

# Sistemas para reducir el bebedero en la inyección de materiales plásticos

Dipl.-Ing. (FH) J. Schreyer y Dr.-Ing. P. Schulz, Pfreimd

*Los moldes con canal caliente poseen, frente a los moldes con canal frío, ventajas, que resultan de la supresión de los distribuidores de inyección. Sin embargo, la contrapartida de estas ventajas son costes y problemas de funcionamiento. De la gran variedad de sistemas existentes para el equipamiento de los moldes y para la modificación de moldes con canal frío se eligieron algunos para realizar pruebas prácticas, de las que se informa.*

## Sistemas con canal caliente para reducir la mazarota

En primer lugar, lo más inmediato es eliminar únicamente la mazarota, lo que es suficiente en numerosos casos, sobre todo, cuando se trata de moldes sencillos. Para ello entran en consideración boquillas de máquina o casquillos de inyección con calefacción. Sin embargo, estos dos sistemas conservan todavía un distribuidor mínimo y un bebedero muy pequeño respectivamente. Para eliminar también este residuo, se necesitan boquillas con canal caliente.

## Boquillas de máquina con calefacción

Basándose en las experiencias hechas con sistemas comerciales se desarrolló una construcción, que debía cumplir las siguientes condiciones:

- Utilización universal, tanto como boquilla sumergida, como en forma de boquilla normal para moldes estándar,
- regulación de la profundidad de inmersión,
- absorción de la fuerza de apoyo de la boquilla durante la inyección en el plano de separación,
- utilización en todos los tamaños de máquina existentes en nuestra planta con uno pocos diseños fundamentales,
- calefacción regulada y
- perfil de temperatura uniforme.

La figura 1 muestra la construcción de una boquilla de máquina de esta clase. Esencialmente se compone de la pieza central 1 con rosca de acoplamiento con el cilindro de inyección y con una rosca para la

punta 2 de la boquilla. Sobre el vástago de la pieza central se coloca un cartucho de tubo helicoidal 3 para la calefacción, que se cubre con una camisa 4. Estos cartuchos de tubo helicoidal, que son productos de serie, se construyen de tal modo, que aseguren una distribución uniforme de la temperatura en la pieza central de la boquilla de máquina. Esto se consigue separando las espiras de calefacción en la parte central de la boquilla.

La regulación de la boquilla se realiza con un regulador de tres puntos. La sonda de temperatura 5 se aloja en la pieza central, contrariamente a algunas boquillas comerciales en las que se aloja en la espiral de calefacción. La ventaja es que se miden y regulan las temperaturas de la masa y no las de la calefacción eléctrica.

Con el tipo fundamental, construido según figura 1, se realizaron pruebas en varias máquinas con distintos moldes, materiales plásticos diferentes y condiciones de fabricación también distintas. Después de algunas semanas se observó un gran desgaste en las superficies de asiento 8 en el molde. Este desgaste aumenta, cuando es preciso trabajar con extracción de la boquilla. En el caso extremo da lugar a fugas entre la boquilla y el taladro de asiento en el molde, lo que conduce a un escape de masa y a presiones no controladas. Estos fenómenos de desgaste se deben a un pandeo de la unidad de inyección y a las cargas puntiformes en la zona de asiento, derivadas de ellas. Si es posible evitar esto y si se puede trabajar con la boquilla asentada permanentemente, es recomendable el empleo de boquillas de máquina. Sin embargo, se debe tener en cuenta, que en el caso de masas fundidas poco viscosas se debe trabajar con retroceso del husillo. Cuando se trate de materiales con un margen de temperaturas de transformación estrecho, puede suceder, que la disipación del calor en la parte delantera de la boquilla, debida al contacto íntimo con el molde más frío, cree problemas. Las interrupciones de la producción pueden dar lugar a una congelación de la boquilla. Los materiales plásticos estándar con un margen amplio de la tempera-

tura de transformación no crean problemas.

## Casquillo de inyección con calefacción

Los casquillos de inyección con calefacción brindan igualmente la posibilidad de eliminar la barra de inyección con excepción de una mazarota mínima. Con ello son una alternativa de las boquillas de máquina con calefacción. Con casquillos de inyección con calefacción (tipo *Incoe*) se obtuvieron resultados positivos en el caso de los materiales plásticos estándar, cuando se tuvieron en cuenta las instrucciones de montaje y de regulación del fabricante. En el montaje es imprescindible tener en cuenta, que las boquillas estén retrasadas unos 0,2 a 0,5 mm con relación al plano de separación del molde. El disco de material plástico, que se forma sirve para el aislamiento térmico frente al molde. Si no se tiene esto en cuenta, se sobrecarga el elemento de calefacción y se avería después de un cierto tiempo. El casquillo de inyección con calefacción tiene, con relación a la boquilla de máquina caliente, el inconveniente de que se necesita un casquillo para cada molde.

## Boquillas con canal caliente para la inyección sin mazarota alguna

Bajo boquillas con canal caliente deben entenderse sistemas que llevan la masa fundida directamente hasta la pieza de material plástico, eliminando así totalmente la mazarota. Para poder hacer estudios comparativos, se construyó en primer lugar un molde sencillo con una sola cavidad, que permitía utilizar sucesivamente diferentes sistemas de canal caliente con un coste reducido, figura 2. Se estudiaron los sistemas representados en las figuras 2 a 5.

La boquilla enchufada es una de las boquillas con canal caliente más antiguas, que en la actualidad todavía se construye en los talleres propios, figura 2. La pieza fundamental de la boquilla es un torpedo de cobre-berilio, que se rosca en un bloque, que se calienta con un cartucho heli-

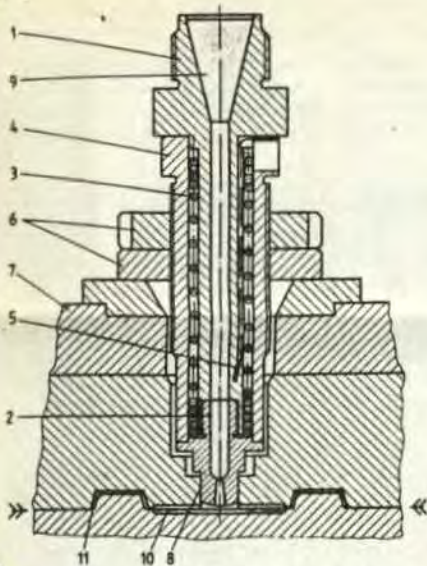


Fig. 1. Boquilla de máquina con calefacción

1 pieza central, 2 punta de la boquilla, 3 cartucho de tubo helicoidal, 4 casquillo, 5 termopar, 6 tuercas ranuradas, 7 molde (lado de inyección) 8 superficie de asiento, 9 masa, 10 distribuidor auxiliar, 11 pieza modelada

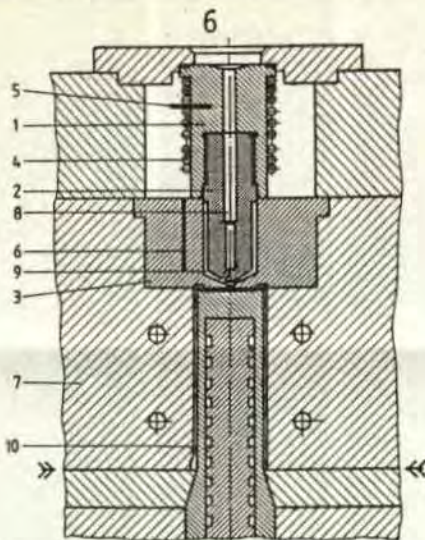


Fig. 2. Detalle de un molde experimental con boquilla enchufada

1 bloque de asiento, 2 torpeda de Cu-Be, 3 inserción del molde (casquillo de antecámara), 4 cartucho de tubo helicoidal, 5 termopar (bloque de asiento), 6 termopar (inserción), 7 molde (lado de inyección), 8 masa, 9 ranura de aislamiento (material plástico), 10 pieza modelada

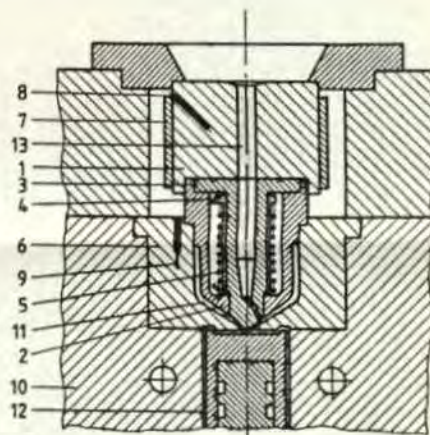


Fig. 3. Detalle de un molde experimental con boquilla con canal caliente, sistema Thermoplay

1 bloque de asiento, 2 camisa de acero, 3 torpeda de Cu-Be, 4 casquillo, 5 cuerpo de calefacción, 6 cavidad del molde (casquillo de antecámara), 7 cinta de calefacción anular, 8 termopar (bloque de asiento), 9 termopar (inserción), 10 molde (lado de inyección), 11 ranura de aislamiento (material plástico), 12 pieza modelada, 13 masa

coidal de 220 V y cuya temperatura se regula con un regulador de tres puntos. El calentamiento de la boquilla se produce únicamente por conductividad a través del bloque de asiento. Igual que en los restantes sistemas, se prevé una ranura de aislamiento entre el casquillo de antecámara y la inserción de la cavidad del molde.

La boquilla, según figura 3, se compone esencialmente de un macho de boquilla de cobre-berilio con canal de masa interior, que se calienta con un cartucho helicoidal. Adicionalmente tiene lugar una transmisión de calor por conductividad desde la barra de distribución de canal caliente o, en este molde experimental, a partir del bloque de asiento caliente. El macho de la boquilla con el cartucho helicoidal se capsula en una camisa de acero, que forma con la antecámara y con la inserción una ranura de aislamiento llena de material plástico, que sella la antecámara y que se une con unión cinemática de forma con el molde. Para el calentamiento de esta boquilla se necesita un aparato de mando independiente.

La boquilla representada en la figura 4 se compone de un torpeda interior con calefacción directa y con una camisa de boquilla. Contrariamente a los sistemas descritos hasta ahora, el calentamiento del producto de moldeo se realiza desde el interior. No es posible una regulación con sondas de temperatura. La masa solidifica en la camisa de la boquilla y produce un efecto aislante hacia el molde (se conoce

como sistema de canal caliente frío). La construcción del punto de inyección es análoga a la de la boquilla de la figura 3. La punta de la boquilla queda a haces de la pared de la cavidad del molde.

El sistema representado en la figura 5 se compone de un bloque de cobre-berilio en el que se capsula el cuerpo de calefacción. Con ello se consigue un atemperado uniforme de la totalidad de la boquilla. La conexión se hace como en el caso de un cartucho de calefacción normal, es decir a 220 V con regulación por medio de un regulador de tres puntos combinado con una sonda de temperatura.

#### Resultados obtenidos con las boquillas con canal caliente estudiadas

Con todas las boquillas se transformaron tanto materiales plásticos estándar (poliestireno (PS) y polietileno (PE)) como materiales plásticos técnicos (poliamida (PA), polibutilentereftalato (PBT), poliacetil (POM), polimetilmetacrilato (PMMA) y polircarbonato (PC)). Los resultados pusieron de manifiesto, que, en principio, es perfectamente posible modificar los moldes con bebedero en forma de barra con boquillas con canal caliente para la fabricación de piezas de materiales plásticos técnicos con una elevada calidad. Sin embargo, la geometría de inyección modificada y con condiciones de llenado distintas, debido a ella, pueden dar lugar a diferencias dimensionales.

#### Barra de distribución con canal caliente - Condición previa para moldes múltiples con canal caliente

En todo molde múltiple con canal caliente es preciso anteponer a las boquillas con canal caliente una barra de distribución con canal caliente, figura 6, para la distribución de la masa fundida. Fundamentalmente debe cumplir los siguientes requisitos:

- La temperatura de la masa debe ser en lo posible uniforme en todo el camino de flujo.
- No se debe producir un deterioro térmico de la masa fundida.
- El sistema debe ser estanco.

Por regla general, es preciso, que estas barras de distribución se adapten a la disposición de las piezas modeladas en el molde. Por ello, es frecuente, que se construyan en los talleres propios, siempre, que no sea posible utilizar barras de distribución normalizadas existentes en el mercado. Los diámetros de los canales de distribución se deben dimensionar de tal modo, que después de cada tercer emboлада se produzca una sustitución completa de la masa. Cuando se trata de materiales delicados, es conveniente, que el diámetro de los canales no sea inferior a 8 mm, para que las velocidades de flujo no sean demasiado grandes. La superficie de los canales de distribución debe poseer la calidad de un mecanizado fino ( $R_r$  50  $\mu$ m). Se debe prestar especial atención a los

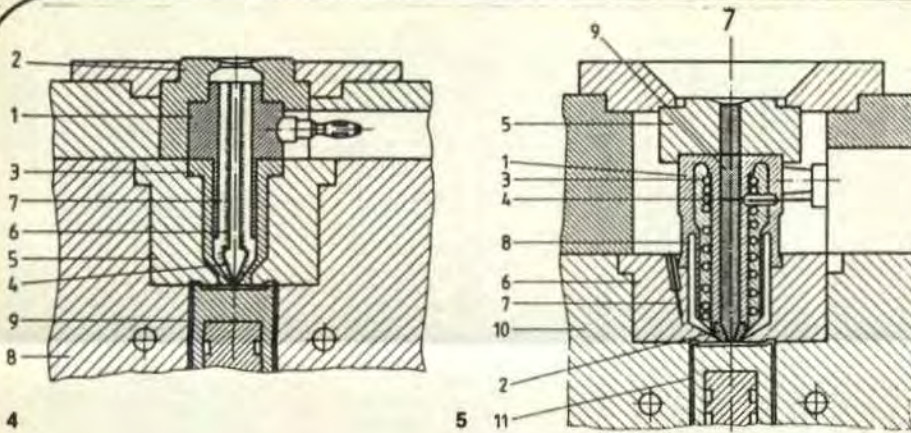


Fig. 4. Detalle de un molde experimental con boquilla con canal caliente, sistema Ewikon

1 boquilla con canal caliente, 2 alojamiento, 3 casquillo de antecámara, 4 torpedo con calefacción interior, 5 cavidad del molde, 6 masa, 7 masa solidificada (aislamiento), 8 molde (lado de inyección, 9 pieza modelada

Fig. 5. Detalle de un molde experimental con una boquilla con canal caliente con punto de inyección abierto, sistema Mold-Masters

1 boquilla con canal caliente (cuerpo de la boquilla), 2 punta de titanio, 3 cuerpo de calefacción capsulado en Cu-Be, 4 termopar (boquilla con canal caliente) 5 alojamiento, 6 inserción del molde, 7 termopar (inserción), 8 ranura de aire (anillo aislante), 9 canal de masa, 10 molde (lado de inyección), 11 pieza modelada

bulones de cambio de sentido (pos. 7 en la figura 6), que se prevén en los puntos de cambio de sentido de la masa para hermetizar la barra de distribución con canal caliente. Estos bulones se deben construir de tal forma, que se eviten con seguridad las esquinas muertas, con el fin de excluir daños térmicos del material. En la práctica dieron buenos resultados los bulones de cambio de sentido de dos piezas. Las partes redondeadas se deben mecanizar una vez montadas, para garantizar un canal sin transiciones, es decir liso. El material del bulón de cambio de sentido depende del material plástico a transformar.

El montaje de la barra de distribución con canal caliente en el molde se debe realizar con especial esmero, teniendo en cuenta algunas reglas esenciales. El apoyo de la barra de distribución en las placas del molde se tiene que realizar a través de piezas y de casquillos de presión, para que la disipación del calor por conducción sea pequeña. Cada casquillo de presión se debe situar frente a una pieza de presión. Las piezas de presión representadas en la figura 6 dieron buenos resultados. Durante el montaje deben recibir un pretensado por medio de una sobremedida de 0,03 a 0,05 mm. Con esta sobremedida y con la dilatación térmica de la barra de distribu-

ción se garantiza una estanqueidad suficiente de las boquillas, debida a la presión superficial que se produce. Igualmente, se debe cuidar, que los casquillos de presión alojados en la placa del molde no se unan de forma rígida con la barra de distribución, para que ésta se pueda desplazar con la dilatación térmica. Es imprescindible tener en cuenta esta dilatación térmica en el proyecto, para que, en estado caliente, el canal de masa de la barra de distribución coincida con el de la boquilla. Es aconsejable rectificar las piezas de presión una vez montadas, para que sus alturas sean absolutamente iguales.

El calentamiento de la barra con canal caliente se hace en general con cartuchos de calefacción de alto rendimiento o con cuerpos de calefacción tubulares conformables. Cuando se utilicen cartuchos de alto rendimiento, es preciso cuidar especialmente su asiento. Se obtuvieron buenos resultados con taladros con tolerancia H7. Para ello ofrecen los fabricantes de estos cartuchos escariadores, que permiten obtener una superficie de buena calidad (acabado fino), que es necesaria para garantizar una transmisión de calor buena. Las ranuras de aire reducirían considerablemente la duración del cartucho de calefacción. Una alternativa consiste en alojar el cartucho en taladros partidos, que

se cierran después a presión. Este método es una alternativa buena de los taladros H7, cuyo mecanizado es difícil, incluso desde el punto de vista de la sustitución del cartucho. Los cartuchos de calefacción se deben disponer a una distancia suficientemente grande ( $> 15$  mm) del canal de distribución, para no deteriorar térmicamente el producto de moldeo.

Otra alternativa son los cuerpos de calefacción tubulares. Tienen la ventaja de que se pueden conformar de acuerdo con la forma de la barra de distribución con canal caliente y con la posición de las boquillas con canal caliente. Estos cuerpos de calefacción tubulares se capsulan con una masilla térmicamente conductora en una ranura previamente fresada.

La potencia de calefacción instalada para las barras de distribución con canal caliente debe ser de 200 a 300 W/kg de peso del distribuidor aproximadamente. Para reducir las pérdidas de calor por radiación es recomendable cubrir la superficie de la barra con placas de aislamiento o con placas de aluminio bruñidas. Igualmente, se debe tener en cuenta, que la cámara del distribuidor con canal caliente esté totalmente cerrada, para que no se produzca un efecto de chimenea.

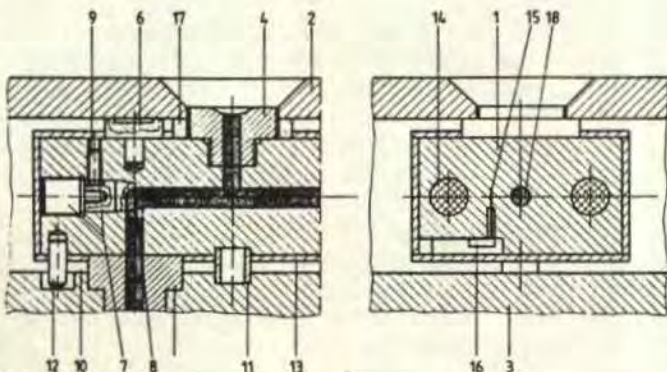


Fig. 6. Barra de distribución con canal caliente

1 barra de distribución con canal caliente, 2 placa de fijación, 3 placa de la cavidad del molde, 4 casquillo de inyección, 5 boquilla con canal caliente, 6 pieza de presión, 7 bulón de cambio de sentido de dos piezas (formado por pieza de cambio de sentido y tornillo Allen), 8 superficie de asiento (con canto vivo), 9 centrado para el bulón de cambio de sentido, 10 ranura de aire (aislamiento), 11 casquillo de centrado, 12 bulón de centrado, 13 placa de aislamiento térmico, 14 cartucho de calefacción de alto rendimiento, 15 termopar, 16 soporte del termopar, 17 junta anular, 18 canal de masa

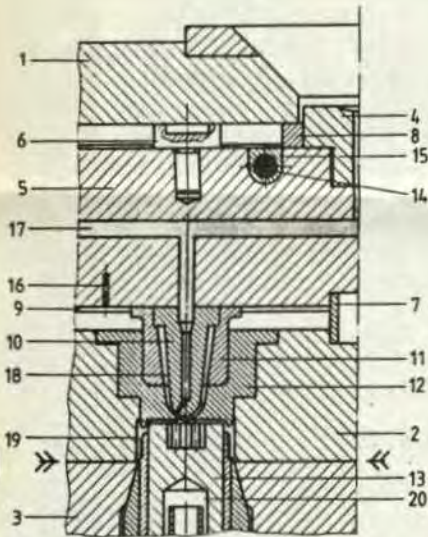


Fig. 7. Detalle de un molde con 16 cavidades para un cierre con el sistema de canal caliente con boquilla enchufada

1 placa de fijación, 2 placa de cavidades del molde, 3 placa de expulsores, 4 casquillo de inyección, 5 barra de distribución con canal caliente, 6 pieza de presión, 7 casquillo de centrado, 8 junta anular, 9 placa de aislamiento térmico, 10 torpedos, 11 casquillo de presión, 12 inserción del molde, 13 inserciones, lado de expulsorew, 14 cuerpo de calefacción tubular, 15 masa termoconductor, 16 termopar, 17 canal de masa, 18 masa solidificada (aislamiento), 19 pieza modelada, 20 refrigeración

### Sistemas con canal caliente múltiples

En principio, todo sistema con canal caliente múltiple se compone de una barra de distribución con canal caliente y de boquillas con canal caliente. La figura 7 muestra la construcción de un sistema de canal caliente con boquilla enchufada para un molde de 16 cavidades. Con él se fabrica un cierre de polietileno de alta densidad. Este sistema, relativamente sencillo, se compone de una barra de distribución con canal caliente, en forma de H, regulada desde el punto de vista de la temperatura y calentada con cuerpos de calefacción tubulares, y de boquillas enchufadas. En las primeras pruebas de inyección se comprobó, que la barra de distribución con canal caliente tenía que trabajar con una temperatura más alta para evitar el enfriamiento de las boquillas calentadas únicamente por conductividad. Esta medida no es problemática, cuando se trata de materiales plásticos con un margen amplio de las temperaturas de transformación. Además, en el caso de estas piezas fue preciso incrementar, en comparación con el molde de tres placas utilizado ante-

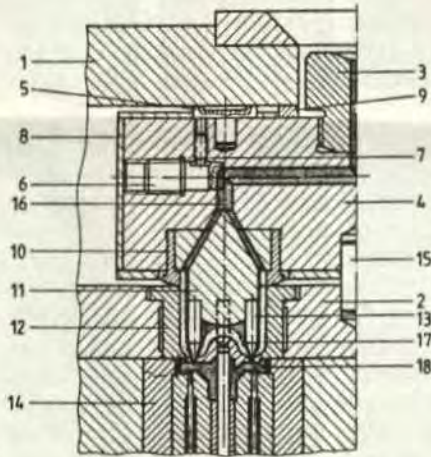


Fig. 8. Detalle de un molde triple para engranajes con el sistema de canal caliente con torpedo termoconductor con calefacción indirecta, sistema Hoechst

1 placa de fijación, 2 placa de cavidades del molde, 3 casquillo de inyección, 4 barra de distribución con canal caliente, 5 pieza de presión, 6 bulón de cambio de sentido de dos piezas, 7 centrado, 8 placa de aislamiento térmico, 9 junta anular, 10 casquillo de presión, 11 torpedos, 12 inserción del molde, 13 torpedos montados, 14 inserciones, del lado de los expulsores, 15 espiga de centrado, 16 canal de masa, 17 masa solidificada (aislamiento), 18 pieza modelada

riormente, la presión y el tiempo de inyección. Esto se debe a la mayor resistencia a flujo en la totalidad del sistema. Estos inconvenientes se eliminaron fabricando boquillas enchufadas huecas con una superficie de transmisión de calor hacia la barra de distribución con canal caliente mayor, al mismo tiempo, que son de Elmedur X, cuya conductividad térmica ( $322 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ ) es considerablemente mayor que la del cobre-berilio ( $195 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ ), así como incrementando las secciones de flujo tanto en la barra de distribución con canal caliente como en las boquillas. Después de estas modificaciones, el sistema funcionó sin problema alguno.

Otro sistema, utilizado con mucha frecuencia, es el torpedo termoconductor con calefacción indirecta, figura 8. La construcción de este sistema es análoga a la de las boquillas enchufadas. El calentamiento de las boquillas se produce igualmente por conducción a partir de la barra de distribución. La corriente de masa se subdivide en la boquilla propiamente dicha y se conduce después a través de los torpedos al punto de inyección. La ventaja de este sistema reside en el hecho de que es posible

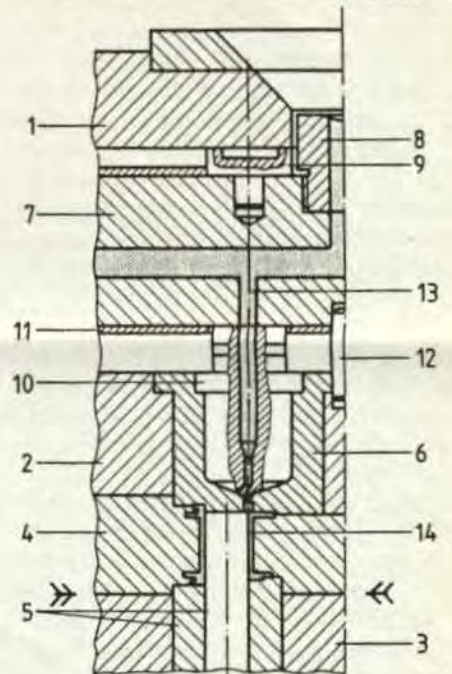


Fig. 9. Detalle de un molde óctuple para cuerpos de bobina con canal caliente, sistema Ther-moplast

1 placa de fijación, 2, 3 placa de cavidades del molde, 4 corredera, 5 inserciones, del lado de los expulsores, 6 inserción de la cavidad del molde (casquillo de antecámara), 7 barra de distribución con canal caliente, 8 casquillo de inyección, 9 pieza de presión, 10 boquilla con canal caliente, 11 placa de aislamiento térmico, 12 espiga de centrado, 13 canal de masa, 14 pieza modelada

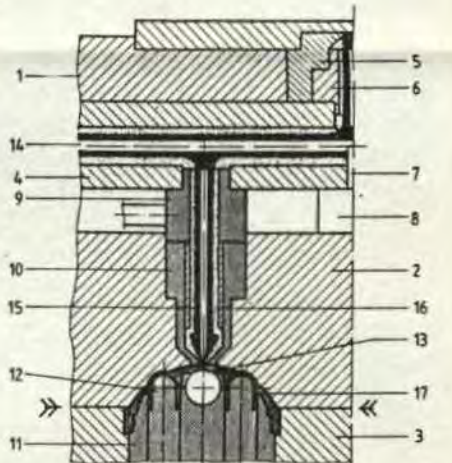


Fig. 10. Detalle de un molde doble para cuerpos de válvula con canal caliente, sistema Ewikon

1 placa de fijación, 2, 3 placa de cavidades del molde, 4 barra de distribución con canal caliente, 5 alojamiento, 6 boquilla de unión, 7 apoyo de la calefacción, 8 apoyo, 9 boquilla con canal caliente, 10 casquillo de antecámara, 11 inserción de la cavidad del molde, 12 macho, 13 inserción de la corredera, 14 elemento de calefacción central, 15 corriente de masa, 16 masa solidificada (aislamiento), 17 pieza modelada

la inyección múltiple en un espacio muy reducido y partiendo de una boquilla.

Este sistema se aplicó a un molde de tres placas para engranajes, que se modificó conservando los tres puntos de inyección primitivos de los engranajes. Por parte del poliacetil utilizado no surgieron problemas de transformación. La calidad obtenida tampoco difería de la de las piezas procedentes del molde de tres placas.

Los sistemas representados en las figuras 3 y 4 también se aplicaron a moldes múltiples. El molde de ocho cavidades para cuerpos de bobina de PBTP, figura 9, se compone de una barra de distribución con canal caliente recta con un punto de regulación, que se calienta con dos cartuchos de alto rendimiento. La barra de distribución se combina con ocho boquillas con canal caliente, que se calientan y regulan individualmente. Para el llenado de las cavidades de estas piezas de pared delgada (grueso de pared 0,5 mm) se requiere un

tiempo de inyección pequeño. Con intervalos irregulares se producían calcinaciones, debidas a los cantos vivos de los taladros del punto de inyección. Redondeando ligeramente los cantos ( $R = 0,2 \text{ mm}$ ) se pudo eliminar este defecto y alcanzar la calidad de producción deseada. Un molde doble de tres placas para un cuerpo de válvula de poliamida reforzada con fibra de vidrio se modificó con el sistema representado en la figura 4, sustituyendo los cuatro puntos de inyección primitivos por un punto de inyección con canal caliente, figura 10. El sistema utilizado para esta modificación es modular y comprende todos los elementos necesarios para la distribución de la masa hasta la pieza modelada. Por ello, tampoco se fabricó una barra de distribución especial. Igual que en el caso de la boquilla, la barra de distribución tampoco requiere un aislamiento con relación al molde. La corriente de masa es gobernada por los elementos de

calefacción interiores de tal modo, que las capas exteriores de material plástico solidifican, dando lugar a un aislamiento en la barra de distribución con relación al molde. En este sistema tampoco surgen los problemas de acoplamiento entre la barra de distribución y el molde, debidos a la dilatación térmica. Se debe cuidar, que el elemento de calefacción central de la barra de distribución se debe proteger contra la presión de inyección para evitar deterioros. Cuando se trata de materiales plásticos reforzados, se debe recurrir a boquillas acorazadas.

Tomado de la Revista :

PLASTICOS UNIVERSALES

Vol. 29 No. 1

Pag. 6-8-10-12 - 1985

### TECNICOS EN MECANICA GENERAL

Con mucho éxito terminó el 30 de Abril, la formación durante cinco semestres y pasantía por tres meses en el "Centro de Desarrollo Tecnológico-ASTIN", un grupo de cinco jóvenes pertenecientes a la Primera Promoción de Técnicos en Mecánica General.

Las prácticas se efectuaron en las instalaciones del SENA-cali, bajo la orientación de profesionales adscritos al Centro Industrial y Centro de Desarrollo Tecnológico-ASTIN.

Durante el proceso teórico-práctico, los integrantes del grupo se instruyeron en el conocimiento y manejo de equipos y maquinaria industrial, dibujo mecánico, control de calidad, tratamientos térmicos, cálculo y diseño de elementos de máquinas, mantenimiento de maquinaria, registro de la información tecnológica, dibujo de máquinas y moldes de inyección.

Los Técnicos que terminaron su formación son :

ULBIO CAMPIÑO QUIÑONES  
MIGUEL ARRECHEA MOLINA  
JAID GALLO GALVEZ  
JUAN CARLOS OTERO JARAMILLO  
GERARDO ALFONSO SALAZAR LUCIO

Las Empresas interesadas en la contratación de los Técnicos que acaba de acreditar el SENA, pueden comunicarse a :

SERVICIO DE INFORMACION Y DIVULGACION TECNOLOGICA - ASTIN

Apartado Aéreo 8053

Tel. 467182 ó 467195 Ext. 362 - Cali