

CRITERIOS PARA SELECCIONAR ACEROS UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCION DE MOLDES PARA INYECCION DE PLASTICOS

Por: Ing. Luis Fernando Gómez
Instructor SENA - C.D.T. ASTIN

INTRODUCCION

El diseñador de moldes debe conocer a fondo los procesos de fabricación con el fin de que sus diseños sean factibles de producir en el taller con los recursos que allí se tengan; debe también elegir con sumo cuidado los materiales con los que se construirá el molde ya, que ello representa, luego del diseño, el punto de partida para establecer la calidad de la pieza inyectada, la duración del molde y el costo por producto elaborado y por consiguiente la rentabilidad del proyecto.

En este artículo se presentan inicialmente los criterios que se deben tener en cuenta al seleccionar aceros de moldes de inyección, para que el diseñador y el constructor de moldes tengan argumentos suficientes al realizar una compra "económica" del acero que mejor satisfaga los requerimientos planteados.

Se hace una clasificación de los aceros empleados para construir moldes y se incluyen ejemplos, tratando de utilizar la nomenclatura AISI o DIN e incluyendo algunos nombres comerciales buscando la equivalencia más aproximada. Una vez que se tenga claridad sobre las necesidades del material, se recomienda pedir mayor información al distribuidor de aceros, según la parte del molde a construir.

1. PROPIEDADES QUE DEBE POSEER UN ACERO PARA MOLDES

Las modernas exigencias de producción masiva de los productos plásticos con la consiguiente automatización de las plantas, requieren de los aceros para el procesamiento del plástico algunas propiedades que permitan la producción económica de los moldes para una máxima vida útil.

El fabricante de moldes espera del acero :

- Buenas propiedades mecánicas.
- Buenas condiciones de elaboración.
- Estabilidad dimensional en el tratamiento térmico
- Aptitud para ser pulido.
- Aceptable conductibilidad térmica.

1.1 PROPIEDADES MECANICAS

Cuando se diseña un molde para inyección de plásticos, se espera que los esfuerzos generados en las matrices, a causa de la fuerza de cierre y de la presión de inyección de la máquina (esfuerzos mecánicos) sean soportados sin ninguna deformación. El tipo de plástico determina el desgaste en las matrices, y los esfuerzos térmicos y corrosivos están influenciados por el procesamiento de ciertos plásticos.

Los esfuerzos más críticos a que está sometido un molde, son los de flexión (especialmente los moldes grandes) y de abrasión. Para soportar adecuadamente los esfuerzos de flexión, es preferible utilizar aceros de gran tenacidad en el núcleo. La resistencia a la abrasión se requiere especialmente en la superficie expuesta a desgaste, y se consigue con una matriz de estructura martensítica y una adecuada precipitación de carburos después del tratamiento térmico. Para combinar la resistencia a la flexión y al desgaste, es conveniente efectuar tratamientos superficiales al acero tales como : Cementación, nitruración, boruración o depósitos como el cromo que producen una superficie dura y resistente al desgaste y un núcleo tenaz, resistente a los esfuerzos de flexión.

Los esfuerzos de compresión, generalmente, son soportados sin dificultad por F20 la mayoría de los aceros utilizados en la construcción de moldes para inyección de plásticos, sin embargo, en casos de exigencias especiales, puede incrementarse considerablemente la resistencia a la compresión mediante temple total.

La resistencia a la corrosión puede aumentarse con el uso de aceros inoxidable o depósitos de cromo o níquel sobre los aceros que no lo sean. El empleo de aceros inoxidable es indispensable, cuando se procesan ciertos plásticos, por ejemplo, el policloruro de vinilo (P.V.C.) que precipita ácido clorhídrico, el cual con la humedad del aire forma sal fumante que ataca y destruye la superficie. Otros materiales plásticos producen ácido acético, el cual también ataca la superficie del acero (1).

La resistencia a temperaturas elevadas, lo mismo que el esfuerzo térmico generado en el acero, pueden desprejarse para el caso de los moldes plásticos, debido a que la temperatura de trabajo de los plásticos no sobrepasa los 200 grados C. Cuando se necesita elevada resistencia y dureza a altas temperaturas (moldes para inyección de metales) o se necesite construir un molde de una larga vida útil, pueden utilizarse "aceros para trabajo en caliente" en la construcción de las matrices del molde (2).

1.2 CONDICIONES DE ELABORACION

En los procesos de mecanizado con arranque de viruta es importante tener en cuenta la maquinabilidad del acero. Aceros con resistencias entre 60 y 80 Kp/mm² (3) (durezas hasta 300 Brinell) pueden mecanizarse sin dificultad. Aceros con resistencias hasta de 150 Kp/mm² presentan dificultades en su mecanizado, por lo que deben emplearse herramientas especiales en el proceso o por el contrario se vería disminuido grandemente el rendimiento del mecanizado.

En los procesos sin arranque de viruta como el caso de "clavado en frío" se espera que el acero pueda deformarse fácilmente (dependiendo de la geometría a conformar) y que permita también, un posterior tratamiento térmico de endurecimiento superficial. Aceros o estructuras con buena capacidad de deformación son utilizados en la fabricación de varias piezas idénticas con pequeñas profundidades. En general, un acero para clavado en frío es recomendable que éste en estado "recocido blando" con durezas inferiores a 180 ó 200 Brinell.

Aceros duros o en estado templado sólo pueden elaborarse por erosión química o eléctrica, salvo el caso del rectificado en donde se remueven pocas cantidades de material para efectos de precisar medidas.

Otras condiciones de elaboración que deben considerarse en un acero para moldes, son la soldabilidad y la templabilidad, dependiendo de las posibilidades de fabricación de que se disponga. En ocasiones es necesario prever ajustes finales, una vez probado el molde, en los cuales la soldadura es de valiosa utilidad.

1.3 ESTABILIDAD DIMENSIONAL EN EL TRATAMIENTO TERMICO

Todos los aceros cambian sus dimensiones y se deforman con el tratamiento térmico, unos en mayor

medida que otros. Esto aumenta los costos de un posterior mecanizado.

Existe gran dificultad para predecir cambios dimensionales durante el tratamiento térmico, debido a los diferentes grados de dureza (y de estructura metalográfica) obtenibles a través del material. Por tanto es recomendable utilizar aceros aleados con níquel y cromo, ya que estos aumentan la templabilidad del acero, pudiéndose realizar el enfriamiento ya no en aceite, sino en baño de sal o al aire, con lo que se garantiza una estructura más uniforme y se evitan deformaciones. Un adecuado "alivio de tensiones" antes del tratamiento térmico disminuye también el peligro de deformaciones durante el tratamiento térmico.

Siempre que sea posible, es recomendable utilizar aceros en estado "bonificado" (temple + revenido) como condición de entrega ya que con ellos se evitan los problemas de posteriores tratamientos térmicos.

1.4 APTITUD PARA EL PULIDO

Las exigencias cada vez mayores en cuanto al acabado superficial de los productos fabricados con plástico han requerido de un desarrollo especializado de los aceros para herramientas que satisfagan los requerimientos en el campo de los moldes. La más mínima falla en el pulido de las matrices es transferida a la superficie del producto plástico inyectado.

Por regla general, el grado de pulido de las superficies también proporciona otras ventajas como son: (1)

- Inyección más fácil de los artículos plásticos desde la máquina.
- Disminución de los riesgos de corrosión local.
- Disminución del riesgo de fractura o agrietamiento, debidos a sobre carga temporal o fatiga.

Cuando se elaboran productos con grandes exigencias de brillo, deben usarse, en la construcción de las matrices del molde, aceros con una gran homogeneidad estructural, exentos de microsegregaciones y microporosidades, buena distribución de carburos y elevado grado de pureza microscópica, así como también una distribución uniforme y bajo grado de inclusiones no metálicas tales como óxidos y sulfuros. Lo anterior se logra con una muy cuidadosa metalurgia secundaria y un estricto control de calidad en las siderúrgicas.

En la producción de aceros no se pueden abolir completamente los óxidos. Sin embargo con técnicas como la "desgasificación al vacío" se disminuye bastante el contenido de oxígeno y por consiguiente disminuyen también las inclusiones de óxidos.

Una más extensa reducción y una favorable distribución de las inclusiones no metálicas se obtiene por el proceso ERS (refusión bajo escoria) que produce aceros de una excelente pulimentabilidad.

1.5 CONDUCTIVIDAD TERMICA

Esta propiedad tiene importancia y debe ser tenida en cuenta para efectos de la refrigeración adecuada del molde. Sin embargo, no es una propiedad determinante en la selección del acero, por cuanto las diferencias de conductividad térmica entre ellos no es muy apreciable. Cuando se necesite un atemperado especial de los moldes, es preferible utilizar materiales no ferrosos como el aluminio, cobre y sus aleaciones, conservando el acero para la construcción de las matrices y demás.

Es imposible que un solo acero pueda reunir todas las buenas propiedades descritas en este capítulo. Por tanto, al seleccionar los aceros para construir un molde de inyección de plástico, se debe establecer un equilibrio entre los requerimientos del molde, por ejemplo, entre resistencia mecánica y maquinabilidad, entre resistencia a la corrosión y dureza.

En resumen, la selección del acero debe hacerse, teniendo en cuenta los siguientes factores :

- Tipo de material a inyectar (corrosivo, abrasivo,...)
- Esfuerzos en el molde (tamaño, forma de la cavidad, presión de inyección..)
- Forma de obtener las matrices (mecanizado, erosionado, estampado en frío..)
- Tratamiento térmico requerido (con o sin tratamiento, temple, cementación..)

2. ASPECTOS ECONOMICOS

Dada la competitividad de los artículos plásticos en el mercado, es necesario tener en cuenta no sólo los aspectos de calidad, sino también los económicos en la fabricación y uso de los moldes. El tipo de material a elegir para un molde específico está determinado por la "rentabilidad" esperada, la que depende de las exigencias impuestas en la pieza a inyectar, el costo de fabricación del mol-

de, el tiempo del ciclo y el número de piezas a fabricar (la duración). (4).

Se deben considerar los costos del diseño, fabricación, precio del acero y de tratamiento térmico del molde, al mismo tiempo que se requiere cooperación entre el productor del acero, el fabricante del molde y el procesador del plástico, a fin de lograr una "economía total" por pieza producida.

Una de las decisiones más importantes que puede influenciar favorablemente el rendimiento total del molde, y los costos de mantenimiento a largo plazo, es la adecuada selección del acero. En los moldes, el costo del acero para herramientas solamente representa, por regla general, entre el 5% y el 10% del costo inicial de la herramienta y un porcentaje aún menor del costo total de la misma. Con frecuencia los ahorros realizados en la adquisición de aceros de bajo precio para moldes, constituyen una falsa economía. (4).

3. TIPOS DE ACEROS UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCION DE MOLDES

Los aceros para moldes se suministran con la siguiente denominación :

- Aceros de cementación.
- Aceros tratados (bonificados en estado de suministro).
- Aceros resistentes a la corrosión.
- Aceros de nitruración.
- Aceros endurecibles por precipitación en caliente.

3.1 ACEROS DE CEMENTACION

Los aceros de cementación presentan buena maquinabilidad en estado recocido blando y buena aptitud para el pulido (5). Después del tratamiento ofrecen una relativa flexibilidad debido a su núcleo relativamente blando y tenaz combinado con una capa superficial de elevada dureza que lo hace resistente a la abrasión.

Algunos aceros para moldes, típicos de este grupo son :

Denominación		
AISI	DIN	COMERCIAL
8620	20NiCrMo2	Impacto; 7210 RAE1
--	21MnCr5	Thyroplast 2162; M100; Prexi
3415	14NiCr10	Superimpacto; E200;
5115	16MnCr5	E410
P4	X6CrMo4	Thyroplast 2341; M130; ESU/8426
1518	St 52-3	SKF75; 750
1518	StE47	SKF280; 750

3.2 ACEROS BONIFICADOS

En la construcción de moldes de gran tamaño y con dificultad para el tratamiento térmico de las partes, o cuando se necesite un molde para pequeñas series, el acero bonificado representa la mejor opción de selección.

En general, con el uso de aceros en "condición de entrega" bonificados, se excluyen completamente los peligros de deformaciones, cambios de medida y tensiones, producto del tratamiento térmico efectuado a piezas que hayan sido extensamente mecanizadas con anterioridad. Estos aceros, durante su fabricación, son mecanizados previamente al temple y revenido (bonificado) y una vez elaborados por el usuario ya no están sujetos a ningún tratamiento térmico adicional, excepto, en ciertos casos a nitruración.

Algunos aceros para moldes, típicos de este grupo son :

Denominación		
AISI	DIN	COMERCIAL
P20	40CrMnMo7	Thyoplast 2311; M201
P20 + S	40CrMnMo86	Thyoplast 2312; M200; Mold Special; Moulrex A; Impax/718
420 Mod	X36CrMo17	Thyoplast 2316; M300; stavax
4340	40CrNiMo6	último 4; 705; V155; Monix 15
4140	42CrMo4	Alloy 41; 709; V320
9840	36CrNiMo4	SPS245; V165

3.3 ACEROS DE TEMPLE

Para altas demandas de resistencia en el núcleo, estabilidad dimensional en el tratamiento térmico y elevada resistencia a la abrasión, se utilizan aceros endurecibles con diferentes templabilidades. Presentan elevada resistencia a la compresión y pueden ser rectificadas después del tratamiento térmico, sin pérdida de dureza como podría ocurrir con los aceros de cementación.

Algunos aceros para moldes, típicos de este grupo son :

Denominación		
AISI	DIN	COMERCIAL
X155CrVMo121	D2	Thyrodur 2379; K105/K110; Rcc esp; XM41
X45NiCrMo4	-	Thyrodur 2767; K600
90MnCrV8	D2	Thyrodur 2842; K720
X40CrMoV51	H13*	Thyrodur 2343; M300; 8407 * 2

* El acero AISI H13 es un acero de trabajo en caliente con alta retención de dureza y dureza al rojo, es indicado especialmente para herramientas que estén expuestas a esfuerzos térmicos elevados (moldes para inyección de metales).

2 * ESR - excelente pulimentabilidad.

3.4 ACEROS RESISTENTES A LA CORROSION

Para resistir el ataque de algunos elementos desprendidos por ciertos plásticos, se deben utilizar aceros inoxidables, en lo posible del tipo martensítico, para evitar, de esta manera, una pérdida considerable de dureza y de resistencia a la abrasión. Una ventaja adicional de estos aceros es su excelente aptitud para el pulido.

Algunos aceros para moldes, típicos de este grupo son :

Denominación		
AISI	DIN	COMERCIAL
---	X40Cr13	Thyoplast 2083; M310; 420PQ; Stavax.
420Mod	X36CrMo17	Thyoplast 2316; M300
410	X10Cr13	M100

3.5 ACEROS DE NITRURACION

Cuando se debe incrementar la resistencia a la abrasión, pueden utilizarse en la construcción de las matrices, aceros fácilmente nitrurables. Teóricamente en todos los aceros puede realizarse una difusión superficial de nitrógeno, sin embargo, este procedimiento es más adecuado para aceros que contengan elementos de aleación formadores de nitruros, tales como: cromo, molibdeno y vanadio. Este proceso es útil especialmente para aceros con temperaturas de revenido entre las que se realiza el tratamiento de 350 a 580 grados C, pues de esta manera se obtiene una gran tenacidad en el núcleo, sin pérdida apreciable de dureza.

Algunos aceros para moldes, típicos de este grupo son :

Denominación		
AISI	DIN	COMERCIAL
P20	40CrMnMo7	Thyoplast 2311; M2201
D2	X155CrVMo121	Thyrodur 2379; K105/K110; Rcc esp.
H13	X40CrMoV51	Thyrodur 2343; M300; 8407

3.6 ACEROS ENDURECIBLES POR PRECIPITACION

Este tipo de aceros está siendo utilizado actualmente en la construcción de moldes debido a sus propiedades de alta resistencia y buena tenacidad. Son llamados también "Aceros Maraging"; "Aceros Martensíticos" o "Aceros de ultraalta resistencia". (6). Estos, a diferencia de los aceros de temple, obtienen sus excelentes propiedades mecánicas gracias a una transformación martensítica hierro-níquel de bajo carbono acompañada de la precipitación de fases intermetálicas. Este mecanismo se produce por trabajo en frío o por el calentamiento a 500 grados C durante algún tiempo (envejecimien-

to), con lo que se obtienen las propiedades de un acero templado acompañado de una gran ductilidad, sin los peligros que acarrea la realización de un tratamiento térmico de temple.

Como acero de este tipo, la firma Boehler ofrece el acero VHF 12 (similar al ASTM 538 y al DIN X3NiCo-MoTi 1895), sin embargo, en este momento no se poseen datos sobre su fácil consecución en el mercado nacional.

4. GUIA PRACTICA PARA SELECCIONAR ACEROS PARA MOLDES DE INYECCION DE PLASTICO

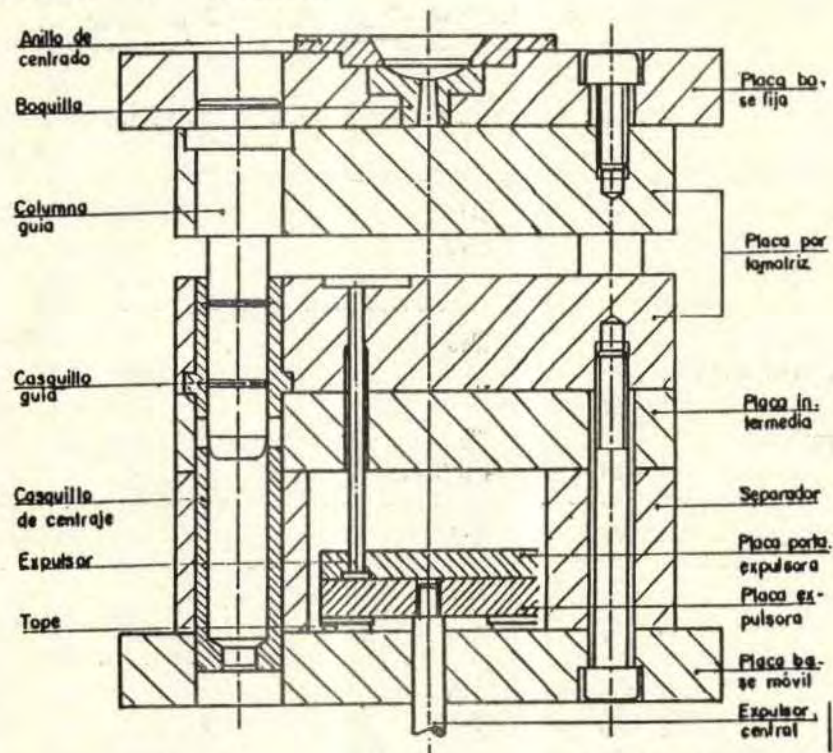
ACEROS PARA PIEZAS NORMALIZADAS UTILIZADAS EN LA CONSTRUCCION DE MOLDES (7)

P I E Z A	Numero material	Normas AISI	Tipo de tratamiento termico	Dureza trabajo recomendable
Placa de fijacion o de amarre (superior e inferior)	1.0110	1020	C	55-60
	1.1730	1045	T-M	
	1.2312			
Placa porta cavidad o de moldeo (porta macho y porta cavidad). Placas deslizantes	1.1730	1045	T-M	55-60
	1.2162	--	--	
	1.2767	--	--	
	1.2312	P20	C-T-M	
	1.2083	420 Mod.	T	
Placa de retencion	1.1730	1045	T-M	55-60
Placa expulsora	1.0110	1020	C	55-60
	1.1730	1045	T-M	55-60
Separadores	1.0110	1020	C	55-60
	1.1730	1045	T-M	
Anillo de centrado	1.1730	1045	T-M	55-60
Boquilla	1.2344	H13	T-M	55-60
	1.2083	420 Mod.	T	
Expulsores	1.2344	H13	T-M	55-60
	1.2510	01 (Rect.)	T	
	1.2083	420 Mod.	T	
Columna guia	1.6523	8620	C	55-60
	1.5713	3115	C	
Casquillo guia	1.6523	8620	C	55-60
	1.5713	3115	C	

Cavidades y postizos	1.2312	P20	C-T-N	55-60
	1.2344	H13	T-M	
	1.2083	420 Mod.	T	
Expulsor central	1.1730	1045	T-M	55-60
	1.2510	01 (Rect.)	T	
Retrocedores	1.6523	8620	C	55-60
	1.5713	3115	C	
Cavidades clavados	1.2344	H13	TN	55-60

NOTA : Los criterios de tratamientos térmicos se consideran en función del diseño y construcción de las piezas.

T = Temple C = Cementación N = Nitruración



REFERENCIAS

- (1) MAURER, ULRICH.-- Aceros especiales para la industria del plástico.--Medellín: Unitec Aceros Boehler, 1986.--24p.--il.
- (2) VERDERBER, W.-- Tool steels for plastics processing. En: Industrial & Production Engineering, Munchen, 80 (1): 16 - 23. 1980
- (3) NENGES, G.-- Moldes para inyección de plásticos. Barcelona: Gustavo Gili, 1975.-- 217p.--il.
- (4) CASA SUECA.-- Selección de aceros para moldes.

Economía total en el diseño y fabricación de herramientas. Cali:s.e, s.f.-- 2p.--il.

- (5) COMPAÑIA GENERAL DE ACEROS.-- Aceros para herramientas: Selección, aplicación y tratamientos térmicos.-- Bogotá, 1985.-- 90p.--il.
- (6) VALENCIA, ASDRUAL.-- Tecnología del tratamiento térmico de los metales.-- Medellín: Universidad de Antioquia CESET, 1986.-- 637p.-- il.
- (7) SENA. Regional Valle. C.D.T. ASTIN.-- Seminario Internacional de moldes de inyección.-- Cali, 1986.-- p.v.--il.