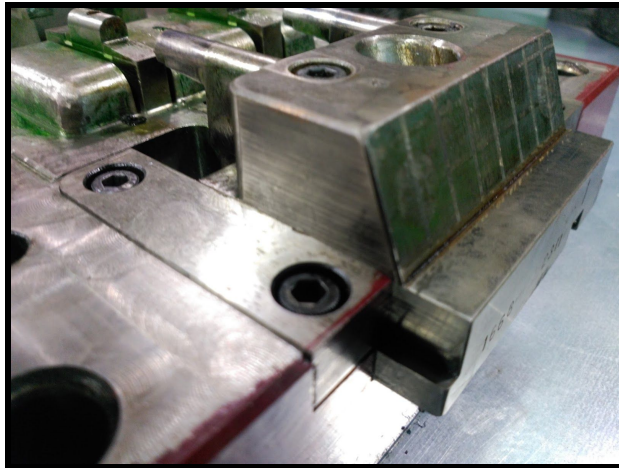




Materiales para fabricación de moldes

En este tema veremos brevemente los materiales empleados para la fabricación de los moldes de inyección de plásticos.



Estos apuntes forman parte del proyecto de FP Dual especializado en Moldes y Matrices desarrollado por **AVIA** y el **IES**

Almussafes

Promotora en AVIA del proyecto: **Elena Lluch**

Asesores (expertos matriceros): **Jorge Navarro** y **Aurelio Mata**

Equipo docente proyecto: **Fernando Soler**, **Rafa López** y **Xavier Aixalà**

Desarrollo y redacción del tema y fotos: **Fernando Soler**



Introducción

Dependiendo de las condiciones de fabricación de cada pieza, los materiales que vamos a emplear para fabricar un molde pueden variar considerablemente. En este tema veremos los materiales más importantes que se emplean para la fabricación de moldes para inyección de plásticos, que son:

- Aceros para herramientas
- Aleaciones de aluminio
- Bronces al aluminio
- Moldmax

Asimismo veremos sus características fundamentales y su ámbito de aplicación.

Características comunes de todos los materiales empleados para moldes de inyección

Todos los materiales empleados para fabricar moldes de inyección de plásticos han de cumplir una serie de características comunes para poder ejercer bien su función. Entre las más importantes destacamos las siguientes:

- *Alta resistencia a la corrosión y el desgaste.* El plástico fundido tiene una capacidad abrasiva muy elevada, por lo que acaba desgastando cualquier material (incluyendo los materiales más duros, como los aceros para herramientas). Es por ello que no podemos emplear materiales que no presenten una muy alta resistencia tanto a la corrosión como al desgaste. Además, los circuitos de refrigeración internos del molde también contribuirán a su oxidación, así como las condiciones de la nave industrial donde se encuentre el molde y otros productos tales como grasas u otros productos químicos que pueda haber presentes en el entorno de trabajo. Excepto para tiradas excepcionalmente cortas (50 piezas máximo), donde se pueden emplear algunos moldes realizados en plástico impresos mediante impresora 3D, lo únicos materiales empleados en la fabricación de moldes serán los aceros, los bronce y las aleaciones de aluminio.
- *Alta conductividad térmica.* Tras inyectar el plástico en el molde, éste ha de enfriarse antes de abrir el molde nuevamente. De ese modo, la productividad del proceso va a depender mucho de la velocidad de enfriamiento del material dentro del molde, el cual va a depender, a su vez, de la conductividad térmica del material del molde. De ese modo, para que la producción por



molde sea rentable, se necesitan materiales con una elevada conductividad térmica (además de incluir circuitos de refrigeración internos).

- *Elevada estabilidad dimensional.* Cuando los moldes se calientan/enfrían, un exceso en la dilatación/contracción del material daría lugar a serios problemas, entre los que destacaríamos los siguientes:
 - *Pérdida de la precisión dimensional de las piezas producidas.* Al dilatar de forma distinta unas partes del molde y otras, la precisión dimensional del molde se vería seriamente afectada, variándose así los espesores y otras magnitudes dimensionales de las piezas finales.
 - *Roturas por fatiga térmica del material.* Al dilatarse/contraerse el molde, se producirían tensiones internas debidas a las diferentes variaciones dimensionales de cada parte, generándose tensiones internas que podrían acabar en roturas del molde o la aparición de fisuras.

Es por ello que todos los materiales empleados en la fabricación de moldes de inyección de plásticos han de poseer una *alta estabilidad dimensional a altas temperaturas*, o lo que es lo mismo, coeficientes de dilatación muy pequeños (es decir, dilatar-contraerse muy poco al variar la temperatura).

Factores que intervienen a la hora de seleccionar un material u otro

Los factores más importantes que intervienen a la hora de seleccionar un material u otro a la hora de fabricar un molde de inyección de plásticos son los siguientes:

- *Tirada de la serie a fabricar.* Según necesitemos hacer una tirada más corta o más larga, emplearemos un material u otro, ya que cada material va a presentar una resistencia al desgaste diferente. De ese modo, la vida esperada del molde va a ser uno de los factores primordiales a la hora de seleccionar unos u otros materiales. En este orden, los materiales empleados serían los siguientes, de mayor a menor durabilidad o tirada:
 - Aceros
 - Bronces al aluminio
 - Aleaciones de aluminio

El moldmax nunca se emplearía para la fabricación de un molde entero debido a su alto coste, sino simplemente como postizos (partes pequeñas de un molde) para ciertas zonas características.



- **Capacidad productiva necesaria.** No todos los materiales conducen el calor con la misma facilidad, de modo que, según el material empleado, el plástico inyectado tardará más o menos tiempo en enfriarse. Cuando más rápido se enfríe el plástico, antes podremos abrir el molde, incrementando la productividad hasta en un 20% según empleemos un material u otro. Tanto los bronce al aluminio como el aluminio tienen una mayor conductividad del calor que el acero, pudiendo incrementar la productividad hasta en un 20% para el mismo sistema de refrigeración.
- **Dificultad de mecanizado.** En general, aquellos materiales más duros y que mejor vayan a soportar el desgaste presentarán mayores complicaciones de mecanizado. Según la maquinaria de la que dispongamos para mecanizar el material (electroerosión, CNC, herramientas...) podremos emplear unos materiales u otros. Por ejemplo, no es lo mismo mecanizar un molde de aluminio que uno de acero para herramientas.

Los aceros y aluminios más usados para fabricación de moldes

Los aceros más empleados para la fabricación de moldes de inyección de plásticos son los siguientes:

Aplicación	Tipo de acero
Soportes de moldes y moldes para soplado	Acero 11730, conocido como DIN C45W, composición 0.45%C, 0.7%Mn, 0.3%Si
Moldes para inyección de plásticos	Aceros al cromo-molibdeno y cromo-molibdeno-vanadio (acero 12311, G40CrMnMo7, acero 12334, X40CrMoV5-1, acero 12738, 40CrMnNiMo8)

Como se puede observar, excepto en el caso de los soportes y moldes para soplado, hablamos de aceros muy duros, con los elementos de aleación que les den una gran dureza, resistencia al desgaste, y alta estabilidad dimensional a altas temperaturas.

En cuanto a los aluminios, se emplean aleaciones como el CERTAL®, basada en la aleación AlZn5Mg3Cu.



Tratamientos térmicos y revestimientos

A los materiales anteriores se les pueden dar tratamientos térmicos para mejorar las propiedades buscadas, así como aplicar revestimientos a las superficies más críticas. Entre los tratamientos térmicos más empleados destacamos los siguientes:

- *Cementación*. Incrementa la dureza de la superficie cementada (a nivel superficial).
- *Nitruración*. Mejora la resistencia al desgaste y la fatiga. No aplicable a aceros resistentes a la corrosión.
- *Templado-revenido*. Con el templado conseguimos gran dureza; con el revenido podemos llevar el material hasta la combinación de dureza-ductilidad deseada.
- *Baño de cromo*. Incrementa la dureza superficial del material, así como su resistencia a la abrasión.
- *Baño de níquel*. Como el baño de cromo, pero para metales no férricos.
- *Revestimientos con metal duro (nitruros de titanio)*. Incrementa la dureza superficial del material, así como su resistencia a la abrasión.

Los revestimientos no se emplean necesariamente en todo el molde, sino simplemente en aquellas zonas que así lo requieran (por ejemplo, en la zona de inyección del molde, a su entrada, podríamos hacer un revestimiento en metal duro para incrementar la resistencia al desgaste de esta zona tan crítica).

En la siguiente tabla podemos encontrar una tabla resumen con las características fundamentales de los materiales más empleados para la fabricación de moldes de inyección de plásticos.



MATERIAL	PROPIEDADES	VENTAJAS	INCONVENIENTES
Acero (acero para herramientas)	<ul style="list-style-type: none"> ● Estabilidad dimensional ● Dureza ● Buena resistencia a la corrosión y a la abrasión ● Se puede mecanizar ● Se puede pulir 	Moldes con larga vida	Moldes más pesados y difíciles de trabajar
Aluminio (aleaciones de aluminio, por ejemplo Certal (marca registrada), basada en la aleación AlZn5Mg3Cu)	<ul style="list-style-type: none"> ● Poco peso ● Estabilidad dimensional ● Buena resistencia a la corrosión y a la abrasión ● Se puede mecanizar fácilmente ● Se puede pulir ● Gran conductividad del calor 	<ul style="list-style-type: none"> ● Incremento de la productividad (hasta un 20% respecto al acero) ● Fácil de mecanizar, rapidez para hacer el molde 	Se desgasta más que el acero
Bronces al Aluminio	<ul style="list-style-type: none"> ● Dureza ● Estabilidad dimensional ● Muy buena resistencia a la corrosión y a la abrasión ● Se puede mecanizar fácilmente ● Se puede pulir ● Gran conductividad del calor 	<ul style="list-style-type: none"> ● Incremento de la productividad (hasta un 20% respecto al acero) ● Mayor durabilidad que el aluminio 	Se desgasta más que el acero
Moldmax (aleación de Cu+Be)	<ul style="list-style-type: none"> ● Duro como los aceros para herramientas ● Estabilidad dimensional ● Buena resistencia a la corrosión y a la abrasión ● Se puede mecanizar ● Se puede pulir ● Gran conductividad del calor 	<ul style="list-style-type: none"> ● Incremento de la productividad (hasta un 20% respecto al acero) ● Mayor dureza que el bronce o el aluminio 	Más caro que el acero

La conductividad térmica es muy importante en la inyección de plásticos porque evita los puntos calientes (al conducirse más el calor, el plástico se enfría antes). Esto da lugar a piezas de plástico mejores y con menor desgaste del molde. Así, una mayor conductividad térmica simplifica más el molde (menor refrigeración,...)