (Ser hábitos)
 - (10) Efectos que trae el 5S
3. Actividades de mejoramiento efectivas para la planta de inyección de plástico
 3. (1) El control visualizado es:
 - ① Objetivo y aplicaciones del control visualizado
 - ② Ejemplo del mejoramiento de la hoja de operación estándar
 - ③ Ejemplo de la prueba de funciones del producto inyectado
 - ④ Ejemplo de exhibición de las muestras límite de producto aceptable en la mesa de trabajo
 3. (2) Eliminación de "muda" (desperdicios)
 - ① ¿Qué es "muda"
 - ② "Muda" en el movimiento del operador
 - ③ Ejemplos de la revisión general de "muda" en el lugar de trabajo
 - ④ 7 "Muda"
 - ⑤ Mejoramiento para la eliminación de 7 "muda" y los puntos clave
 - ⑥ Metodología para promover las actividades de mejoramiento
 - ⑦ Pasos del mejoramiento
 - ⑧ Del mejoramiento de la operación al mejoramiento de los equipos e instalaciones
 - ⑨ Inspección visual de producto moldeado por inserto y mejoramiento del empaque
 - ⑩ Inspección visual después de eliminar el "muda" 2



A-406

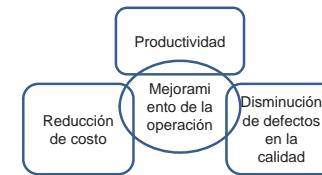
1. Actividades de KAIZEN y 5S

- Principios para fabricar el producto = Abastecer el producto con calidad, barato y "Just in time" (justo a tiempo).
- Falla en la fabricación del producto = Fabricar productos defectuosos ← El costo de pérdidas es enorme.
 - ↳ Hay puntos que deber hacer **KAIZEN** en algún lugar del mecanismo de la producción. ← = Observar las **4M** en el elemento de producción
- Ejemplo de KAIZEN en el 4M
 - ✓ Manufacturar con calidad en el proceso
 - ✓ "Pokayoke" de instalación y sistema
 - ✓ Adecuación de la autonomía
- Alcance de las actividades KAIZEN
 - Expansión horizontal de las medidas KAIZEN → Mejorar antes de fracasar (prevención)
- Actividades en general de la empresa como: ① Mejoramiento de la calidad, ② Reducción de costo, ③ Mejoramiento de la producción, ④ Control de seguridad, entre otros.
- Técnica de control eficaz para las actividades KAIZEN = **Control visual (visualización)**.
- Técnica KAIZEN eficaz = Hacer en claro los **3MU** y hacer la eliminación íntegra de "muda" = **Eliminación de "muda"**.
- Base de la base de las actividades de KAIZEN y primeros pasos de las actividades KAIZEN = **5S**
- Regla general de actividades de KAIZEN y las actividades de 5S = **Participación total**.

Nota: (1) 3MU: "Muri" (Sobresfuerzo), "Mura" (Irregularidad) y "Muda" (desperdicio o lo innecesario)
 (2) 4M: Hombre ("Man"), Máquina y/o instalación ("Machine"), Material ("Material"), y Método ("Method").

1. (1) Objetivo del mejoramiento de la operación y la forma correcta de pensar

Figura-1. Objetivo del mejoramiento de la operación.



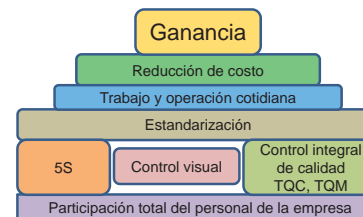
El mejoramiento de la operación es: identificar los "muda" dentro de la operación, y tratar de eliminarlos lo más posible.

Figura-2. 4 Elementos de la producción

Proceso	Valor agregado	Tiempo necesario
Maquinado y ensamblado	○	Segundos, Minutos
Inspección	×	Segundos, Minuto
Transporte	×	Minutos, Horas
Paro	×	Horas, Días

Precaución: En lugar de mejorar parcialmente, se debe tener en mira el mejoramiento general.

Figura-3. Cómo comprender sistemáticamente el 5S



2. Qué es 5S

- 1s “Seiri” (Organización): Distinguir entre “lo necesario” y “lo innecesario” y deshacerse de “lo innecesario”.
- 2s “Seiton” (Orden): “Dejar las cosas necesarias en un estado accesible para todos, y especificar su lugar de una manera entendible para todos.”
- 3s “Seiso” (Limpieza): “Siempre limpiar y dejarlo limpio.”
- 4s “Seiketsu” (Limpieza estandarizada) : “Organizar, ordenar, y limpiar exhaustivamente.”
- 5s “Sitsuke” (Disciplina) : “Hacer el hábito de siempre llevar a cabo lo establecido de manera correcta.”

5

2. (1) Actividad de mejoramiento 5S

- 1) La actividad 5S es:
Establecer reglas en el lugar de trabajo y crear un ambiente laboral eficaz y seguro.
Los cinco conceptos que se deben llevar a cabo de manera íntegra en el lugar de trabajo son: “organización”, “orden”, “limpieza”, “limpieza estandarizada” y “disciplina”.
- 2) La actividad 5S es indispensable en el mejoramiento en todas las empresas.
El 5S constituye la base de la actividad de empresa como: mejoramiento de calidad, disminución de costo, mejoramiento de productividad, control de seguridad, entre otros. Por lo que se manifiesta efectivamente en cualquier giro industrial.
- 3) ¿Cuál es el propósito?
① Mejoramiento de la iniciativa en los empleados. ② Hacer favorable el trabajo en equipo.
③ Formación de liderazgo
- 4) Para arraigarse es fundamental la participación de todos.

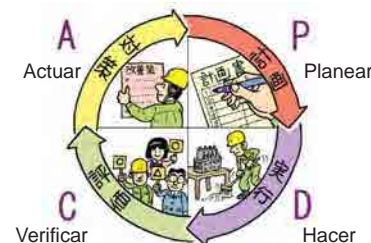


Figura-4 Ciclo de control

Plan: Planear.
Do: Hacer.
Check: Verificar.
Action: Actuar.

Safety association of construction & loading vehicles (SACL) (Asociación para la seguridad de vehículos de construcción y carga), "5S no katsudou" jissen guide, (Guía práctica de "actividad 5S").

6

2. (2) Implementación de 5S y 3 Tei

- Paso 1. Establecer el sistema de promoción.
- Paso 2. Precisar el lugar de trabajo destinado y la clasificación de cargos.
- Paso 3. Planteamiento del plan de promoción.
- Paso 4. Declaración del inicio de las actividades (“kick-off”).
- Paso 5. Educación de 5S y 3 Tei.
- Paso 6. Ejecución.
- Paso 7. Evaluación.

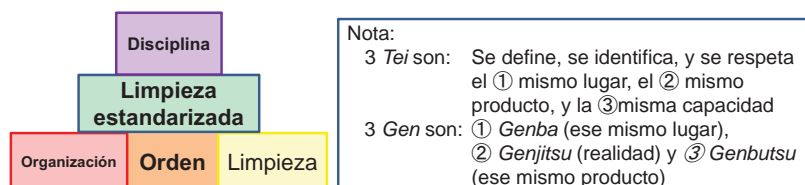


Figura-5. Categoría de 5S

7

2. (3) 5S prácticas

(Normas sencillas de la vida cotidiana)

1. **5S en la vida cotidiana**
 - ⊙ Siempre mantener limpio: uno mismo, ropa y equipos de protección.
 - ⊙ Organizar y ordenar: su propio escritorio de trabajo, lugar de trabajo y sus alrededores.
2. **No dejar las cosas en cualquier lugar.**
 - ⊙ Determinar el lugar donde se guardan los artículos y siempre dejarlos en el lugar determinado.
 - ⊙ No dejar las cosas en frente de: extinguidores, llave de agua para incendios, puerta de contrafuego, equipo de primeros auxilios o caja de interruptores.
 - ⊙ No obstruir con objetos: vías de evacuación, salidas de emergencia, escaleras o elevadores.
3. **Especificar dónde colocar artículos.**
 - ⊙ Indicar cómo y dónde colocar los objetos en el almacén y/o lugar de trabajo .
4. **Cómo dejar los objetos.**
 - ⊙ Separar objetos: “inflamables”, “peligrosos” y “frágiles”.



8

2. (4) Organización visualizada [“Estrategia Tarjeta Roja”]

Con el tiempo, junto con la suciedad se acumula el “muda”.

La “estrategia tarjeta roja” es: una técnica de organización que consiste en visualizar fácilmente todos los objetos innecesarios.

Se trata de hacer sobresaltar la “suciedad” del lugar de trabajo con la “tarjeta roja”.

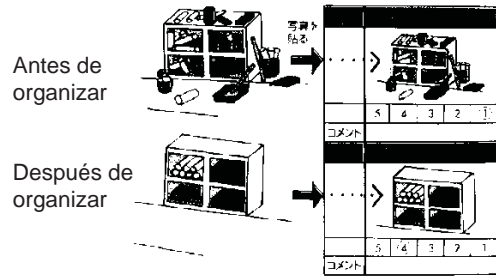


Figura-6. Técnica de foto en observación desde un punto fijo

Para poder fácilmente notar el proceso y resultado de la actividad de mejoramiento, crear una herramienta visual, tomando fotos en observación desde un punto fijo.

Okada Sadao, *Sagyou kaizen no hon (Libro para el mejoramiento de la operación)*, Editorial Business & Technology Daily News, p. 47, 2004.

9

2. (5) Orden visualizado [“estrategia kanban” (letrero)]

Se le llama “estrategia kanban” al estado ordenado visualizado.

Letrero del lugar de trabajo, letrero de donde se guardan las cosas y letrero de máquina.

Indicación del lugar de “posición” e indicación de número de posición. [Ejemplo: A22 (Colonia A, calle 2, número 2)]

Indicar en el estante los nombres de artículos que están allí, e indicar en cada artículo su nombre. Indicar la cantidad máxima y mínima de cada artículo.

Primera entrada y primera salida (“First in, First out”).



Figura-7. Indicación de 3 Tei con nombre de artículos y cantidad.

Figura – Método “FIFO” (Primera entrada y primera salida).

Hirano Hiroyuki, Furuya Makoto, *5S no hon (Libro de 5S)*, Editorial Business & Technology Daily News, p. 54-94, 2006.

10

2. (6) Orden visualizado de herramientas

Cambiar del control individual al control centralizado.

Tener control abierto visual y designar un lugar de depósito fácil de ver e identificar.

Dejar la herramienta en su lugar de uso, control en diferentes puntos y ponerla en línea.

Evitar desorden al dejar la herramienta sin guardar.

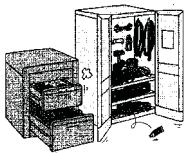


Figura-8. Control cerrado que no permite ver adentro.



Figura-10. Control en diferentes puntos: Herramientas para el cambio del molde colocadas en la máquina.

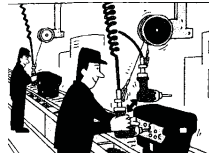


Figura-11. Control colgado del taladro eléctrico

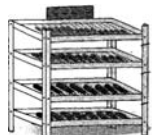


Figura-9. Control abierto de brocas en 3 Tei

Hirano Hiroyuki, Furuya Makoto, *5S no hon (Libro de 5S)*, Editorial Business & Technology Daily News, p. 54-94, 2006.

11

2. (7) Limpieza

El uniforme blanco hace notar anomalías en el lugar de trabajo.

La suciedad en el lugar de trabajo refleja las anomalías en el lugar de trabajo.

El criterio de suciedad tiene que ser visual.

1. Limpieza cotidiana: Decidir el: ① Objeto a limpiar, ② encargado de limpieza, ③ método de limpieza, finalmente, ④ preparar las herramientas de limpieza.
2. Inspección por medio de la limpieza: ① Integrar la inspección en la limpieza, ② determinar el método de inspección mediante la limpieza, y ③ ejecutar la inspección mediante la limpieza.
3. Mantenimiento de la limpieza: Desarrollar la inspección mediante la limpieza dentro de la actividad de mantenimiento.



12

2. (8) Limpieza estandarizada

1. Crear un mecanismo para mantener la limpieza estandarizada.
 - ① Cuando algo se ensucia, en ese momento limpiarlo inmediatamente.
 - ② Realizar la limpieza y almacenaje de herramientas, pensando en facilitar su uso a la próxima persona que las va a utilizar.
 - ③ Escoger la ropa para trabajar o uniforme, de acuerdo con los principios básicos de limpieza estandarizada y la seguridad.
2. 3S de prevención
 - ① "seiri" (organización) que no requiere deshacerse de lo innecesario, es un mecanismo que consiste en no generar objetos innecesarios.
 - ② "seiton" que no requiere ordenar, es un mecanismo que no requiere guardar las cosas.
 - ③ "seiso" que no requiere limpiar, es un mecanismo que no ensucia.



Figura-12. Limpiar sin ensuciar



Figura-13. Ordenar sin ensuciar

Colgar sin que los objetos rocen el piso

2. (9) Disciplina (convertirse en hábito)

Arraigar el 5S y convertirlo en hábito y promover la disciplina con un plan concreto.

- ① Establecer claramente las reglas y normas.
- ② Crear un ambiente y cultura organizacional que permita tener confianza y colaboración mutua.
- ③ Aclarar y estar conciente del área de responsabilidad de cada uno.
- ④ Considerar el proceso posterior como su cliente.
- ⑤ Conocer el estado de organización, orden, y limpieza, con el 5S visual.
- ⑥ Promocionarlo en toda la empresa (hacerlo en actividad anual y actividades concretas).



Actividad 5S

- Consciencia
- Objetivo
- Actividad
- Estar a la misma altura

2. (10) Efectos que trae el 5S

◎: Excelente, ○: Bien, △: Regular

"Seiri" (organización)	"Seiton" (orden)	"Seiso" (limpieza)	"Seiketsu" (limpieza estandarizada)	"Sitsuke" (Disciplina)	Efecto
○	◎	△	○	◎	Corresponde a la variedad de productos. Cero cambios
◎	○	△	○	◎	Hacer visibles los problemas. Cero inventario
◎	◎	○	◎	◎	Reducción de costo. Cero "muda"
○	◎	◎	◎	◎	Aseguramiento de la calidad. Cero defectos
	○	◎	◎	◎	Mantenimiento de la producción. Cero fallas
○	◎	○	○	◎	Reducción del tiempo de entrega. Cero paros
○	◎	◎	◎	◎	Primero la seguridad. Cero accidentes

3. Actividad de mejoramiento efectivo para la planta de inyección de plástico

- La actividad de mejoramiento para la planta de inyección de plástico es el 4M de la producción, con base en el 5S. Verificar el 3 Mu de: ① Material de moldeo, ② Máquina inyectora, ③ Molde, ④ Aparato periférico (secadora, termocontroladora de molde, entre otros), también el método ("Method") de operar que realiza el operador ("Man"). Particularmente es efectivo el método de "eliminación de Muda" que consiste en hacer patente el "muda" y eliminarlo completamente.
- El "control visualizado (visualización)" es un método de control de producción, que consiste en procurar compartir la información, al elevar la concientización de los operadores sobre la efectividad del mejoramiento, a través de hacer patente el "muda" y eliminarlo.
- Existen los "muda" que surgen durante la producción en la planta de inyección de plástico; como el "muda" causado por la falla en la máquina inyectora, el "muda" de la hora del cambio de molde, entre otros. Hay diferentes maneras efectivas de Kaizen para resolver el problema de muda como "TPM" y "SMED", entre otras. Aquí primero, empecemos con el "control visualizado (visualización)", y después sigamos con el curso sobre "eliminar el muda".

3. (1) El control visualizado es:

1) El cambio de ambiente administrativo y la necesidad de control visual

- ① Para reaccionar a la competencia intensa entre las empresas.
- ② Para corresponder a la demanda múltiple del aprovechamiento de fuerza laboral.
- ③ Para corresponder a la demanda de producir diversos productos en bajo volumen y con tiempo de entrega corta.

Es absolutamente necesario implementar y promover el control visualizado para obtener: la participación de todos, una labor sin errores, la satisfacción del cliente, además de poder trabajar aprovechando diversas fuerzas laborales.

2) Definición de control visualizado

“Es que todos los trabajadores en el lugar de trabajo puedan: visualizar el avance del trabajo, discernir de inmediato entre lo normal y lo anormal, y articular para tomar medidas.”

★ Si progresa:

“Para garantizar suficientemente el producto con calidad, barato, cumpliendo con el tiempo de entrega, el número necesario, con seguridad, poder trabajar todos con ganas y la ganancia en el lugar de trabajo; se tiene que proporcionar a todos la información necesaria, con iniciativa, comprender cada uno de los trabajos completamente y ejecutarlos con consentimiento.”

Versión Sociedad de investigadores QS Nagoya, *Me de miru kanri, (Control visualizado)*, p.10 -11, 1993, Asociación estándar de Japón (JSA).

17

3. (1)-① Objetivo y aplicación del control visualizado

Objetivo primordial: Asegurar y aumentar la ganancia estable a largo plazo y la ganancia máxima a corto plazo.

Objetivo inmediato	La relación con los diversos controles
① Mantener y elevar la calidad.	Control de calidad
② Mantener y mejorar el costo.	Control de costo
③ Respetar rigurosamente el tiempo de entrega, asegurar la cantidad, disminuir el tiempo de producción, y reducir y mantener el inventario.	
④ Asegurar y mejorar la seguridad, mantener y mejorar el ambiente	Control de seguridad y ambiente
⑤ Mantener y mejorar el 5S del lugar de trabajo y el trabajo en equipo	Control de 5S y administración laboral
⑥ Otros	Control de instalación Control de producto físico Control de operación Control de información
⑦ Asegurar y mejorar la ganancia en el lugar de trabajo	Control de ganancia

Objetivo directo = aplicación
① Hacer patente las anomalías y problemas
• Detectar en una etapa temprana y tomar medidas de inmediato
• Participación de todos y “ <i>San choku san gen</i> ” (principio de control de calidad) “Ir de inmediato al lugar de trabajo, ver directamente el objeto, y tomar medidas realistas de inmediato”.
• Perfección del mantenimiento
Comparar con el estándar
② Hacer patente el “muda”, “mura” y “muri”
Comparar con el estado ideal
③ Hacer eficiente el control
Eliminar y/o hacer eficiente las secciones indirectas
Reducción del ciclo de control
Fortalecer la comunicación

Versión Sociedad de investigadores QS Nagoya, *Me de miru kanri, (Control visualizado)*, p.16, 1993, Asociación estándar de Japón (JSA).

18

3. (1)-② Mejoramiento en la hoja de operación estándar

Hoja de operación estándar	Fecha de elaboración	Número de producto	Aprobado por:	Elaborado por:
	Día/mes/año	12345-oo	Tanaka	Ito
		Nombre de producto: o o	Día/mes/año	Día/mes/año
Operación de calafateo de bobina de solenoide				
Procedimiento	Punto de operación de control	Punto		
① Confirmar la bobina y el estuche	Confirmar con el letrero de cambio el número de la bobina, el número de estuche y el objeto.			
② Colocar la bobina	Colocar de forma segura hasta el fondo. (Tener cuidado con el deslizamiento de empaque)			
③ Colocar la pieza	Colocar de forma segura en el “fixture”. (Si se inclina la pieza es peligroso)			
④ Arranque automático	Revisión de la forma punzada. (afecta a la intensidad de calafateo). (Revisar la calidad de 1 de cada 30 productos)			
⑤ Colocar la arandela de baqueta	Meter y empujarlo hasta el fondo de cada cuatro esquinas de la bobina. (Que no estén rotos o quebrados la bobina y/o la arandela de baqueta)			
⑥ Dejarlo en la banda transportadora	Poner la terminal B, de lado izquierdo, y luego dejar correr en la parte central de la banda transportadora.			
⑦ Colocar la terminal M	Confirmar la dirección del ojo, y que la dirección del buje sea horizontal. (No dejar caer ningún objeto dentro de la sala de contacto)			
⑧ Encajar el “o ring”	Insertarlo en la parte central de la tuerca. (En caso de 59A, no tocar la su grasa)			
⑨ Repetir	Repetir del ② al ⑧.			
Precauciones:	Usar el guante deslizable, y no tocar directamente con las manos. Deshacer las piezas caídas. (Depositar en la caja amarilla). Cerrar la caja de piezas, y el producto después de terminar la operación. Si hay retraso, detener la banda transportadora. Hacer la revisión de dispositivo de seguridad con rayo de luz.			
Seguridad				

Antes del mejoramiento

Después del mejoramiento

19

3. (1)-③ Ejemplo de prueba funcional del producto inyectado



Está revisando visualmente

Control visualizado: Hoja de operación estándar

Producto no revisado

Avisan el aprobado o rechazado del producto por medio de LED y alarma. (“pokoyoke”)

Foto-1. Aparato de prueba funcional para el moldeo con inserto

20

3. (1)-④ Ejemplo de exhibición de muestras límite del producto aceptable en la mesa de trabajo



Exhibición de lista de productos oldeados

Caja para depositar lo distinguido como producto defectuoso (caja roja).

Foto-2. Ejemplo de exhibición de producto bueno y defectuoso de la pieza de moldeo vertical y moldeo insertado.

Exhibición de la Muestras límites del producto aceptable.



Foto-3. Proceso de moldeo vertical y moldeo insertado.

21

3. (2) Eliminación de “muda”

La fuente para generar ganancia es la “eliminación de muda”, en el lugar de la producción.

Es necesario eliminar completamente y continuamente el “muda” y la pérdida en el lugar de trabajo, además es importante hacer circular el ciclo de mejoramiento.

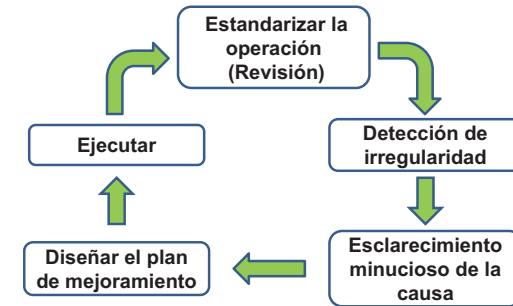


Figura-14. Hacer circular el ciclo de mejoramiento

22

3. (2)-① ¿Qué es “Muda”?

Se refiere a lo que no sirve dentro del trabajo. Corresponde a lo que no genera valor agregado en la producción o en el tiempo, y/o consume excesivamente materiales y/o número de proceso.

(1) El contenido de la operación en el lugar de trabajo

El movimiento de un día del trabajador se divide en tres:

- ① **Operación neta:** Es la operación que hace incrementar el valor agregado, corresponde a la manufactura de piezas.
- ② **Operación incidental:** Es la operación sin valor agregado, sin embargo es lo que se debe hacer por la condición de la operación actual. Cambiar la preparación y/o ir por las piezas.
- ③ **Operación con “muda”:** El movimiento de las personas y la instalación que no genera valor agregado.

(2) Ejemplos de varios tipos de “muda”.

- ① “Muda” de tiempo (número de operación): Falta de pieza, búsqueda, doble trabajo de transporte, quitar rebaba, revisión excesiva, entre otros.
- ② “Muda” en el flujo de proceso: “muda” en todo el flujo, “muda” en la manufactura en sí, “muda” de revisión, “muda” de transportación, y como “muda” de paro; compra excesiva de material, acumulación del producto intermedio, la pérdida por exceso y deterioro por estancamiento a largo plazo de inventario de productos, entre otros.
- ③ “Muda” en el uso de instalación:

23

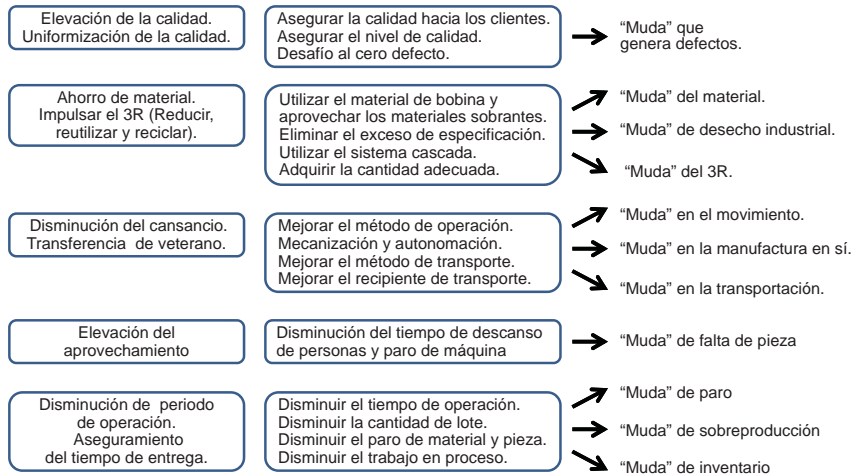
3. (2)-② “Muda” en el movimiento del operador



Figura-15. “Muda” en el movimiento del operador

24

3. (2)-③ Ejemplos de la revisión general del “muda” en el lugar de trabajo



Okada Sadao, *Sagyou kaizen no hon (Libro para el mejoramiento de la operación)*, Editorial Business & Technology Daily News, p68, 2004.

3. (2)-④ 7 “Muda” (categorización TPS)

Los 7 “Muda”	Contenido
① “Muda” de sobre producción. ①, ②, ④, ⑤	Ocurre por avanzar demasiado el trabajo, gente excesiva, consumir la materia prima antes de lo programado, entre otras.
② “Muda” de falta de pieza. ②, ④, ⑤	Estar en estado de sólo ver la máquina automática, no poder operar por falla de una máquina, y en espera de operación por falta y/o espera de piezas.
③ “Muda” en el transporte. ①, ②, ④, ⑤	Tiempo de transportación más de lo necesario, depósito temporal en el proceso, doble trabajo, transportar las piezas cambiando de recipiente.
④ “Muda” en la manufactura en sí. ②, ④, ⑤	No se puede manufacturar a velocidad ideal por la inestabilidad del estado de operación, o por la inexperiencia del operador.
⑤ “Muda” en el inventario. ①, ②, ④, ⑤	Por gasto de control de inventario como gasto de almacén, gasto de transporte, gasto de control, entre otras, y/o por pérdida causada por deterioro, como oxidación, entre otras.
⑥ “Muda” en el movimiento. ②, ④, ⑤	Pérdida por caminar para tomar y dejar el material y/o fixture, por operar en postura incómoda y error de juicio.
⑦ “Muda” que genera defectos. ②, ⑤	“Muda” de material, pieza o número de proceso, por surgir defectivo.

Nota: “Muda” se refiere: “Al fenómeno y/o resultado que no incrementa el valor agregado.”

Método para hacer patente: “1”JIT” (Just in time), ② Autonomación, ③ Operación estándar, ④ Hacer fluir la operación, y ⑤ Control visualizado.

Círculo para pensar el sistema de producción Toyota, *Toyota seisan houshiki (Sistema de producción Toyota)*, Editorial Business & Technology Daily News, p. 91, 2004.

3. (2)-⑤ Mejoramiento para la eliminación de 7 “muda” y su punto clave

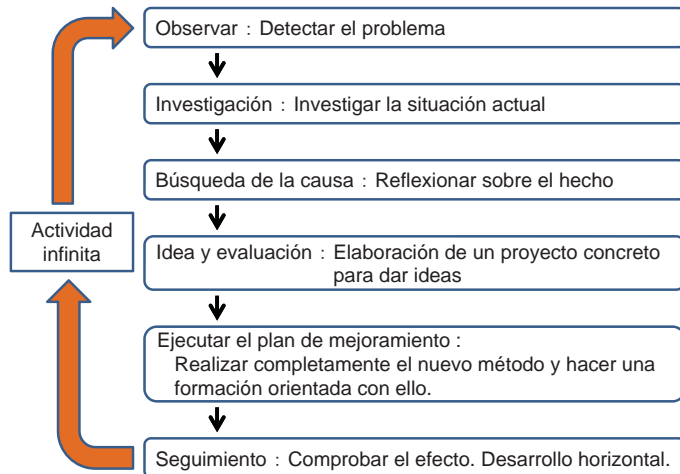
Mejoramiento para eliminar el “muda”	Punto clave
Redistribución de la operación.	En la redistribución, precisar el momento sin operación. La cantidad de labor repartida imparcialmente oculta el “muda”.
Mejoramiento de operación y mejoramiento de la instalación	Para fabricar productos con la propia manera de cada empresa, se empieza con la repetición de mejoramiento de operación. El mejoramiento por inversión de instalación es temporal, sin embargo el mejoramiento de la operación es infinito.
Tomar medidas ante las anomalías con el control visualizado	Mantener la condición en que se sabe si es normal o anormal, viéndolo quienquiera que sea. Lo esencial y lo básico es organización y ordenación, control de diferencia de producción y publicación de la información.
Tabla de control de cada tipo	El objetivo de la herramienta de control es reunir datos para el mejoramiento. Es importante establecer una herramienta de control de acuerdo al lugar de trabajo de la empresa.
Eliminar el tiempo de búsqueda “Seiri y seiton”	Es “muda” ir a buscar en todas las partes, por lo tanto organizar y ordenar es la base de 5S. Control estratificado de acuerdo con la necesidad.
Limpieza con revisión en lugar de limpieza ambiental	Cuidar y proteger uno mismo de la máquina que se encarga. La revisión es para detectar fallas. La “información: ¿es un poco raro?” es valiosa.
De encargarse de varias máquinas a encargarse de varios procesos	Es el medio decisivo de la nivelación de producción del tiempo de tacto y multifuncionalidad del trabajador. Evitar la sobreproducción de trabajo de proceso.
Un layout fluido y flexible	Modificar el flujo de la persona, cosa e información. Hacer un “plan layout” de acuerdo con el principio básico.
Arraigo del mejoramiento	Hacer circular el ciclo de mejoramiento. El primer gran paso para el mejoramiento es la estandarización. Perfeccionar la sensibilidad para captar las anomalías.

3. (2) -⑥ Método para promover la actividad de mejoramiento

Nombre de la actividad	Objetivo	Característica	Área
Propuesta para el mejoramiento (sistema de propuesta)	Actividad de mejoramiento laboral, cercano al lugar de trabajo. Reflejar la opinión de los empleados en la administración.	Se puede esforzar y dedicar una o todas las personas. Es de fácil esfuerzo y dedicación. No se fija una fecha límite.	Todos. Toda la sección.
TQM Control de calidad general	Mejoramiento laboral centralizado en la calidad. Control de calidad, control de producción y control de costo. Proyecto del producto, diseño, compra y venta.	Control de línea de dirección y control cotidiano. Activar el lugar de trabajo (actividad de círculo QC). Relativamente es fácil de esforzar y dedicar.	Todos. Toda la sección.
TPM Mantenimiento de la instalación con la participación de todos.	Tener eficiencia general en la instalación. Mejoramiento del sistema total de mantenimiento de producción.	Mantenimiento de la instalación con la participación de todos. Elevación del porcentaje de movimiento en la instalación. Formar personas hábiles para la instalación.	Plan de instalación. Fabricación. Sección de mantenimiento.
VA/VE Análisis de valor. Valor de ingeniería	Método para obtener la función necesaria del producto con el costo más bajo. Reducción de costo de diseño, producción y sistema.	Regla de disminución de costo en la etapa de desarrollo y/o producción masiva. Comprender al producto por su función u objetivo.	Diseño. Abastecimiento. Sección de producción.
IE Ingeniería en producción	Diseñar de acuerdo con el tipo de economía, un sistema de producción constituido por: persona, cosa e instalación, y pronosticar el resultado.	Análisis de proceso, análisis de movimiento, análisis del uso, análisis de transportación, análisis de colocación, y balance de línea. Además de teórico, tiene que ser técnico.	Principalmente la sección de producción.
TPS Sistema de producción Toyota	“JIT” (Just in time). Autonomación (automatización con elemento humano). Eliminación completa de “muda”.	Reforma productiva. Racionalización completa de concepto y método. “top down” (Indicación de los superiores) y “bottom up” (Opinión de los empleados)	Desarrollar en toda la empresa

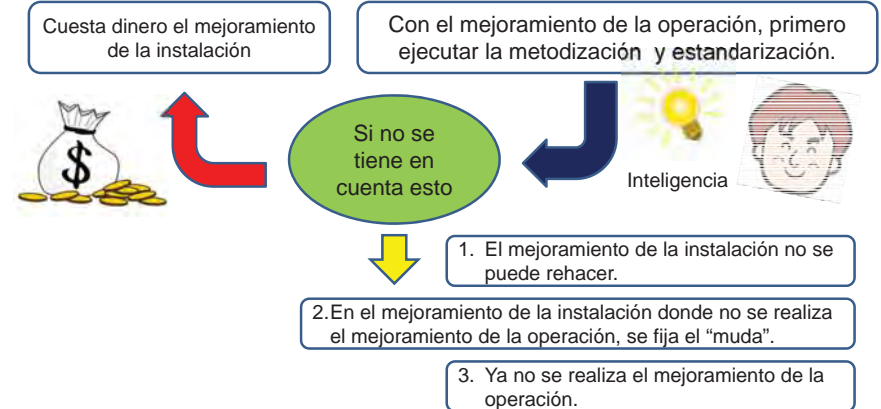
Okada Sadao, *Sagyou kaizen no hon (Libro para el mejoramiento de la operación)*, Editorial Business & Technology Daily News, p. 74, 2004.

3. (2)-7 Pasos para el mejoramiento



Okada Sadao, *Sagyou kaizen no hon (Libro para el mejoramiento de la operación)*, Editorial Business & Technology Daily News, p. 111, 2004.

3. (2)-8 Del mejoramiento de la operación al mejoramiento de la instalación



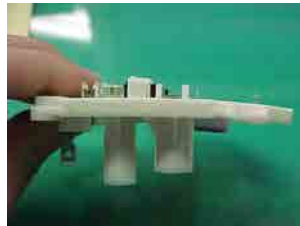
Okada Sadao, *Sagyou kaizen no hon (Libro para el mejoramiento de la operación)*, Editorial Business & Technology Daily News, p. 111, 2004.12

A-413

3. (2) 9 Inspección visual de producto moldeado por inserto y empaque



Defecto de pandeo (Defecto de desajuste)



Después del moldeo y la eyección

Hoja de inspección estándar visualizada
Facilita detectar el producto que rebasa el límite

Foto-4. Inspección visual del producto moldeado y célula de empaque para detectar defectos de pandeo.

3. (2)-10 Inspección visual después de eliminar el "muda"



Hoja de inspección estándar visualizado
Fácil de tomar (Eliminación de cambio de fila o posición)



Moldeo

Foto-5. Inspección visualizada después de quitar el "muda".
Cubriendo el producto no inspeccionado (Eliminación de "muda" de transporte).

M7 Gestión de calidad del producto y la administración de producción

M7-7 Método del mejoramiento del cambio de molde (SMED)

Para el moldeo por inyección, la eficiencia de los trabajos preparativos de moldes, principalmente los de cambios de moldes, influye en la productividad de los equipos. En este curso aprenderemos acerca del SMED que es el método útil para avanzar en mejoras de trabajos preparativos de moldes.

29,30/5/2012

Contenido del Curso

1. **Productividad de los equipos**
 - 1.1 Productividad y los trabajos preparativos de cambios
 - 1.2 Sobre Eficiencia General de Equipos (OEE)
 - 1.3 Moldeo por inyección y las 7 pérdidas principales
2. **Trabajos preparativos de cambios**
 - 2.1 ¿Qué son “trabajos preparativos de cambios”?
 - 2.2 Operaciones que componen trabajos preparativos de cambios
 - 2.3 Clasificaciones de los trabajos preparativos de cambios
 - 2.4 ¿Qué son trabajos preparativos internos?
 - 2.5 ¿Qué son trabajos preparativos externos?
3. **Single Minute Exchange of Die (SMED)**
 - 3.1 ¿Qué es SMED?
 - 3.2 El método SMED
 - 3.3 Pasos concretos para implementar el SMED
 - 3.4 Identificación de la situación actual y análisis
 - 3.5 Puntos clave para los mejoramientos en trabajos preparativos de cambios
 - 3.6 Ejemplos técnicos de mejoramiento en trabajos preparativos de cambio
 - 3.7 Ejemplos de dispositivos para mejorar la eficiencia

1. Productividad de los equipos

Productividad y Cambio de Moldes ①

■ ¿Qué es productividad?

- Productividad
= Producción(Output) / Recursos invertidos(Input)
- Productividad laboral
= (Producción total / Recursos invertidos de horas hombres) × 100 (%)
= (Productos buenos / Recursos invertidos de horas hombre) × 100 (%)
- Productividad de equipos
= (Tiempo de producción / Tiempo invertido) × 100 (%)
= (Tiempo disponible con valor / Tiempo invertido) × 100 (%)

1. Productividad de los equipos

Productividad y Cambio de Moldes ②

■ Tiempo disponible de equipos y horas muertas:

Tiempo de operación		
Tiempo de carga (Tiempo disponible efectivo)		Pérdidas por SD (paros programados)
Tiempo disponible real		Pérdidas por paros no programados
Tiempo disponible neto		Pérdidas por desempeño
Tiempo disponible con valor	Pérdidas por defectos	

- Tiempo de carga : Tiempo asignado para la producción
 Pérdida por SD(Shut-down): Tiempo nulo (sin carga/esperas/Mtto. Periódico/juntas matutinas, etc.)
Pérdida por paros no programados: Tiempo muerto por; fallas/ **cambios de moldes/ajustes**/fallas en moldes
 Pérdida por desempeño: Tiempo de retrasos en comparación con el tiempo ciclo estándar o tiempo consumido por paros menores.
 Pérdida por defectos: Tiempo consumido en producción de productos defectuosos o retrabajos.

1. Productividad de los equipos

Indicadores para la productividad de equipos

- Indicador efectivo de la productividad de equipos :
Eficiencia General de Equipos (OEE) :
(Indicador general de productividad de equipos que representa, si los equipos de producción están siendo utilizados eficazmente)
- Cálculo para la Eficiencia General de Equipos (OEE) :
Eficiencia General de Equipos (OEE) =
Disponibilidad del equipo (EA) × índice de desempeño (PR)
× índice de calidad (QR)

OEE: Eficiencia General de Equipos (*Overall Equipment Effectiveness*)
EA : Disponibilidad de equipos
PR: Índice de desempeño
QR: Índice de calidad

5

1. Productividad de los equipos

Procedimiento para el cálculo de la Eficiencia General de Equipos

- Calcular disponibilidad de equipos (EA) :
 $EA = \frac{((\text{Tiempo de carga} - \text{tiempo de paros no programados}) / \text{Tiempo de carga}) \times 100}{(\%)} \quad \text{EA}$
- Calcular el índice de desempeño (PR) :
 $PR = \frac{((\text{Tiempo ciclo estándar} \times \text{vol. Procesado}) / \text{Tiempo disponible real}) \times 100}{(\%)} \quad \text{PR}$
- Calcular el índice de calidad :
 $QR = \frac{((\text{vol. procesado} - \text{defectuosos}) / \text{vol. procesado}) \times 100}{(\%)} \quad \text{QR}$
- Calcular la Eficiencia General de Equipos (OEE) :
 $OEE = EA \times PR \times QR \quad (\%)$

6

1. Productividad de los equipos

Ejemplo del cálculo de la Eficiencia General de Equipos (OEE)

- Tiempo de operación del día : 480min. (60min. × 8hrs.)
- Calcular disponibilidad de equipos (EA) :
 $EA = \frac{((460\text{min} - 60\text{min}) / 460\text{min}) \times 100}{(\%)} = 87 \quad (\%)$
- Calcular el índice de desempeño (PR) :
 $PR = \frac{((0.5\text{min} \times 400\text{pzs}) / 400\text{min}) \times 100}{(\%)} = 50 \quad (\%)$
- Calcular el índice de calidad (QR) :
 $QR = \frac{((400\text{pzs} - 8\text{pzs}) / 400\text{pzs}) \times 100}{(\%)} = 98 \quad (\%)$
- Calcular la eficiencia general de equipos (OEE) :
 $OEE = 0.87 \times 0.5 \times 0.98 = 42.6 \quad (\%)$

7

1. Productividad de los equipos

Mejoras en la eficiencia general de equipos (OEE) y las 7 grandes pérdidas

- Mejora en la eficiencia general de equipos :
⇒ Aumento de los valores de EA, PR, QR
⇒ Reducción de las 7 grandes pérdidas
(Pérdidas por paros no programados)
- ① Pérdidas por fallas de equipos
 - ② Pérdidas por cambios/ajustes
 - ③ Pérdidas por herramientas
 - ④ Pérdida de arranque (Pérdidas por desempeño)
 - ⑤ Pérdidas por paros menores/mov. en vacío
 - ⑥ Pérdida por baja velocidad (Pérdidas por defectos)
 - ⑦ Pérdidas por defectos/retrabajos

8

1. Productividad de los equipos

Inyección de plástico y sus 7 grandes pérdidas

■ Pérdida por cambios de molde/ajustes

En inyección de plástico impactan mayormente las pérdidas por cambio de moldes y sus ajustes. Especialmente en producción de vol. pequeños con amplia variedad de productos o en producción JIT de lotes pequeños será decisivo minimizar estas pérdidas para su eficacia.

■ Pérdida por herramientas

En inyección de plástico, la pérdida de tiempo por problemas de moldes o la pérdida de materiales corresponden a esta pérdida. Es crucial un mantenimiento preventivo de moldes.

■ Otras pérdidas

Otros tipos de pérdidas están también relacionadas en su mayoría con los moldes.

9

2. Preparación

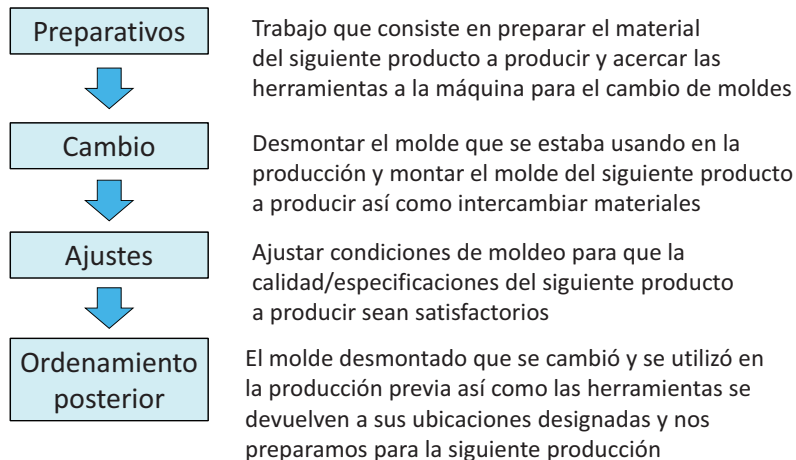
¿Qué son trabajos preparativos del cambio de molde?

- En general los trabajos preparativos del cambio de molde significan decidir un procedimiento o método antes de iniciar algo.
- Definición de “los trabajos preparativos del cambio de molde” en las actividades de producción: Se refieren a una serie de operaciones o un método que implica un cambio de producción, desde los preparativos hasta la limpieza final para poder producir desde un producto actual hasta el siguiente producto (de calidad adecuada).

10

2. Preparación

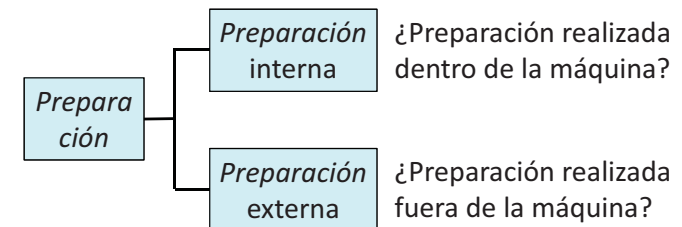
Operaciones que componen los trabajos preparativos del cambio de molde



11

2. Preparación

Clasificaciones de los trabajos preparativos del cambio de molde



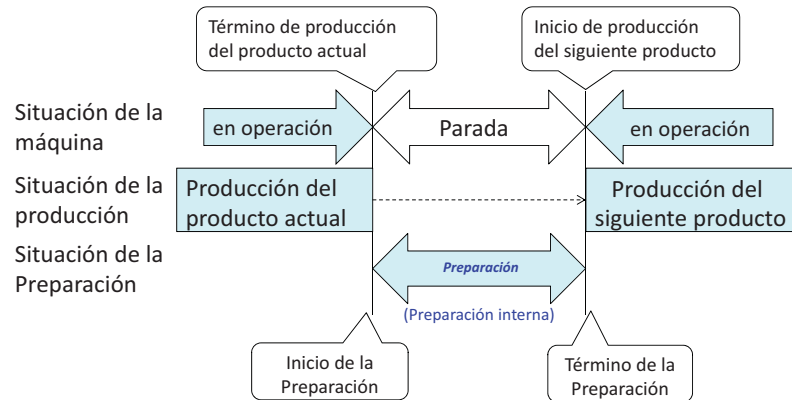
- ✘ Separar las actividades “Preparación” en interna y externa es la clave para el tema posterior de SMED.

12

2. Preparación

Concepto de la “Preparación Interna”

Preparación interna: actividades realizadas mientras la máquina o la línea de producción están **paradas**.

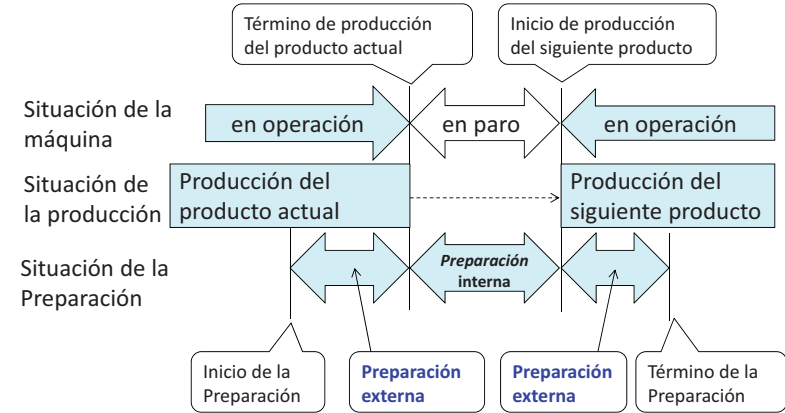


13

2. Preparación

Concepto de “Preparación externa”

Preparación externa: actividades realizadas **sin parar** la máquina o la línea de producción



14

A-417

3. SMED

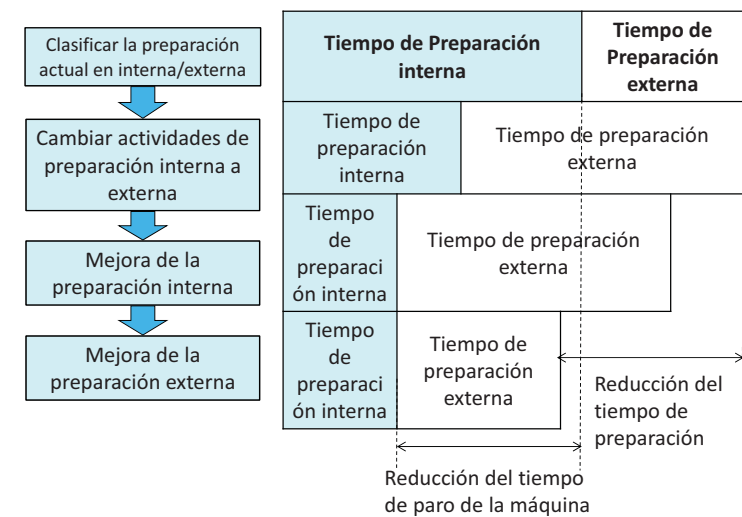
¿Qué es Single Minute Exchange of Die (SMED)?

- “Cambio de herramienta en un solo dígito de minutos (SMED: Single Minute Exchange of Die)”, no se refiere a que se deba cambiar el molde en un minuto. Sino que se refiere a un método en donde se realizan todas las actividades de preparación, incluyendo el cambio de moldes en menos de 10 minutos (o sea, un dígito de minuto).
- Fue propuesto por Shigeo Shingo de Japón en la década de los 50 y se comprobó por Toyota y varias otras empresas que utilizando este método se logró realizar la preparación en un dígito de minutos (*single minute*).

15

3. SMED

El método del SMED



16

3. SMED

Procedimientos concretos para implementar SMED

➤ Procedimiento para la reducción del tiempo de preparación del cambio de moldes

No	Conceptos	Contenido
1	Identificación y análisis de la situación actual	Registrar la situación de los trabajos preparativos del cambio de moldes actual con videos o cronómetros para conocer la realidad y realizar un análisis.
2	Establecer el objetivo	Se debe establecer el tiempo objetivo como la mitad del tiempo actual.
3	Análisis de propuestas de mejora	Ordenar el resultado del análisis y proponer mejoras.
4	Eliminación de desperdicios	Eliminar minuciosamente los desperdicios (en particular lo referente a la búsqueda y transporte).
5	Clasificación de trabajos preparativos y reconstitución	Cambiar actividades internas a externas.
6	Reducción del tiempo de preparación interna	Mejorar la preparación interna para reducir el tiempo de paro de la máquina.
7	Reducción del tiempo de preparación externa	Mejorar la preparación externa para reducir el tiempo general de todo el proceso.
8	Comprobar efectividad	Confirmar el resultado con respecto al objetivo inicial.

17

A-418

3. SMED (Identificación y análisis de la situación actual)

Claves para observación (filmación)

- Solicitar la colaboración de los operadores ⇒ Explicar el propósito y pedir que trabajen con el mismo método y secuencia de siempre.
- Introducir la hora y el tiempo transcurridos en la pantalla de grabación.
- Aprovechar la grabación de voz para las observaciones.
- Seguir el movimiento del operador. ⇒ Acompañar para filmar.
- Filmar las manos del operador. ⇒ No filmar la espalda.
- No estorbar al operador. ⇒ No acercarse demasiado.
- Si es trabajo de dos operadores, se debe posicionar en un lugar para filmar a los dos al mismo tiempo.



Fuente: Autor-Sadao Okada, "Progresando en visualización para el control de planta II", Edit. Nikkan Kougyo Shinbun 18

3. SMED (Identificación y análisis de la situación actual)

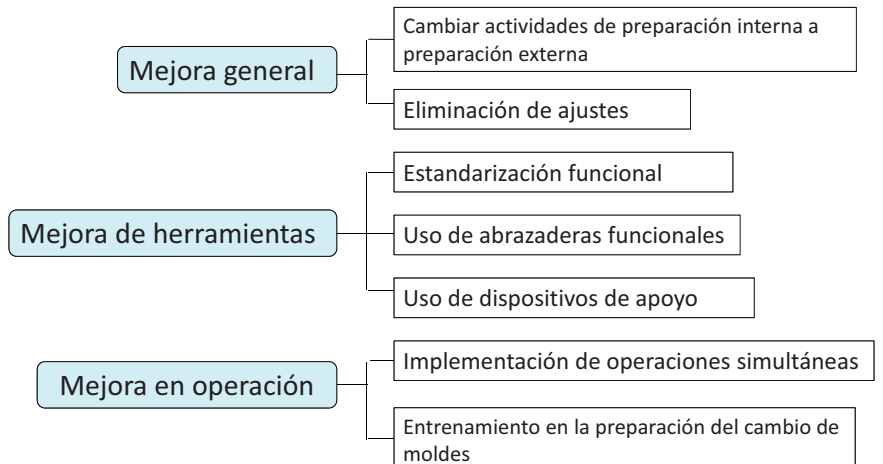
Ejemplo de un registro de observación de la preparación del cambio de moldes

No	Operación desglosada	Tiempo observado	Tiempo neto	clasificación			Observaciones de mejora
				Interna	externa	desperdicio	
1	Parar el termocontrolador del molde	10	5	○			
2	Desconectar mangueras del termocontrolador	480	240	○		○	Cierre de tornillo para conector
3	Sopletear agua dentro del molde	360	150	○		○	Eliminar desperdicio de búsqueda
4	Abrir PL del molde	20	10	○			
5	Limpiar la superficie PL y aplicar antioxidante	400	180	○		○	Eliminar desperdicio de búsqueda
6	Cerrar el molde	30	10	○			
7	Apagar el motor de la inyectora	10	5	○			
8	Colocar cáncamo y seguro de sujeción	300	210	○		○	Eliminar desperdicio de búsqueda

19

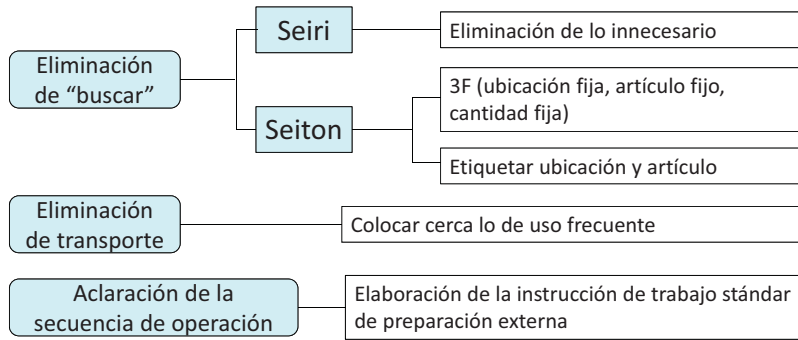
3. SMED

Claves para mejorar la preparación interna



20

Claves para mejorar la preparación externa



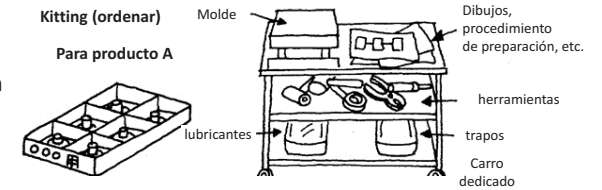
Ejemplos técnicos de mejoras en la preparación del cambio de moldes

➤ Mejora en la eliminación de desperdicios en la preparación

- Eliminación de la búsqueda



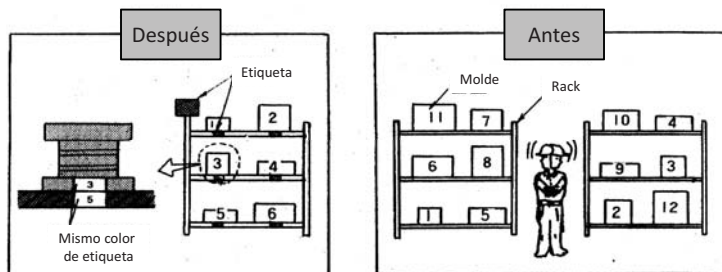
- Eliminación de la falta de preparación



Ejemplos técnicos de mejoras en la preparación del cambio de moldes

➤ Mejora en la eliminación de desperdicios en la preparación

- Eliminación de la búsqueda (ejemplo de mejora del depósito de moldes)



Ejemplos técnicos de mejoras en la preparación del cambio de moldes

➤ Mejora en la eliminación de desperdicios en la preparación

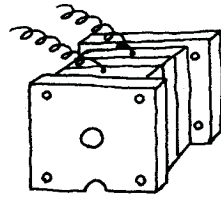
- Eliminación de los desperdicios de las fallas



※ Se puede generar doble desperdicio en la preparación, si se descuida la inspección funcional cuando hacen pruebas de moldeo al detectar fallas en la reparación del molde.

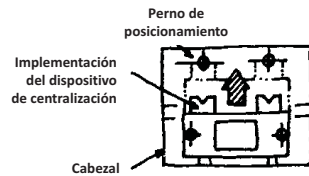
Ejemplos técnicos de mejoras en la preparación del cambio de moldes

- Preparación previa (Cambiar actividades de preparación interna a la externa)



Precalentar con calentador (moldes para inyección o para hule)

- Uso de dispositivos de apoyo (Cambiar actividades de preparación interna a la externa)

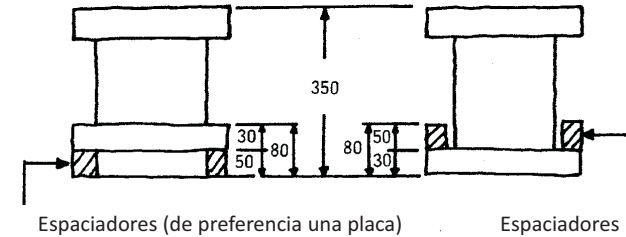


Perno de posicionamiento
Implementación del dispositivo de centralización
Cabezal

Ejemplos técnicos de mejoras en la preparación del cambio de moldes

- Estandarización funcional

- Unificar el espesor de los moldes
- Unificar las medidas de la tornillería

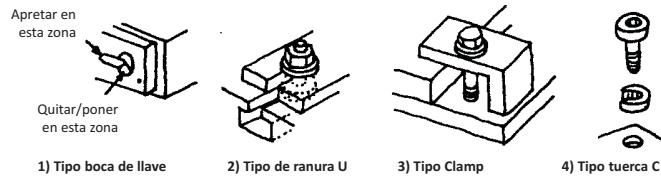


Espaciadores (de preferencia una placa)

Espaciadores

Ejemplos técnicos de mejoras en la preparación del cambio de moldes

- Tornillería funcional (simplificación de la tornillería)



- ※ Si se utilizan llaves dinamométricas para atornillar con motor o de aire, se puede mejorar enormemente el tiempo de preparación interna.



Tensor neumático

Fuente: Sitio web de Prado Japan

Ejemplos técnicos de mejoras en la preparación del cambio de moldes

- Operación simultánea (colaboración entre dos operadores)



- ※ Lo más importante de una colaboración entre dos personas es avisar en voz alta para confirmar su seguridad.

Ejemplos técnicos de mejoras en la preparación del cambio de moldes

➤ Eliminación de ajustes

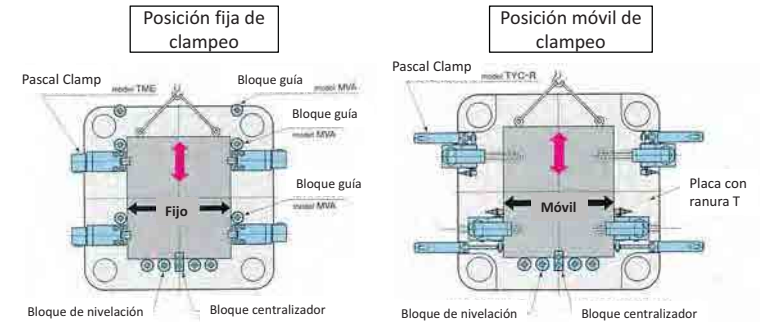
- Premisas para montar el molde como en el diagrama derecho
 - Unificar el espesor de los moldes
 - Unificar las medidas de los barrenos para montar los moldes.



Fuente: Autor-Sadao Okada, Progresando en visualización para el control de planta II, Edit. Nikkan Kougyo Shinbun

Ejemplos de dispositivos para mejorar el desempeño

➤ Dispositivo de clameo para moldes (hidráulicos/neumáticos)



Fuente: Aioi Seiki Corp., catálogo de Pascal System

Ejemplos de dispositivos para mejorar el desempeño

➤ Dispositivo de clamp magnético



Fuente: Catálogo de Tenomagnet Corp.

Ejemplos de dispositivos para mejorar el desempeño

➤ Dispositivo para cambio de molde sin grúa



Fuente: Aioi Seiki Corp., Catálogo de Pascal mold changer

M8 Defectos de moldeo por inyección y ajuste de condiciones de operación

Módulo M8-1
M8-2
M8-3
M8-4
M8-5

- M8-1** Defectos de moldeo relacionados con los parámetros de secado de los materiales
- M8-2** Defectos de moldeo relacionados con los parámetros de plastificación
- M8-3** Defectos de moldeo relacionados con los parámetros de moldeo por inyección
- M8-4** Defectos de moldeo relacionados con los parámetros de mantenimiento de presión
- M8-5** Defectos de moldeo relacionados con el botado de los productos

24/Junio/2013

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

1

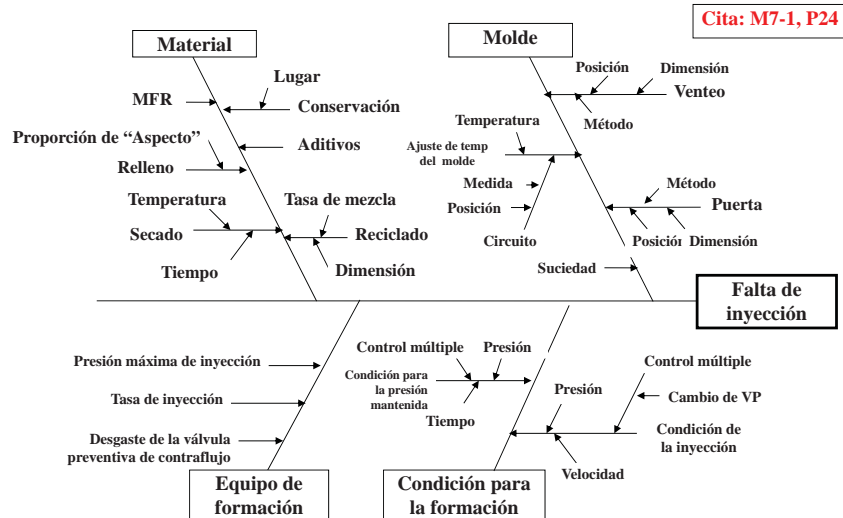
Defectos de moldeo por inyección y ajustes de las condiciones de moldeo

- Existen varios factores que son posibles causas de los defectos de moldeo generados en el proceso de moldeo. Se pueden clasificar estos factores en 4 grupos: **equipos de moldeo, molde, material y condiciones de moldeo.**
- En la siguiente lámina se muestra un ejemplo del diagrama de causa y efecto sobre el defecto llamado incompleto (*short shot*), pero se puede decir que los factores **están enredados**, por lo que en muchos casos es difícil resolver el problema tomando una sola medida para obtener una pieza satisfactoria.

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

2

Diagrama de causa y efecto -5



3

Métodos para identificar las causas de los defectos

1. Revisar el proceso de generación del defecto de moldeo.

Verificar cómo fluye el material en el molde y el proceso de generarse el defecto mediante la técnica de inyectar de manera incompleta. (Procesos de llenado y de sostenimiento de presión)

2. Revisar cambios en los defectos de moldeo.

Observar cómo se genera un defecto al modificar drásticamente los parámetros generales de moldeo tales como la velocidad y la presión de inyección.

3. Observar la situación de plastificación de la resina mediante el trabajo de purgado. (Generación de defectos causados por falta de secado y defectos de quemado)

4. Analizar las medidas para resolver los defectos desde los puntos de vista del molde, la máquina inyectora, los equipos accesorios y el material.

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

4

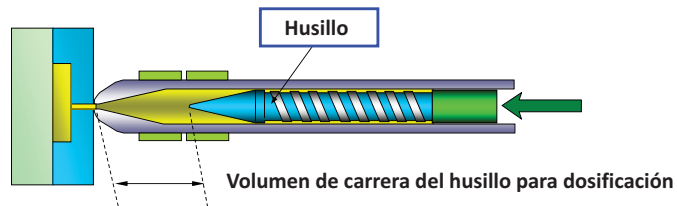
Métodos para identificar las causas de los defectos de moldeo:

1. Revisión mediante la técnica de inyectar de manera incompleta

Identificar el lugar donde se genera el defecto mediante la técnica de ir aumentando la carrera de dosificación paulatinamente, iniciando con la pieza incompleta.



Incompleto: Grande Mediano Poco Completo



Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

5

Métodos para identificar las causas de los defectos de moldeo:

2. Cambio de los parámetros de moldeo

Cita: M5-2, p4

Temperatura	Tiempo	Presión	Velocidad	Posición • Cantidad
-------------	--------	---------	-----------	---------------------

Botón para seleccionar la pantalla de los parámetros principales

Velocidad de inyección

Valor de dosificación SM

Presión de inyección

Presión sostenida

SD

Número de revoluciones del husillo

Pantalla de configuración de los datos de 1V2P

Posición de V/P

Contrapresión

NISSEI Escuela Texto

Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección

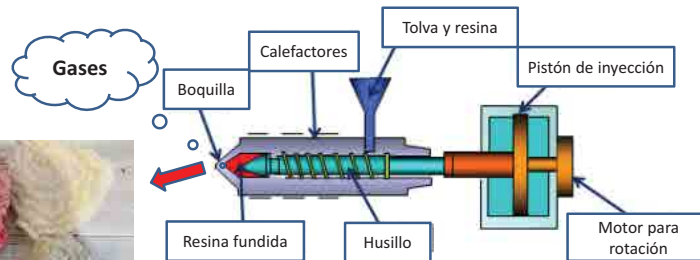
6

A-423

Métodos para identificar las causas de los defectos de moldeo:

3. Observar el estatus de plastificación de la resina mediante el trabajo de purgado

- Observar cómo se generan gases y el estado de la resina.
- Observar si hay burbujas desde el inicio o si se generaron burbujas en el proceso.



Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

7

M8-1 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones del secado del material -1

- ¿Por qué es necesario secar la resina?
Cuando hace falta el secado, la humedad contenida en la resina causa la generación de burbujas, apareciendo una huella de flujo como rayas plateadas en la superficie del producto.
- **[Resinas higroscópicas]** PA, PC y PET son representativos.
- **[Resinas no higroscópicas]** PE, PP y PVC son representativos.
- Diámetro del tubo capilar formado en el interior de la resina y el tamaño de la molécula de agua.

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

8

M8-1 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones del secado del material - 2

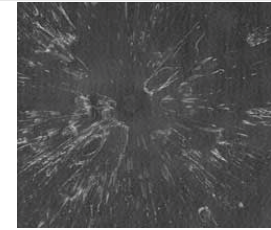
- Normalmente el secado de la resina es controlado por los factores de la temperatura X el tiempo, por lo que se tiende a creer que al pasar el tiempo ya estaría seca la resina.
- En caso del secador con sistema de aire caliente, el estado del aire ambiental va en proporción con la capacidad de secado. (Ejemplo: ropa lavada, buen tiempo, lluvia)
- Desarrollo del secador * Secador con sistema de aire caliente → Deshumidificador → Secador al vacío → Secador de nitrógeno
- Atrás del desarrollo del secador, está el desarrollo de la resina (materia prima).

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

9

M8-1 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones del secado del material - 3

Rayas plateadas (*silver streak*) (Falta de secado)



Características	Son largas como mimbres. Se presentan inmediatamente después de pasar el <i>gate</i> y se extienden a toda el área del producto.
Causas	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura y tiempo inadecuados del secado. • El volumen del aire caliente del secador es escaso. • El filtro de aire está saturado. • La capacidad? de la tolva inadecuada (el tiempo de secado es corto.) • Mal funcionamiento del controlador de temperatura
Medidas a tomar	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar y adecuar las condiciones del secado. • Ajustar el volumen del aire caliente del secador. • Limpiar el filtro de aire. • Adecuar la capacidad? de la tolva. • Reparar el controlador de temperatura.

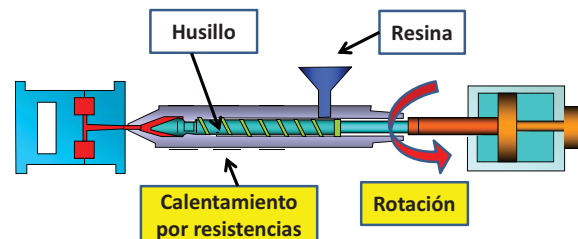
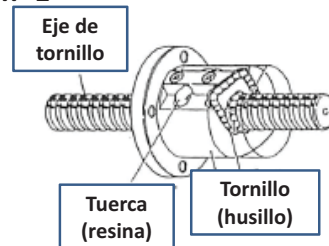
Página Web de UMG

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

10

M8-2 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de plastificación -1

- ¿Cuáles son las condiciones de plastificación?
- ✓ El husillo y la resina tienen una relación similar a la que tienen un tornillo y una tuerca.
- ✓ Cuando el tornillo gira, la tuerca se mueve.
- ✓ Cuando el husillo **gira**, se envía la resina hacia la boquilla y se funde por la acción cortante y el **calor de las resistencias**.

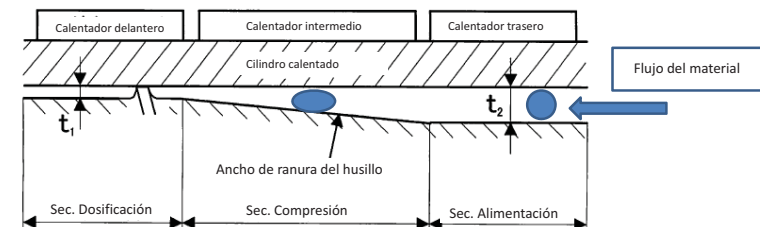


Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

11

M8-2 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de plastificación -2 Cita: M5-1 P38

1. Sección de alimentación: La resina que cae de la tolva, llega a estar en estado de ablandamiento por las acciones cortantes de las revoluciones del husillo y por el calor de los calentadores. Posteriormente es enviada a la sección de compresión.
2. Sección de compresión: Aquí se recibe la compresión y al mismo tiempo sigue en proceso de fusión y mezcla por las acciones cortantes y por el calor del calentador. Posteriormente es enviada a la sección de dosificación.
3. Sección de dosificación: La resina fundida que ha llegado de la sección anterior, es mezclada para ser homogénea y posteriormente es enviada a la punta del husillo.



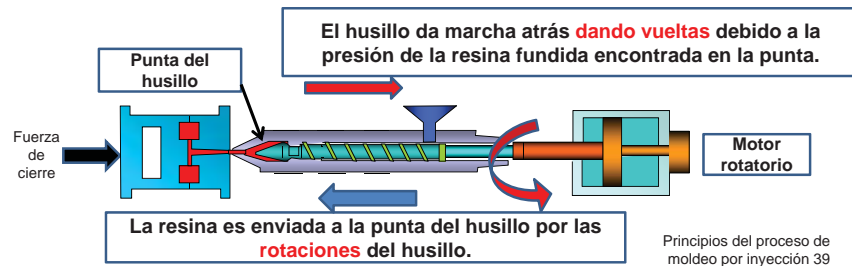
12

M8-2 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de plastificación -3

Cita: M5-1 P39

1. Se envía la resina por las revoluciones del husillo. Se funde y plastifica, y luego se envía a la punta del husillo.
2. Se genera **presión** en la punta del husillo por la resina fundida enviada. Esta presión hace regresar al husillo (Establecer la **contrapresión**.)

Cuando se acaba el material a alimentar, no va a haber resina fundida que se envíe a la punta del husillo, consecuentemente el husillo no da marcha atrás.



13

M8-2 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de plastificación -4

Rayas plateadas causadas por el problema de las temperaturas de la boquilla y/o el cilindro

Causas	Cuando la temperatura de la resina sube de manera anormal debido a un problema del control de la temperatura del cilindro, la resina queda descompuesta generando gases. A veces la resina puede explotar de la boquilla acompañada de gases de descomposición.
Medidas a tomar	<ul style="list-style-type: none"> • Medir la temperatura de la resina y configurar la temperatura adecuada. • Revisar los estados de las resistencias de los calefactores, termopares, etc.

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

14

M8-2 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de plastificación -5

Rayas plateadas causadas por la falta de contrapresión

Causas	Cuando la contrapresión esté baja, el aire o el monómero en gases quedan revueltos en la resina en los momentos de plastificación y dosificación y consecuentemente se generan rayas plateadas de manera irregular en toda el área del producto.
Medidas a tomar	<ul style="list-style-type: none"> • Subir la contrapresión. • Bajar el número de revoluciones del husillo. • Evitar el escape violento de la contrapresión.

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

15

M8-2 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de plastificación -6

Rayas plateadas causadas por la alta velocidad del número de revoluciones del husillo

Causas	Cuando la velocidad de revoluciones del husillo es demasiado rápida, llega a dosificar la resina sin estar completamente plastificada. En esta etapa una pequeña cantidad de aire y gases de monómero quedan envueltos en la resina incompletamente plastificada, generando rayas plateadas, las cuales aparecen de manera irregular en toda el área del producto.
Medidas a tomar	<ul style="list-style-type: none"> • Subir la contrapresión. • Subir la temperatura del cilindro (zonas intermedia y final del cilindro) • Bajar el número de revoluciones del husillo.

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

16

M8-2 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de plastificación -7

Rayas plateadas causadas por el exceso de retrosucción (*suck back*)

Causas	Cuando la carrera de retrosucción es mayor que lo necesario, se succiona el aire de la boquilla, y el mismo será inyectado a la cavidad junto con la resina en el siguiente disparo, generando rayas. Aparecen cerca del <i>gate</i> y el volumen de rayas varía dependiendo de la carrera de retrosucción.
Medidas a tomar	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar el control múltiple de contrapresión para bajar la contrapresión antes de finalizar la dosificación y minimizar la carrera de retrosucción. • Bajar la velocidad del husillo en los momentos de inicio y final de la rotación del mismo. • Bajar el número de revoluciones del husillo. • Subir la temperatura del cilindro (zona intermedia y zona trasera)

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

M8-3 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de inyección-1

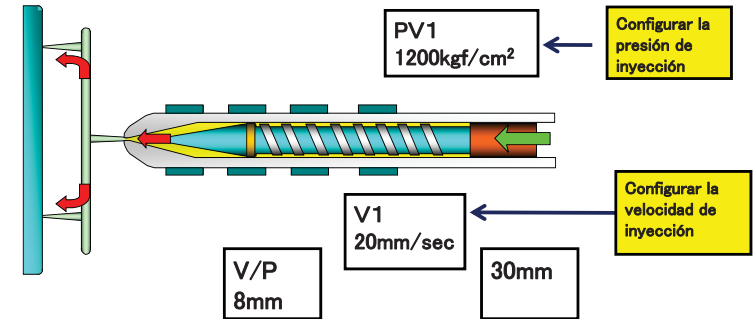
• ¿Cuáles son las condiciones de inyección?

La resina que entra al molde, primero pasa por la colada y el *gate* angosto para ser inyectada a la cavidad.

Para las condiciones de inyección (condiciones de llenado), se configuran: los siguientes parámetros del tramo de la posición de SM (dosificación) al punto de cambio V/P.

La velocidad de inyección (una o múltiples velocidades) : mm/seg., así como

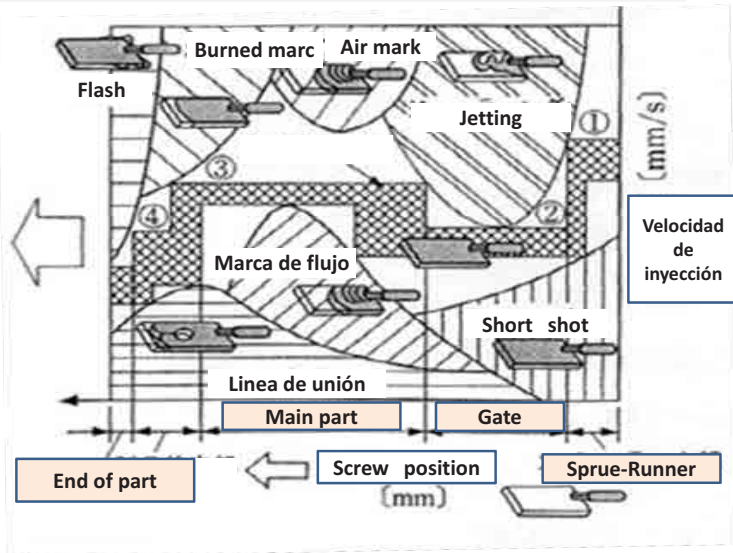
La presión de inyección : Mpa, kg/cm²



Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

M8-3 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de inyección-2

Principales defectos del moldeo generados en el proceso de inyección M5-4, p17



Control de proceso

M8-3 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de inyección-3

Disparo corto (*Short shot*)

Fenómeno y causas	Fenómeno en que la cavidad del molde no está llena por el material. Debido a la falta de resina y/o falta de la presión de llenado, etc.
Factores relacionados con los equipos de inyección	<ul style="list-style-type: none"> • Falta del volumen de llenado, falta de la presión de inyección, la velocidad baja de inyección. • La temperatura de la resina es baja, faltando fluidez en ella. • La pérdida de la presión en la boquilla es grande.
Factores relacionados con el material	<ul style="list-style-type: none"> • La fluidez de la resina es baja.
Factores relacionados con el molde	<ul style="list-style-type: none"> • La temperatura del molde es baja. El espesor de la cavidad es delgado. • El bebedero (<i>sprue</i>), colada y <i>gate</i> son pequeños. • Mal funcionamiento de extracción de aire, falta de venteo.
Medidas a tomar relacionadas con las condiciones de moldeo	<ul style="list-style-type: none"> • Subir la velocidad de inyección. • Subir la presión de inyección. Subir la presión de sostenimiento. • Ajustar la fuerza de cierre del molde y/o la velocidad de inyección del momento final de llenado para facilitar el escape del aire.

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

M8-3 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de inyección- 4 *Jetting*

Fenómeno y causas	Marca de flujo de la resina que aparece cerca del <i>gate</i> . La fusión delantera del flujo sale del <i>gate</i> como ráfagas.
Factores relacionados con los equipos de inyección	Exceso de velocidad de la fusión delantera del flujo de la resina en el momento de pasar el <i>gate</i> .
Factores relacionados con el material	La fluidez de la resina es demasiado alta .
Factores relacionados con el molde	El área de corte del <i>gate</i> es pequeña.
Medidas a tomar relacionadas con las condiciones de moldeo	Configurar las velocidades múltiples de inyección para disminuir la velocidad de la resina en el momento de pasar el <i>gate</i> .

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

21

M8-3 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de inyección- 5: Marca de flujo (*Jetting*)

Fenómeno y causas	Marca de olas perpendicular a la dirección del flujo de la resina. La velocidad de la fusión delantera del flujo de la resina es baja.
Factores relacionados con los equipos de inyección	La temperatura de la resina es baja, causando baja fluidez. La boquilla está fría. La velocidad de inyección es baja y la presión de inyección es baja.
Factores relacionados con el material	La fluidez de la resina es baja.
Factores relacionados con el molde	La temperatura del molde es baja. El circuito de enfriamiento del molde no es adecuado. El espacio para el depósito de escoria fría es chico.
Medidas a tomar relacionadas con las condiciones de moldeo	Subir la velocidad y la presión de inyección. Modificar la posición de cambio de la presión de sostenimiento (hacia más atrás).

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

22

M8-3 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de inyección- 6: Línea de unión (*Weld line*)

Fenómeno y causas	Marca lineal superficial formada en el lugar de la unión de diferentes flujos de la resina. La viscosidad de las resinas confluídas es alta. La presión que se aplica en ese lugar es baja. El aire está atrapado en los extremos, entre otros.
Factores relacionados con los equipos de inyección	La temperatura de la resina es baja, causando baja fluidez de la misma. La presión y la velocidad de inyección son bajas. La punta de la boquilla está fría.
Factores relacionados con el material	La fluidez de la resina es baja. La solidificación de la resina es rápida. La resina contiene muchas sustancias volátiles y humedad.
Factores relacionados con el molde	La temperatura del molde es baja. Mala extracción de aire. La longitud de flujo medida de la posición del <i>gate</i> es larga. Uso excesivo del agente desmoldante.
Medidas a tomar relacionadas con las condiciones de moldeo	Subir la velocidad de inyección. Subir la presión de inyección. Subir la presión de sostenimiento. Ajustar la fuerza de cierre del molde y/o la velocidad de inyección en el momento final de llenado para darle facilidad de escapar al aire.

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

23

M8-3 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de inyección- 7: Marca de aire (*Air mark*)

Fenómeno y causas	Marca de la maniobra envolvente del aire que queda en la parte opuesta de la cóncava del producto
Factores relacionados con los equipos de inyección	La velocidad de la fusión delantera de la resina es alta.
Factores relacionados con el material	La viscosidad de la resina es alta.
Factores relacionados con el molde	El aire no puede escaparse bien.
Medidas a tomar relacionadas con las condiciones de moldeo	Bajar la fuerza del cierre del molde y la velocidad de inyección para darle facilidad de escapar al aire.

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

24

M8-3 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de inyección- 8 : Quemado de gases (*Burned Mark*)

Fenómeno y causas	Cuando el venteo del molde es insuficiente, el gas residual es comprimido adiabáticamente, causando una alta temperatura y generando quemado. Esto aparece en el lugar del último llenado.
Factores relacionados con los equipos de inyección	La velocidad de inyección es alta. La fuerza de cierre del molde es grande y el venteo está mal.
Factores relacionados con el material	Contiene mucho agente lubricante.
Factores relacionados con el molde	Mala extracción de aire y gases. La temperatura del molde es alta. El aceite está pegado en el interior del molde.
Medidas a tomar relacionadas con las condiciones de moldeo	Bajar la temperatura de la resina y el número de revoluciones del husillo. Ajustar la fuerza de cierre del molde para facilitar el escape del aire. Bajar la velocidad de inyección del momento antes de finalizar el llenado.

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

25

M8-3 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de inyección- 9 : Rebaba (*Flash*)

Fenómeno	Fenómeno en que la resina sale en PL al finalizar el llenado. (Cuando aparece rebaba en toda la parte del producto.)
Factores relacionados con los equipos de inyección	Falta de fuerza de cierre del molde. La presión de inyección es alta. La temperatura de la resina es alta. La cantidad de llenado es excesiva.
Factores relacionados con el material	La viscosidad de la resina es demasiado baja.
Factores relacionados con el molde	El área proyectada es demasiado grande. La temperatura del molde es demasiado alta. Falta de rigidez.
Medidas a tomar relacionadas con las condiciones de moldeo	Adelantar el cambio a presión de sostenimiento. Bajar la velocidad de inyección y la presión de sostenimiento.

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

26

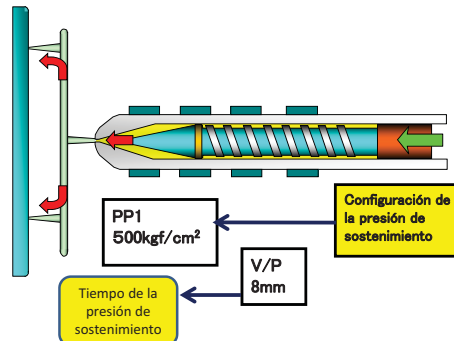
M8-4 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de la presión de sostenimiento -1

• ¿Cuáles son las condiciones de la presión de sostenimiento?

La resina fundida e inyectada va contrayéndose en su volumen a medida que se enfría y se solidifique. Además, tiene compresibilidad, por lo que si se para la inyección inmediatamente después de terminar el llenado, la resina puede regresar al lado del husillo. Para evitar esto, se aplica la presión de sostenimiento.

Configurar el nivel (MPa·kg/cm²) y la duración (seg) de la presión de sostenimiento que se aplica después del cambio V/P.

Configuración del tiempo de la presión de sostenimiento
Para la máquina inyectora en que se configura el tiempo de inyección, el tiempo de la presión de sostenimiento es igual al tiempo de inyección menos el tiempo de llenado.
Si se configura largo el tiempo de inyección, consecuentemente queda largo el tiempo de la presión de sostenimiento.

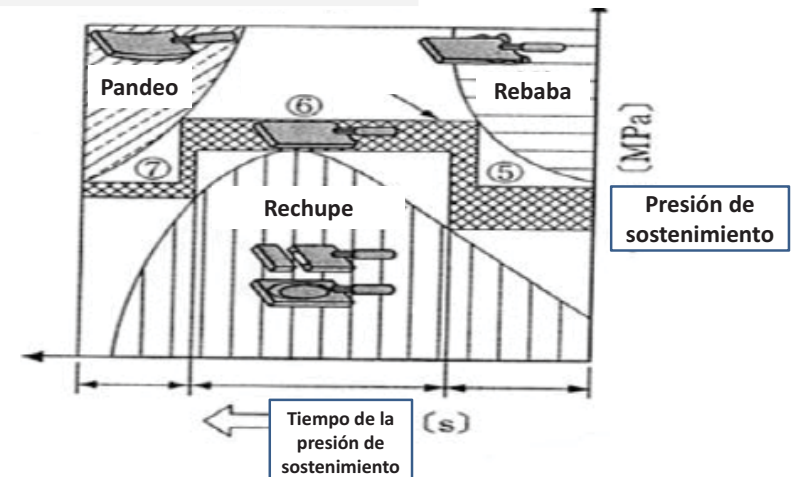


27

M8-4 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de la presión de sostenimiento - 2

Principales defectos en el proceso de la presión de sostenimiento

Cita: M5-4 P18



Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

28

M8-4 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de la presión de sostenimiento -3 Rebaba (Flash)

Fenómeno	Fenómeno en que la resina sale en la cara PL en el proceso de sostenimiento de la presión (La rebaba sale en toda el área del producto.)
Factores relacionados con los equipos de inyección	Falta de fuerza de cierre del molde. La presión de sostenimiento es alta. La temperatura de la resina es alta.
Factores relacionados con el material	La viscosidad de la resina es demasiado baja.
Factores relacionados con el molde	El área proyectada del producto es demasiado grande. La temperatura del molde es demasiado alta. Falta de rigidez.
Medidas a tomar relacionadas con las condiciones de moldeo	Bajar la presión de sostenimiento de la primera etapa para formar la capa superficial y subirla en la segunda etapa para la formación. El tiempo y la presión de la primera etapa influyen en la formación de rebabas y rechupes.

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

29

M8-4 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de la presión de sostenimiento -4 Rechupe (Sink mark)

Fenómeno y causas	Se presenta en forma convexa en la superficie del producto. Tiende a aparecer en el área de espesor grueso donde la contracción volumétrica es mayor. Cuando la capa superficial es frágil, se genera rechupe, y cuando es rígida, se generan burbujas. Tiene que ver con la velocidad de enfriamiento de la superficie del producto.
Factores relacionados con los equipos de inyección	La presión de inyección y la presión de sostenimiento son bajas. La temperatura de la resina es alta.
Factores relacionados con el material	La tasa de contracción de la resina es grande. La fluidez de la resina es demasiado alta .
Factores relacionados con el molde	La temperatura del molde es demasiado alta o no es uniforme. La colada y el <i>gate</i> son pequeños. Hay lugares donde su espesor es grande.
Medidas a tomar relacionadas con las condiciones de moldeo	Subir la presión de sostenimiento y alargar su tiempo.

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

30

M8-4 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de la presión de sostenimiento – 5 Pandeo (Warpage)

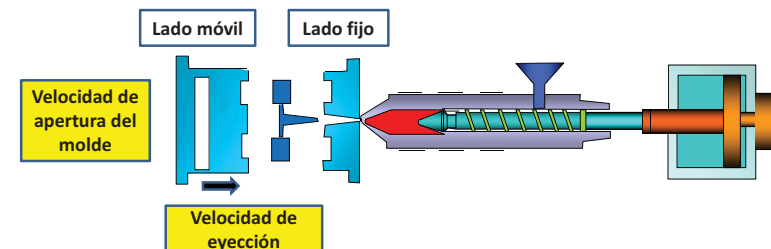
Causa	El esfuerzo residual causado por la presión dispareja durante el enfriamiento y el exceso de llenado causan pandeo. En muchas ocasiones este problema está muy relacionado con la forma del producto, por lo tanto resulta difícil encontrar la medida adecuada para resolverlo.
Factores relacionados con los equipos de inyección	La presión de llenado y la presión de sostenimiento son altas. Falta la fusión de la resina y la temperatura de la misma es baja. La velocidad de llenado es baja.
Factores relacionados con el material	La deformación orientada es grande.
Factores relacionados con el molde	La temperatura del molde es alta y el enfriamiento no es uniforme. La eyección no es uniforme. Mal desmoldeo. El <i>gate</i> es grande.
Medidas a tomar relacionadas con las condiciones de moldeo	Subir la temperatura de la resina y configurar la velocidad y la presión de inyección para que quede corto el tiempo de llenado y al mismo tiempo bajar la presión de sostenimiento. (Marcar la diferencia de la temperaturas entre la cavidad y el corazón.)

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

31

M8-5 Defectos de moldeo relacionados con la extracción del producto -1

- ¿En qué consiste el trabajo de extraer el producto moldeado?
Es un proceso en que se extraen el producto moldeado y la colada al abrir el molde inmediatamente después de finalizar el **tiempo de enfriamiento**.
- Es necesario que el producto moldeado quede en el lado móvil del molde.
- Tomar medidas preventivas para evitar que el producto quede en el lado fijo del molde mediante el ajuste de la **velocidad inicial de apertura del molde**.
- Después de abrir el molde, se extrae el producto eyectado por el movimiento de eyección del lado móvil del molde. **Cuando la velocidad de eyección es demasiado rápida**, se presentan problemas de blanqueamiento o mal desmoldeo.



Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

32

M8-5 Defectos de moldeo relacionados con la extracción del producto - 2 (Debido al esfuerzo externo)

Defectos de moldeo	Factores inadecuados	Medidas a tomar
Deformes: Pandeo Doblado Torsión Blanqueamiento Losamiento Mal desmoldeo: Queda el producto en el lado fijo Ruptura	Liberación de la presión de cierre del molde Velocidad de apertura del molde	Ajustar la liberación de la presión de cierre del molde. Ajustar la velocidad de apertura del molde
	Posición del perno eyector Número del perno eyector Diámetro del perno botador	Distribución balanceada de los pernos eyectores Distribución balanceada Cambio del diámetro del perno eyector
	Velocidad de eyección Presión de eyección	Ajustar la velocidad de eyección Ajustar la presión de eyección
	Timing de eyección	Ajustar el tiempo de enfriamiento Ajustar la temperatura del molde
	Métodos de extracción	Ajustar la máquina extractora Posición de agarre del producto
	Colocación del producto posterior a la extracción	Utilizar el dispositivo corrector de la forma Utilizar el dispositivo receptor del producto moldeado

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

33

M8-5 Defectos de moldeo relacionados con la extracción del producto – 3: Mal desmoldeo y deforme

Causas	El esfuerzo residual causado por la presión dispereja durante el enfriamiento y el exceso de llenado causan estos problemas. En muchas ocasiones estos problemas están muy relacionados con la forma del producto, por lo tanto resulta difícil encontrar la medida para resolverlos.
Factores relacionados con los equipos de inyección	La presión de llenado y la presión de sostenimiento son altas. Falta la fusión de la resina y la temperatura de la misma es baja. La velocidad de llenado es baja .
Factores relacionados con el material	El agente lubricante inadecuado.
Factores relacionados con el molde	Enfriamiento insuficiente, mal balanceo de la temperatura del molde, mal balanceo del <i>gate</i> . Mal balanceo de la eyección, diámetro pequeño del perno eyector. Pulido insuficiente de la cara de la cavidad, falta de precisión del molde.
Medidas a tomar relacionadas con las condiciones de moldeo	No llenar excesivamente (bajar la presión de sostenimiento y hacer más corto el tiempo de sostenimiento.) Bajar la velocidad de apertura del molde y la de extracción. Aumentar el tiempo de enfriamiento. Usar desmoldante.

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

34

M8 Defectos de moldeo por inyección y ajuste de condiciones de operación

M8-6 Prácticas aplicadas relacionadas con la solución de defectos de moldeo

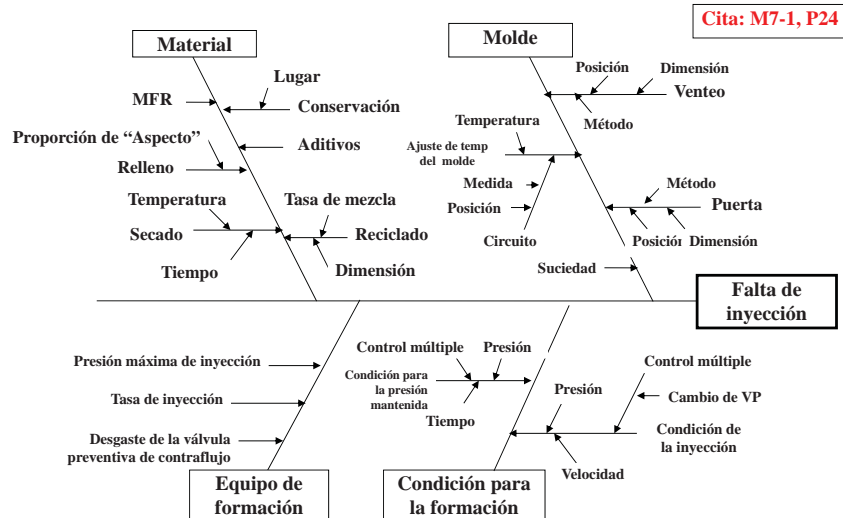
septiembre 20 de 2013

Defectos de moldeo por inyección y ajustes de las condiciones de moldeo

- Existen varios factores que son posibles causas de los defectos de moldeo generados en el proceso de moldeo. Se pueden clasificar estos factores en 4 grupos: **equipos de moldeo, molde, material y condiciones de moldeo.**
- En la siguiente lámina se muestra un ejemplo del diagrama de causa y efecto sobre el defecto llamado incompleto (*short shot*), pero se puede decir que los factores **están enredados**, por lo que en muchos casos es difícil resolver el problema tomando una sola medida para obtener una pieza satisfactoria.

A-431

Diagrama de causa y efecto -5



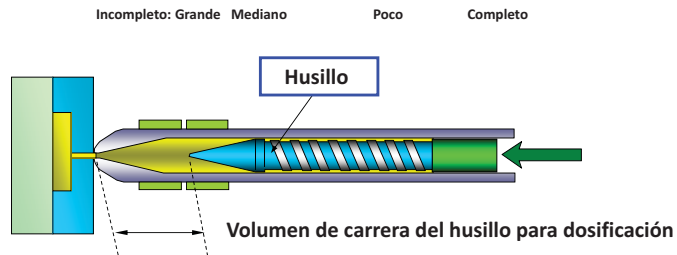
Métodos para identificar las causas de los defectos

- Revisar el proceso de generación del defecto de moldeo. Verificar cómo fluye el material en el molde y el proceso de generarse el defecto mediante la técnica de inyectar de manera incompleta. (Procesos de llenado y de sostenimiento de presión)
- Revisar cambios en los defectos de moldeo. Observar cómo se genera un defecto al modificar drásticamente los parámetros generales de moldeo tales como la velocidad y la presión de inyección.
- Observar la situación de plastificación de la resina mediante el trabajo de purgado. (Generación de defectos causados por falta de secado y defectos de quemado)
- Analizar las medidas para resolver los defectos desde los puntos de vista del molde, la máquina inyectora, los equipos accesorios y el material.

Métodos para identificar las causas de los defectos de moldeo:

1. Revisión mediante la técnica de inyectar de manera incompleta

Identificar el lugar donde se genera el defecto mediante la técnica de ir aumentando la carrera de dosificación paulatinamente, iniciando con la pieza incompleta.



Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

Métodos para identificar las causas de los defectos de moldeo:

2. Cambio de los parámetros de moldeo

Cita: M5-2, p4

Temperatura	Tiempo	Presión	Velocidad	Posición • Cantidad
-------------	--------	---------	-----------	---------------------

Botón para seleccionar la pantalla de los parámetros principales

Velocidad de inyección

Valor de dosificación SM

Presión de inyección

Presión sostenida

SD

Número de revoluciones del husillo

Pantalla de configuración de los datos de 1V2P

Posición de V/P

Contrapresión

NISSEI Escuela Texto

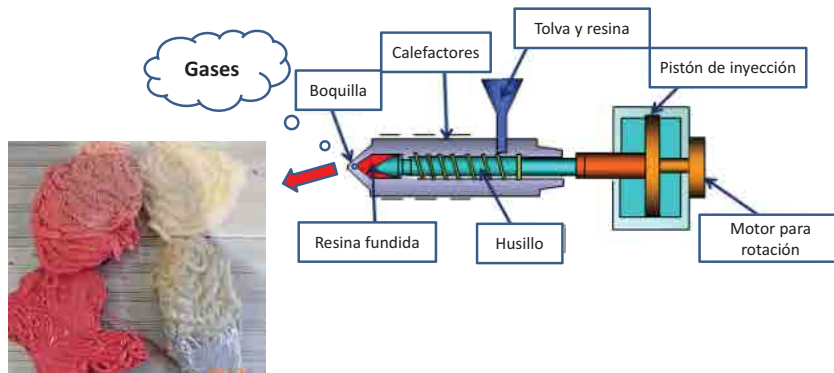
Generalidades de los parámetros del moldeo por inyección

A-432

Métodos para identificar las causas de los defectos de moldeo:

3. Observar el estatus de plastificación de la resina mediante el trabajo de purgado

- Observar cómo se generan gases y el estado de la resina.
- Observar si hay burbujas desde el inicio o si se generaron burbujas en el proceso.



Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

M8-1 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones del secado del material -1

- ¿Por qué es necesario secar la resina?
Cuando hace falta el secado, la humedad contenida en la resina causa la generación de burbujas, apareciendo una huella de flujo como rayas plateadas en la superficie del producto.
- **[Resinas higroscópicas]** PA, PC y PET son representativos.
- **[Resinas no higroscópicas]** PE, PP y PVC son representativos.
- Diámetro del tubo capilar formado en el interior de la resina y el tamaño de la molécula de agua.

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

M8-1 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones del secado del material - 2

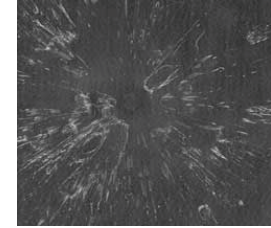
- Normalmente el secado de la resina es controlado por los factores de la temperatura X el tiempo, por lo que se tiende a creer que al pasar el tiempo ya estaría seca la resina.
- En caso del secador con sistema de aire caliente, el estado del aire ambiental va en proporción con la capacidad de secado. (Ejemplo: ropa lavada, buen tiempo, lluvia)
- Desarrollo del secador * Secador con sistema de aire caliente → Deshumidificador → Secador al vacío → Secador de nitrógeno
 - Atrás del desarrollo del secador, está el desarrollo de la resina (materia prima).

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

9

M8-1 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones del secado del material - 3

Rayas plateadas (*silver streak*) (Falta de secado)



Características	Son largos como mimbres. Se presentan inmediatamente después de pasar el <i>gate</i> y se extienden a toda el área del producto.
Causas	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura y tiempo inadecuados del secado. • El volumen del aire caliente del secador es escaso. • El filtro de aire está saturado. • La capacidad? de la tolva inadecuada (el tiempo de secado es corto.) • Mal funcionamiento del controlador de temperatura
Medidas a tomar	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar y adecuar las condiciones del secado. • Ajustar el volumen del aire caliente del secador. • Limpiar el filtro de aire. • Adecuar la capacidad? de la tolva. • Reparar el controlador de temperatura.

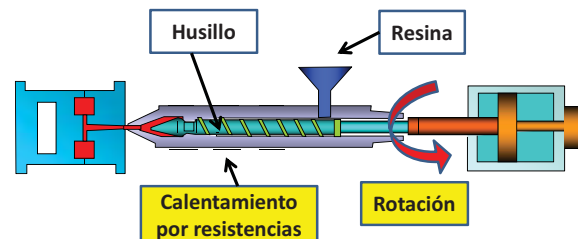
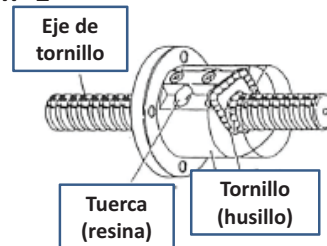
Página Web de UMG

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

10

M8-2 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de plastificación -1

- ¿Cuáles son las condiciones de plastificación?
 - ✓ El husillo y la resina tienen una relación similar a la que tienen un tornillo y una tuerca.
 - ✓ Cuando el tornillo gira, la tuerca se mueve.
 - ✓ Cuando el husillo **gira**, se envía la resina hacia la boquilla y se funde por la acción cortante y el **calor de las resistencias**.

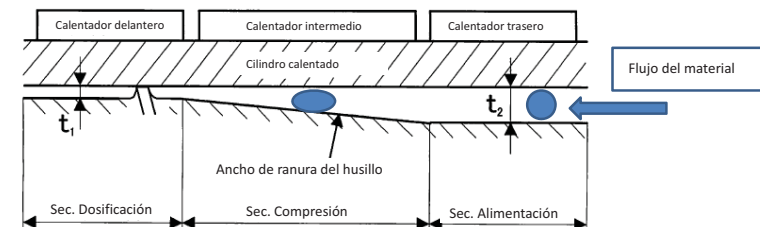


Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

11

M8-2 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de plastificación -2 Cita: M5-1 P38

1. Sección de alimentación: La resina que cae de la tolva, llega a estar en estado de ablandamiento por las acciones cortantes de las revoluciones del husillo y por el calor de los calentadores. Posteriormente es enviada a la sección de compresión.
2. Sección de compresión: Aquí se recibe la compresión y al mismo tiempo sigue en proceso de fusión y mezcla por las acciones cortantes y por el calor del calentador. Posteriormente es enviada a la sección de dosificación.
3. Sección de dosificación: La resina fundida que ha llegado de la sección anterior, es mezclada para ser homogénea y posteriormente es enviada a la punta del husillo.



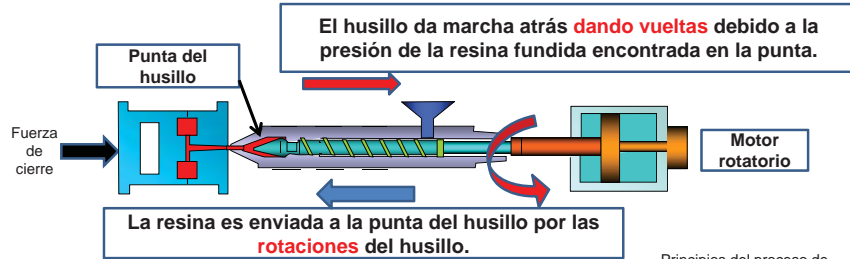
12

M8-2 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de plastificación -3

Cita: M5-1 P39

1. Se envía la resina por las revoluciones del husillo. Se funde y plastifica, y luego se envía a la punta del husillo.
2. Se genera **presión** en la punta del husillo por la resina fundida enviada. Esta presión hace regresar al husillo (Establecer la **contrapresión**.)

Cuando se acaba el material a alimentar, no va a haber resina fundida que se envíe a la punta del husillo, consecuentemente el husillo no da marcha atrás.



Principios del proceso de moldeo por inyección 39

13

M8-2 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de plastificación -4

Rayas plateadas causadas por el problema de las temperaturas de la boquilla y/o el cilindro

Causas	Cuando la temperatura de la resina sube de manera anormal debido a un problema del control de la temperatura del cilindro, la resina queda descompuesta generando gases. A veces la resina puede explotar de la boquilla acompañada de gases de descomposición.
Medidas a tomar	<ul style="list-style-type: none"> • Medir la temperatura de la resina y configurar la temperatura adecuada. • Revisar los estados de las resistencia de los calefactores, termopares, etc.

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

14

M8-2 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de plastificación -5

Rayas plateadas causadas por la falta de contrapresión

Causas	Cuando la contrapresión esté baja, el aire o el monómero en gases quedan revueltos en la resina en los momentos de plastificación y dosificación y consecuentemente se generan rayas plateadas de manera irregular en toda el área del producto.
Medidas a tomar	<ul style="list-style-type: none"> • Subir la contrapresión. • Bajar el número de revoluciones del husillo. • Evitar el escape violento de la contrapresión.

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

15

M8-2 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de plastificación -6

Rayas plateadas causadas por la alta velocidad del número de revoluciones del husillo

Causas	Cuando la velocidad de revoluciones del husillo es demasiado rápida, llega a dosificar la resina sin estar completamente plastificada. En esta etapa una pequeña cantidad de aire y gases de monómero quedan envueltos en la resina incompletamente plastificada, generando rayas plateadas, las cuales aparecen de manera irregular en toda el área del producto.
Medidas a tomar	<ul style="list-style-type: none"> • Subir la contrapresión. • Subir la temperatura del cilindro (zonas intermedia y final del cilindro) • Bajar el número de revoluciones del husillo.

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

16

M8-2 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de plastificación -7

Rayas plateadas causadas por el exceso de retrosucción (*suck back*)

Causas	Cuando la carrera de retrosucción es mayor que lo necesario, se succiona el aire de la boquilla, y el mismo será inyectado a la cavidad junto con la resina en el siguiente disparo, generando rayas. Aparecen cerca del <i>gate</i> y el volumen de rayas varía dependiendo de la carrera de retrosucción.
Medidas a tomar	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar el control múltiple de contrapresión para bajar la contrapresión antes de finalizar la dosificación y minimizar la carrera de retrosucción. • Bajar la velocidad del husillo en los momentos de inicio y final de la rotación del mismo. • Bajar el número de revoluciones del husillo. • Subir la temperatura del cilindro (zona intermedia y zona trasera)

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

17

M8-3 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de inyección-1

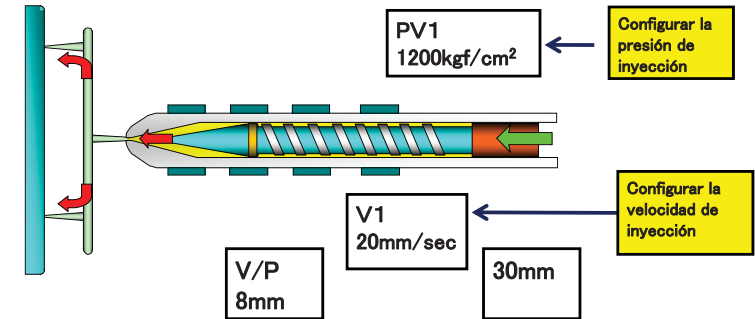
• ¿Cuáles son las condiciones de inyección?

La resina que entra al molde, primero pasa por la colada y el *gate* angosto para ser inyectada a la cavidad.

Para las condiciones de inyección (condiciones de llenado), se configuran: los siguientes parámetros del tramo de la posición de SM (dosificación) al punto de cambio V/P.

La velocidad de inyección (una o múltiples velocidades) : mm/seg., así como

La presión de inyección : Mpa, kg/cm²



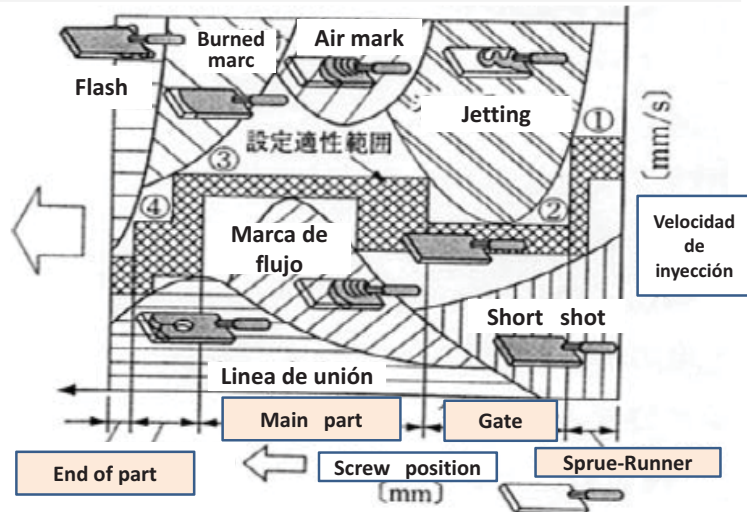
Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

18

M8-3 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de inyección-2

M5-4, p17

Principales defectos del moldeo generados en el proceso de inyección



Control de proceso

19

M8-3 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de inyección-3

Disparo corto (*Short shot*)

Fenómeno y causas	Fenómeno en que la cavidad del molde no está llena por el material. Debido a la falta de resina y/o falta de la presión de llenado, etc.
Factores relacionados con los equipos de inyección	<ul style="list-style-type: none"> • Falta del volumen de llenado, falta de la presión de inyección, la velocidad baja de inyección. • La temperatura de la resina es baja, faltando fluidez en ella. • La pérdida de la presión en la boquilla es grande.
Factores relacionados con el material	<ul style="list-style-type: none"> • La fluidez de la resina es baja.
Factores relacionados con el molde	<ul style="list-style-type: none"> • La temperatura del molde es baja. El espesor de la cavidad es delgado. • El bebedero (<i>sprue</i>), colada y <i>gate</i> son pequeños. • Mal funcionamiento de extracción de aire, falta de venteo.
Medidas a tomar relacionadas con las condiciones de moldeo	<ul style="list-style-type: none"> • Subir la velocidad de inyección. • Subir la presión de inyección. Subir la presión de sostenimiento. • Ajustar la fuerza de cierre del molde y/o la velocidad de inyección del momento final de llenado para facilitar el escape del aire.

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

20

M8-3 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de inyección- 4 *Jetting*

Fenómeno y causas	Marca de flujo de la resina que aparece cerca del <i>gate</i> . La fusión delantera del flujo sale del <i>gate</i> como ráfagas.
Factores relacionados con los equipos de inyección	Exceso de velocidad de la fusión delantera del flujo de la resina en el momento de pasar el <i>gate</i> .
Factores relacionados con el material	La fluidez de la resina es demasiado alta .
Factores relacionados con el molde	El área de corte del <i>gate</i> es pequeña.
Medidas a tomar relacionadas con las condiciones de moldeo	Configurar las velocidades múltiples de inyección para disminuir la velocidad de la resina en el momento de pasar el <i>gate</i> .

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

21

M8-3 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de inyección- 5: Marca de flujo (*Jetting*)

Fenómeno y causas	Marca de olas perpendicular a la dirección del flujo de la resina. La velocidad de la fusión delantera del flujo de la resina es baja.
Factores relacionados con los equipos de inyección	La temperatura de la resina es baja, causando baja fluidez. La boquilla está fría. La velocidad de inyección es baja y la presión de inyección es baja.
Factores relacionados con el material	La fluidez de la resina es baja.
Factores relacionados con el molde	La temperatura del molde es baja. El circuito de enfriamiento del molde no es adecuado. El espacio para el depósito de escoria fría es chico.
Medidas a tomar relacionadas con las condiciones de moldeo	Subir la velocidad y la presión de inyección. Modificar la posición de cambio de la presión de sostenimiento (hacia más atrás).

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

22

M8-3 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de inyección- 6: Línea de unión (*Weld line*)

Fenómeno y causas	Marca lineal superficial formada en el lugar de la unión de diferentes flujos de la resina. La viscosidad de las resinas confluídas es alta. La presión que se aplica en ese lugar es baja. El aire está atrapado en los extremos, entre otros.
Factores relacionados con los equipos de inyección	La temperatura de la resina es baja, causando baja fluidez de la misma. La presión y la velocidad de inyección son bajas. La punta de la boquilla está fría.
Factores relacionados con el material	La fluidez de la resina es baja. La solidificación de la resina es rápida. La resina contiene muchas sustancias volátiles y humedad.
Factores relacionados con el molde	La temperatura del molde es baja. Mala extracción de aire. La longitud de flujo medida de la posición del <i>gate</i> es larga. Uso excesivo del agente desmoldante.
Medidas a tomar relacionadas con las condiciones de moldeo	Subir la velocidad de inyección. Subir la presión de inyección. Subir la presión de sostenimiento. Ajustar la fuerza de cierre del molde y/o la velocidad de inyección en el momento final de llenado para darle facilidad de escapar al aire.

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

23

M8-3 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de inyección- 7: Marca de aire (*Air mark*)

Fenómeno y causas	Marca de la maniobra envolvente del aire que queda en la parte opuesta de la cóncava del producto
Factores relacionados con los equipos de inyección	La velocidad de la fusión delantera de la resina es alta.
Factores relacionados con el material	La viscosidad de la resina es alta.
Factores relacionados con el molde	El aire no puede escaparse bien.
Medidas a tomar relacionadas con las condiciones de moldeo	Bajar la fuerza del cierre del molde y la velocidad de inyección para darle facilidad de escapar al aire.

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

24

M8-3 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de inyección- 8 : Quemado de gases (*Burned Mark*)

Fenómeno y causas	Cuando el venteo del molde es insuficiente, el gas residual es comprimido adiabáticamente, causando una alta temperatura y generando quemado. Esto aparece en el lugar del último llenado.
Factores relacionados con los equipos de inyección	La velocidad de inyección es alta. La fuerza de cierre del molde es grande y el venteo está mal.
Factores relacionados con el material	Contiene mucho agente lubricante.
Factores relacionados con el molde	Mala extracción de aire y gases. La temperatura del molde es alta. El aceite está pegado en el interior del molde.
Medidas a tomar relacionadas con las condiciones de moldeo	Bajar la temperatura de la resina y el número de revoluciones del husillo. Ajustar la fuerza de cierre del molde para facilitar el escape del aire. Bajar la velocidad de inyección del momento antes de finalizar el llenado.

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

25

M8-3 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de inyección- 9 : Rebaba (*Flash*)

Fenómeno	Fenómeno en que la resina sale en PL al finalizar el llenado. (Cuando aparece rebaba en toda la parte del producto.)
Factores relacionados con los equipos de inyección	Falta de fuerza de cierre del molde. La presión de inyección es alta. La temperatura de la resina es alta. La cantidad de llenado es excesiva.
Factores relacionados con el material	La viscosidad de la resina es demasiado baja.
Factores relacionados con el molde	El área proyectada es demasiado grande. La temperatura del molde es demasiado alta. Falta de rigidez.
Medidas a tomar relacionadas con las condiciones de moldeo	Adelantar el cambio a presión de sostenimiento. Bajar la velocidad de inyección y la presión de sostenimiento.

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

26

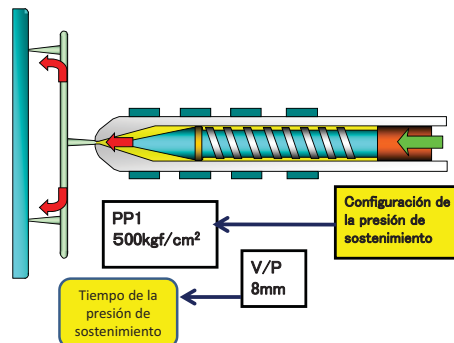
M8-4 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de la presión de sostenimiento -1

- ¿Cuáles son las condiciones de la presión de sostenimiento?

La resina fundida e inyectada va contrayéndose en su volumen a medida que se enfría y se solidifique. Además, tiene compresibilidad, por lo que si se para la inyección inmediatamente después de terminar el llenado, la resina puede regresar al lado del husillo. Para evitar esto, se aplica la presión de sostenimiento.

Configurar el nivel (MPa·kg/cm²) y la duración (seg) de la presión de sostenimiento que se aplica después del cambio V/P.

Configuración del tiempo de la presión de sostenimiento
Para la máquina inyectora en que se configura el tiempo de inyección, el tiempo de la presión de sostenimiento es igual al tiempo de inyección menos el tiempo de llenado.
Si se configura largo el tiempo de inyección, consecuentemente queda largo el tiempo de la presión de sostenimiento.

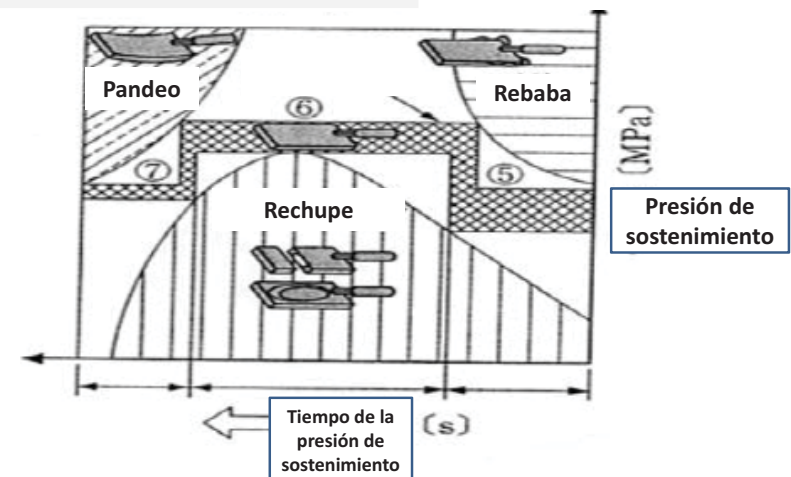


27

M8-4 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de la presión de sostenimiento - 2

Principales defectos en el proceso de la presión de sostenimiento

Cita: M5-4 P18



Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

28

M8-4 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de la presión de sostenimiento -3 Rebaba (Flash)

Fenómeno	Fenómeno en que la resina sale en la cara PL en el proceso de sostenimiento de la presión (La rebaba sale en toda el área del producto.)
Factores relacionados con los equipos de inyección	Falta de fuerza de cierre del molde. La presión de sostenimiento es alta. La temperatura de la resina es alta.
Factores relacionados con el material	La viscosidad de la resina es demasiado baja.
Factores relacionados con el molde	El área proyectada del producto es demasiado grande. La temperatura del molde es demasiado alta. Falta de rigidez.
Medidas a tomar relacionadas con las condiciones de moldeo	Bajar la presión de sostenimiento de la primera etapa para formar la capa superficial y subirla en la segunda etapa para la formación. El tiempo y la presión de la primera etapa influyen en la formación de rebabas y rechupes.

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

29

M8-4 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de la presión de sostenimiento -4 Rechupe (Sink mark)

Fenómeno y causas	Se presenta en forma convexa en la superficie del producto. Tiende a aparecer en el área de espesor grueso donde la contracción volumétrica es mayor. Cuando la capa superficial es frágil, se genera rechupe, y cuando es rígida, se generan burbujas. Tiene que ver con la velocidad de enfriamiento de la superficie del producto.
Factores relacionados con los equipos de inyección	La presión de inyección y la presión de sostenimiento son bajas. La temperatura de la resina es alta.
Factores relacionados con el material	La tasa de contracción de la resina es grande. La fluidez de la resina es demasiado alta.
Factores relacionados con el molde	La temperatura del molde es demasiado alta o no es uniforme. La colada y el <i>gate</i> son pequeños. Hay lugares donde su espesor es grande.
Medidas a tomar relacionadas con las condiciones de moldeo	Subir la presión de sostenimiento y alargar su tiempo.

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

30

M8-4 Defectos de moldeo relacionados con las condiciones de la presión de sostenimiento - 5 Pandeo (Warpage)

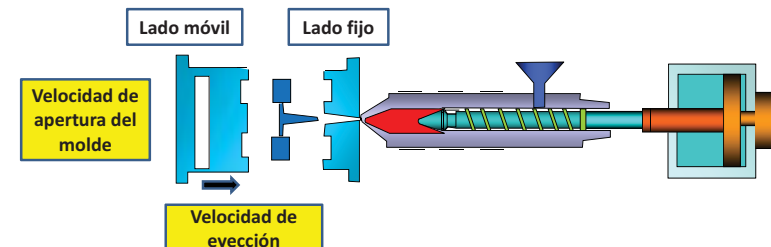
Causa	El esfuerzo residual causado por la presión dispareja durante el enfriamiento y el exceso de llenado causan pandeo. En muchas ocasiones este problema está muy relacionado con la forma del producto, por lo tanto resulta difícil encontrar la medida adecuada para resolverlo.
Factores relacionados con los equipos de inyección	La presión de llenado y la presión de sostenimiento son altas. Falta la fusión de la resina y la temperatura de la misma es baja. La velocidad de llenado es baja.
Factores relacionados con el material	La deformación orientada es grande.
Factores relacionados con el molde	La temperatura del molde es alta y el enfriamiento no es uniforme. La eyección no es uniforme. Mal desmoldeo. El <i>gate</i> es grande.
Medidas a tomar relacionadas con las condiciones de moldeo	Subir la temperatura de la resina y configurar la velocidad y la presión de inyección para que quede corto el tiempo de llenado y al mismo tiempo bajar la presión de sostenimiento. (Marcar la diferencia de la temperaturas entre la cavidad y el corazón.)

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

31

M8-5 Defectos de moldeo relacionados con la extracción del producto -1

- ¿En qué consiste el trabajo de extraer el producto moldeado?
 - Es un proceso en que se extraen el producto moldeado y la colada al abrir el molde inmediatamente después de finalizar el **tiempo de enfriamiento**.
 - Es necesario que el producto moldeado quede en el lado móvil del molde.
 - Tomar medidas preventivas para evitar que el producto quede en el lado fijo del molde mediante el ajuste de la **velocidad inicial de apertura del molde**.
 - Después de abrir el molde, se extrae el producto eyectado por el movimiento de eyección del lado móvil del molde. **Cuando la velocidad de eyección es demasiado rápida**, se presentan problemas de blanqueamiento o mal desmoldeo.



Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

32

M8-5 Defectos de moldeo relacionados con la extracción del producto - 2 (Debido al esfuerzo externo)

Defectos de moldeo	Factores inadecuados	Medidas a tomar
Deformes: Pandeo Doblado Torsión Blanqueamiento Losamiento Mal desmoldeo: Queda el producto en el lado fijo Ruptura	Liberación de la presión de cierre del molde Velocidad de apertura del molde	Ajustar la liberación de la presión de cierre del molde. Ajustar la velocidad de apertura del molde
	Posición del perno eyector Número del perno eyector Diámetro del perno botador	Distribución balanceada de los pernos eyectores Distribución balanceada Cambio del diámetro del perno eyector
	Velocidad de eyección Presión de eyección	Ajustar la velocidad de eyección Ajustar la presión de eyección
	Timing de eyección	Ajustar el tiempo de enfriamiento Ajustar la temperatura del molde
	Métodos de extracción	Ajustar la máquina extractora Posición de agarre del producto
	Colocación del producto posterior a la extracción	Utilizar el dispositivo corrector de la forma Utilizar el dispositivo receptor del producto moldeado

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

33

M8-5 Defectos de moldeo relacionados con la extracción del producto – 3: Mal desmoldeo y deforme

Causas	El esfuerzo residual causado por la presión dispereja durante el enfriamiento y el exceso de llenado causan estos problemas. En muchas ocasiones estos problemas están muy relacionados con la forma del producto, por lo tanto resulta difícil encontrar la medida para resolverlos.
Factores relacionados con los equipos de inyección	La presión de llenado y la presión de sostenimiento son altas. Falta la fusión de la resina y la temperatura de la misma es baja. La velocidad de llenado es baja .
Factores relacionados con el material	El agente lubricante inadecuado.
Factores relacionados con el molde	Enfriamiento insuficiente, mal balanceo de la temperatura del molde, mal balanceo del <i>gate</i> . Mal balanceo de la eyección, diámetro pequeño del perno eyector. Pulido insuficiente de la cara de la cavidad, falta de precisión del molde.
Medidas a tomar relacionadas con las condiciones de moldeo	No llenar excesivamente (bajar la presión de sostenimiento y hacer más corto el tiempo de sostenimiento.) Bajar la velocidad de apertura del molde y la de extracción. Aumentar el tiempo de enfriamiento. Usar desmoldante.

Defectos de moldeo por inyección y ajuste de las condiciones del moldeo

34

M8 Defectos de moldeo por inyección y ajuste de condiciones de operación

M8-7 Defectos de moldeo relacionados con los moldes

octubre 8 de 2013

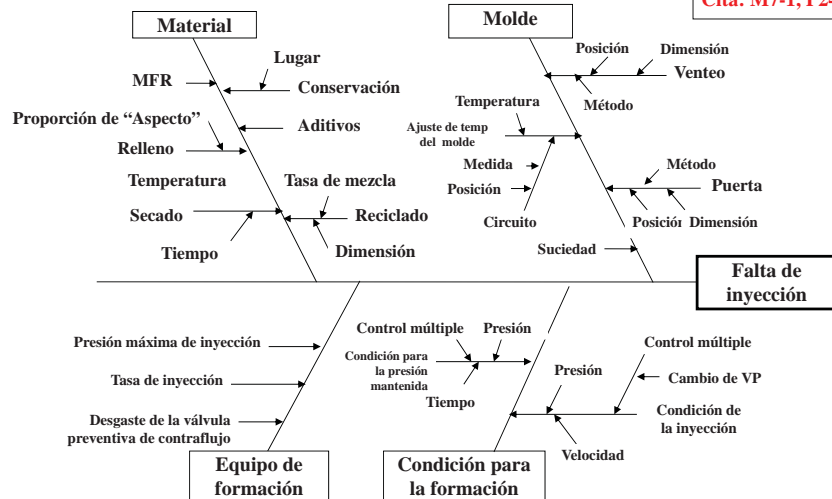
Defectos de moldeo por inyección y ajustes de las condiciones de moldeo

- Existen varios factores que son posibles causas de los defectos de moldeo generados en el proceso de moldeo. Se pueden clasificar estos factores en 4 grupos: **equipos de moldeo, molde, material y condiciones de moldeo.**
- En la siguiente lámina se muestra un ejemplo del diagrama de causa y efecto sobre el defecto llamado incompleto (*short shot*), pero se puede decir que los factores **están enredados**, por lo que en muchos casos es difícil resolver el problema tomando una sola medida para obtener una pieza satisfactoria.

A-440



Diagrama de causa y efecto -5

Cita: M7-1, P24



M8-7 Defectos de moldeo relacionados con los moldes

Rebaba ()

<p>Fenómeno y causas</p> 	<p>Fenómeno en que la resina sale en parte de la colada o en la de PL. Se presenta rebaba solamente en una parte de las múltiples cavidades que tiene el molde (<i>Gate</i> tapado). * En muchos casos es causada por las condiciones de moldeo.</p>
<p>Factores relacionados con el molde</p>	<ol style="list-style-type: none"> Falta de cierre en la cara de PL. Defecto causado por el desgaste de la esquina. Deformación causada por la presión de inyección (Falta de rigidez del molde). Deformación causada por la fuerza de cierre del molde. Exceso de llenado y generación de rebaba debido a la obstrucción del <i>gate</i> (moldeo con múltiples cavidades).
<p>Medidas a tomar relacionadas con el molde</p> 	<ol style="list-style-type: none"> Verificar el contacto de la cara PL con el estado del molde montado en la máquina inyectora. Reparar la parte desgastada de la esquina (Soldadura o ajuste de la cara dando golpes). Medidas contra deformación del molde --- Agregar pilares de soporte. Pulir las partes del <i>gate</i> (Medidas para desmoldear fácilmente la parte del <i>gate</i>). * En unos casos, el bajar la fuerza de cierre del molde ayuda a reducir la deformación del molde, generando menos rebaba.

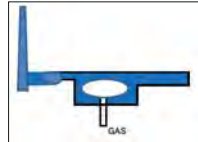
M8-7 Defectos de moldeo relacionados con los moldes

Rechupe ()

Fenómeno y causas	Fenómeno en que la superficie del producto presenta un hundimiento causado por la contracción de la resina. Tiende a aparecer cuando el espesor de la pieza moldeada no es uniforme o la pieza tiene un refuerzo o un cubo gruesos en el otro lado. * Suele presentarse por diseño inadecuado del molde.
Factores relacionados con el molde	1. La temperatura del molde es demasiado alta o no es uniforme. 2. La colada y el <i>gate</i> son pequeños. 3. Hay lugares donde su espesor es grueso.
Medidas a tomar relacionadas con el molde	1. Corregir o agregar canales de enfriamiento. 2. Ampliar la colada o el <i>gate</i> . 3. Uniformar el espesor. * Existe una manera de hacer moldeo con asistencia de gas.



Defectos de moldeo relacionados con los moldes



5

M8-7 Defectos de moldeo relacionados con los moldes

Disparo Corto ()

Fenómeno y causas	Fenómeno en que la cavidad del molde no está llena completamente por el material. Debido a la falta de resina, a una alta viscosidad de la resina, a falta de la presión de llenado y/o mal funcionamiento de extracción del aire del molde, etc.
Factores relacionados con el molde	1. La temperatura del molde es baja. 2. El espesor de la cavidad es delgado. 3. El bebedero (<i>sprue</i>), colada y <i>gate</i> son pequeños. 4. Mal funcionamiento de extracción del aire, falta de venteo de gases. 5. Mal balanceado del <i>gate</i> , mala ubicación del <i>gate</i> , falta de venteo de gases.
Medidas a tomar relacionadas con el molde	1. Revisar el canal de enfriamiento y la temperatura configurada. 2. Incrementar el espesor de la cavidad. 3. Ampliar el bebedero (<i>sprue</i>) y la colada. 4. Adicionar el venteo de gases. 5. Mejorar la posición y balanceo del <i>gate</i> . * En algunos casos, al bajar la fuerza de cierre del molde, mejora el venteo de gases y se corrigen los disparos cortos.



Defectos de moldeo relacionados con los moldes

6

M8-7 Defectos de moldeo relacionados con los moldes

Rasguños del molde y rozadura ()

Fenómeno y causas	Fenómeno en que se presentan rozaduras en el lado lateral de la pieza al abrir el molde, fenómeno que se presenta en la parte de refuerzo al momento de la eyección. Debido a exceso de llenado, falta de precisión del molde, falta de ángulo de desmoldeo o del pulido del molde.
Factores relacionados con el molde	1. La textura de la superficie es áspera. 2. Tiene poco ángulo de desmoldeo. 3. Mala precisión del molde (tiene una estructura que se pandea fácilmente). 4. Se presenta rebaba en la cara PL (existe parte de <i>undercut</i>). 5. Mala aspereza de la cara de refuerzo. Falta de venteo de gases.
Medidas a tomar relacionadas con el molde	1. Revisar la aspereza de la textura. 2. Incrementar la inclinación del ángulo de desmoldeo. 3. Antideslizante, anti-pandeo, agregar o revisar una estructura de espiga (<i>spigot structure</i>). 4. Eliminar la rebaba con el pulido. 5. Agregar pulido o pernos eyectores



Defectos de moldeo relacionados con los moldes

7

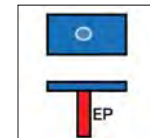
M8-7 Defectos de moldeo relacionados con los moldes

Ruptura, blanqueamiento ()

Fenómeno y causas	Fenómeno en que se presentan rupturas o blanqueamiento en la parte del perno eyector por una resistencia grande al momento de desmoldear la pieza en la eyección. Las causas están en un exceso de llenado, en la mala distribución de pernos eyectores, diámetro de EP muy delgado, falta de pulido de la parte del corazón, etc.
Factores relacionados con el molde.	1. El diámetro del perno eyector es delgado. 2. El número de pernos eyectores es poco y están mal distribuidos. 3. Falta el pulido del corazón. Falta el ángulo de desmoldeo. 4. Mal desmoldeo del bebedero (<i>sprue</i>).
Medidas a tomar relacionadas con el molde	1. Aumentar el diámetro del perno eyector. 2. Incrementar el número de pernos eyectores y mejorar su distribución para que esté más balanceada. 3. Pulir el corazón (pulir en la dirección del desmoldeo), aumentar el ángulo de desmoldeo. 4. Ajustar el pulido, modificar el ángulo de desmoldeo.



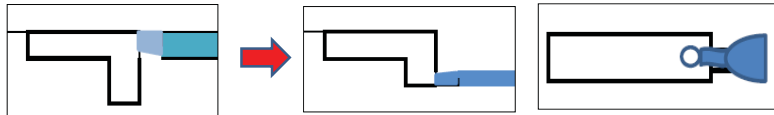
Defectos de moldeo relacionados con los moldes



8

M8-7 Defectos de moldeo relacionados con los moldes **Jetting ()**

Fenómeno y causas	Marca de flujo de la resina que aparece cerca del <i>gate</i> . El <i>flow front</i> (parte del frente de flujo) sale del <i>gate</i> como ráfagas.
Factores relacionados con el molde	<ul style="list-style-type: none"> • El área de corte del <i>gate</i> es pequeña. • El <i>gate</i> está colocado en la parte abierta.
Medidas a tomar relacionadas con el molde	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar el diámetro del <i>gate</i>. • Modificar la posición del <i>gate</i> para que el flujo “choque con la pared” o “choque con un perno”.

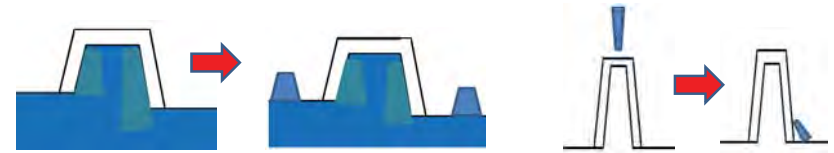


Defectos de moldeo relacionados con los moldes

9

M8-7 Defectos de moldeo relacionados con los moldes **Desbalanceo del espesor ()**

Fenómeno y causas	Fenómeno en que la posición entre la cavidad y el corazón está deslizada y/o se dobla el perno del corazón, generando una diferencia en el espesor de la pieza moldeada. Causado por una estructura incorrecta de posicionamiento del molde o posición inadecuada del <i>gate</i> .
Factores relacionados con el molde	<ol style="list-style-type: none"> 1. Las posiciones de la cavidad y del corazón se deslizan por la presión de la resina. 2. El corazón se cae por la presión de la resina.
Medidas a tomar relacionadas con el molde	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mejorar la definición de posiciones y la estructura de espiga (<i>spigot structure</i>). 2. Modificar la posición y especificación del <i>gate</i>.



Defectos de moldeo relacionados con los moldes

10

M8-7 Defectos de moldeo relacionados con los moldes **Quemado de gases ()**

Fenómeno y causas	Cuando el venteo de gases en el molde es insuficiente, el gas residual es comprimido adiabáticamente, causando una alta temperatura y generando quemado. Esto aparece en el lugar del último llenado.
Factores relacionados con el molde	<ol style="list-style-type: none"> 1. Falta la extracción de gases. 2. La temperatura del molde es demasiado alta.
Medidas a tomar relacionadas con el molde	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ajustar el volumen de venteo de gases, revisar el mecanismo de venteo. 2. Ajustar la temperatura del molde y revisar el circuito de enfriamiento. <p>*Suele mejorarse el quemado de gases por medio de bajar la fuerza de cierre del molde, lo cual ayuda a la extracción de gases.</p>

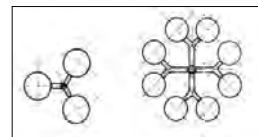


Defectos de moldeo relacionados con los moldes

11

M8-7 Defectos de moldeo relacionados con los moldes **Variación en dimensiones ()**

Fenómeno y causas	Fenómeno en que se presenta una variación de las dimensiones de las piezas moldeadas por un molde de múltiples cavidades, que no cumple con la tolerancia. Causado por una variación grande en las dimensiones de las cavidades o un mal balanceado del llenado.
Factores relacionados con el molde	La variación de dimensiones de las cavidades es grande. La variación de coladas y gates es grande. La variación de extracción del aire y de venteo de gases es grande. La variación de temperaturas del molde es grande. Falta de venteo de gases.
Medidas a tomar relacionadas con el molde	Reducir la variación de dimensiones entre las cavidades. Reducir la variación de dimensiones de coladas y gates. Reducir la variación de dimensiones en el venteo de gases. Revisar el circuito de temperatura del molde, verificar y ajustar el volumen de flujo de cada uno de los circuitos.



Defectos de moldeo relacionados con los moldes

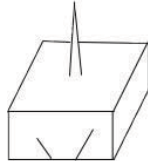
12

M8-7 Defectos de moldeo relacionados con los moldes **Línea de unión ()**

Fenómeno y causas	Fenómeno en que se presentan huellas en forma de líneas delgadas como un hilo en forma de V en los lugares de unión de más de 2 <i>flow fronts</i> (parte del frente de flujo) Causado por una baja velocidad de inyección, una baja temperatura de la resina, y/o una baja temperatura del molde.
Factores relacionados con el molde	<ol style="list-style-type: none"> 1. La temperatura del molde es baja, causando mala fluidez de la resina. 2. La posición del <i>gate</i> es inadecuada o el diámetro del <i>gate</i> es pequeño. 3. Falta el volumen de venteo de gases o el venteo de gases está obstruido.
Medidas a tomar relacionadas con el molde	<ol style="list-style-type: none"> 1. Subir la temperatura del molde. 2. Modificar la posición del <i>gate</i> o aumentar el diámetro del <i>gate</i>. 3. Agregar más venteo de gases, realizar mantenimiento de la parte de venteo de gases



Defectos de moldeo relacionados con los moldes



M8-7 Defectos de moldeo relacionados con los moldes **Marca de flujo ()**

Fenómeno y causas	Fenómeno en que se presentan marcas de rayas alrededor del <i>gate</i> . Causado por la baja temperatura de la resina, y/o del molde, la baja velocidad de inyección, o cuando hay un cambio drástico del espesor del producto.
Factores relacionados con el molde	<ol style="list-style-type: none"> 1. La temperatura del molde es baja. 2. La colada o <i>gate</i> son pequeños. 3. El aire escapa mal dentro de la cavidad. 4. El espesor del producto es grueso, o tiene varias esquinas agudas.
Medidas a tomar relacionadas con el molde	<ol style="list-style-type: none"> 1. Subir la temperatura del molde. 2. Ampliar la colada y el <i>gate</i>. 3. Agregar y/o ampliar el venteo de gases. 4. Evitar un espesor grueso. En un escalón perpendicular a la dirección del flujo de la resina, dar siempre un radio a la esquina perpendicular.

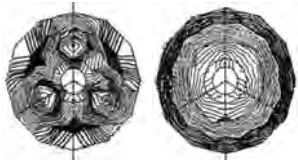


Defectos de moldeo relacionados con los moldes



M8-7 Defectos de moldeo relacionados con los moldes **Defectos en coaxialidad ()**

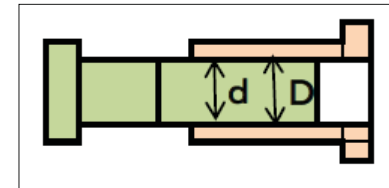
Fenómeno y causas	Fenómeno en que la coaxialidad del eje central del engranaje no sale precisa en un engranaje moldeado. En la mayoría de los casos se presenta este defecto debido al diseño del molde o a la falta de precisión del maquinado. Es importante diseñarlo asegurando la precisión de la coaxialidad. En important analizar el balance, número y posición de los <i>gates</i> para asegurar la redondez.
Factores relacionados con el molde	Mala precisión del molde por mal diseño. Mal balanceado de llenado entre <i>gates</i> múltiples (redondez). Por la ubicación inadecuada de <i>gates</i> (redondez).
Medidas a tomar relacionadas con el molde	Diseñar molde o inserto, considerando la precisión de la coaxialidad. Ajustar el balanceo de <i>gates</i> múltiples (redondez). Modificar la posición de <i>gates</i> (redondez).



Defectos de moldeo relacionados con los moldes



M8-7 Defectos de moldeo relacionados con los moldes **Claro (Clearance) entre GP (guide pin) y GB (guide bush)**

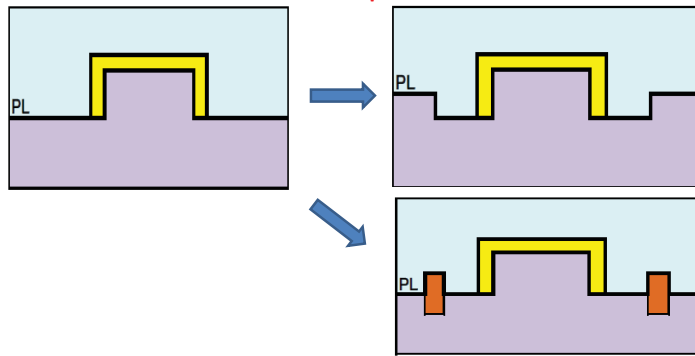


	$\Phi 25$
D (GB)	(-0.010 ~ -0.015)
d (GP)	(-0.025 ~ -0.030)
	0.010~0.020

Defectos de moldeo relacionados con los moldes

M8-7 Defectos de moldeo relacionados con los moldes

Manera de definir la posición entre las PL



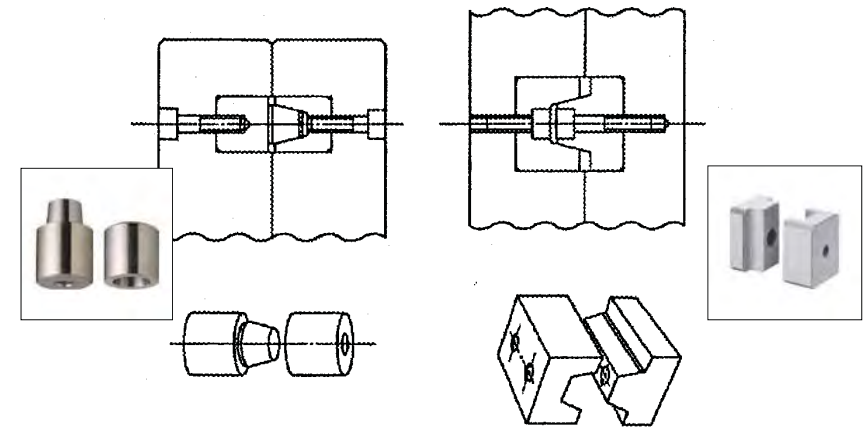
El GP no es suficiente para definir la posición precisa entre las PL y el GP. Se debe utilizar la estructura de espiga entre el corazón y la cavidad, el perno localizador o *block* localizador según la necesidad.

Defectos de moldeo relacionados con los moldes

17

M8-7 Defectos de moldeo relacionados con los moldes

Partes para acoplamiento entre las PL



Acoplamiento por perno cónico

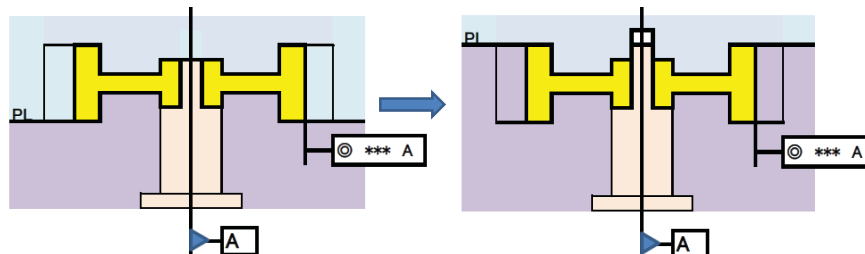
Acoplamiento por block cónico

Defectos de moldeo relacionados con los moldes

18

M8-7 Defectos de moldeo relacionados con los moldes

Distribución del inserto cuando se requiere la coaxialidad



Es difícil asegurar la precisión de coaxialidad del molde, cuando la distribución del inserto del engranaje y del perno central están separados en el lado fijo y el lado móvil. La precisión del molde puede mejorar al colocarlos juntos en el lado móvil.

Cuando el perno central toca el producto, éste puede presentar rebaba lateral, convirtiéndolo en defectuoso. El método en que el perno lanza puede ayudar al aire a escapar y ampliar el rango de condiciones de moldeo. En este caso, si se presenta rebaba, será de forma vertical, pero las rebabas pequeñas suelen cumplir con el margen de tolerancia para el ensamblaje.

Defectos de moldeo relacionados con los moldes

19