

41 JULIO - DICIEMBRE 1989

PROYECTO DE INVESTIGACION APLICADA DESARROLLADO EN EL C.D.T. - ASTIN

HORNO PARA TEMPLE EN BAÑO DE SALES

Características :

- Temperatura máxima de trabajo 600 °C
- Potencia 18 KW
- Voltaje 20 V
- Control de temperatura al horno 0-1200 °C
- Volumen del baño de enfriamiento 78540 Cm
- Dimensiones del crisol 50mm x 600 mm

Funciones :

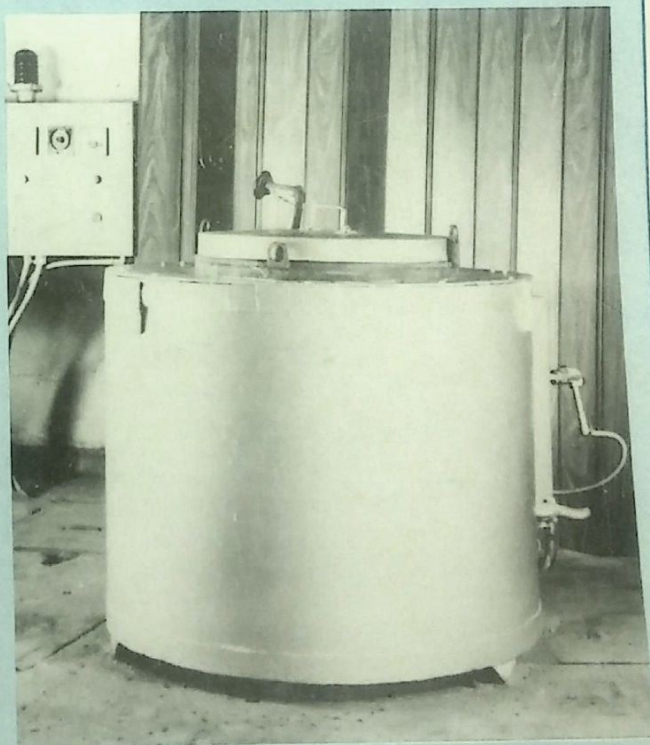
Enfriamiento para el temple de aceros en baño de sales, con transferencia de calor más efectiva, haciendo menos brusco el choque térmico a las piezas que salen de hornos de calentamiento. Permite además el revenido y los tratamientos isotérmicos de los aceros.

Diseño :

Luis Fernando Gómez - Ivan Camargo

Fabricación :

Técnicos Especialistas del C.D.T. ASTIN



INFORMADOR TECNICO

Edición No. 41

JULIO - DICIEMBRE 1989

Director:

Mariano Benavides C.

Editor:

Germañ Cifuentes C.

Colaboradores:

Luis A. Jaramillo

Luis E. Arango

Luis F. Gómez

Ilse Koenig

Julio Fontal

Impresión:

Publicaciones SENA Cali

CONTENIDO

PARAMETROS IMPORTANTES EN EL PROCESO DE EXTRUSION: SU MEDICION Y SIGNIFICADO PARA LA CALIDAD DEL PRODUCTO	Pag. 1
CRITERIOS PARA SELECCIONAR ACEROS UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCION DE MOLDES PARA INYECCION DE PLASTICOS	11
ENBUTICION DE LOS ACEROS INOXIDABLES EN VARIAS FASES	17
DISEÑO Y CALCULO DE HERRAMIENTAS PARA BROCHAR: Parte I. Desprendimiento de viruta mediante procesos de brochado.	25
INFORMACION TECNICA A DISPOSICION DE LOS USUARIOS METALMECANICA	31
PLASTICOS	33
POLITICA DE INNOVACION	36

Señores Lectores:

Agradeceríamos a ustedes se sirvan leer esta publicación cuidadosamente y seleccionar los temas de interés de acuerdo con las necesidades de su actividad, de igual manera circularlo entre los funcionarios de su empresa o dependencia.

Para mayor ilustración sobre los temas aquí presentados y de muchos otros existentes en el SERVICIO DE INFORMACION Y DIVULGACION TECNOLÓGICA ASTIN, pueden dirigirse telefónicamente o por carta a la siguiente dirección.

Servicio de Información y
Divulgación Tecnológica ASTIN
Tel: 467182 - 476164 o 467195 Ext.362
FAX : (923) 476166
A.A. 8053 - Cali, Colombia

PARAMETROS IMPORTANTES EN EL PROCESO DE EXTRUSION : SU MEDICION Y SIGNIFICADO PARA LA CALIDAD DEL PRODUCTO

Por: Dipl-Ing. Hans Peter Scheuermann
Experto Proyecto de Metrología
Bogotá, D.E.

El conocimiento exacto de los datos de operación de una máquina extrusora hoy en día es definitivamente necesario, porque sin este conocimiento es casi imposible, juzgar la calidad del producto y mantener una operación eficaz y económica. Los altos rendimientos de las extrusoras que se exigen ahora conducen a tolerancias muy pequeñas para la operación y el ajuste de la máquina; solamente dentro de estas tolerancias pequeñas, la calidad del producto corresponde a las altas exigencias de las normas y finalmente del cliente o consumidor. Sin conocimiento de las influencias de los Parámetros del proceso respecto a la calidad del producto ya no es posible obtener una producción eficaz y económica. Por otro lado vigilar estos parámetros del proceso sistemáticamente y registrarlos permite mantener y reproducir los puntos de operación que garantizan la calidad del producto. De esta manera, se asegura la calidad por parte de la producción.

Combinando los parámetros de operación medidos con los correspondientes datos característicos de las máquinas, se puede predecir la potencia y sus límites para extrusoras y se puede obtener un dimensionamiento óptimo para extrusora, tornillo y molde. La medición exacta de los parámetros importantes de operación y de la máquina

misma sirve así a las empresas constructoras de maquinaria respecto a diseño, dimensionamiento y desarrollo de nuevos tipos.

Hay que decir claramente que, en el campo de las extrusoras, no fueron ni el computador ni el cálculo teórico, los que suministran los datos básicos para el dimensionamiento y diseño de las máquinas, sino una evaluación de los valores medidos en la práctica. El cálculo teórico apenas pudo confirmar posteriormente y optimizar, dentro de ciertos límites, los conocimientos adquiridos en los ensayos.

De lo anterior resulta claramente la importancia y necesidad de mediciones exactas en el proceso de la extrusión. Mediciones exactas, sin embargo, se pueden lograr solamente con instrumentos confiables y calibrados.

En lo siguiente quiero indicar, cuáles son los parámetros que se pueden medir en el proceso de extrusión, cómo se pueden medir y qué significa su conocimiento para la calidad del producto.

Los parámetros se pueden clasificar en 4 grupos :

- 1) Parámetros de la extrusora
- 2) Parámetros de elaboración de la materia prima
- 3) Parámetros derivados
- 4) Parámetros del producto.

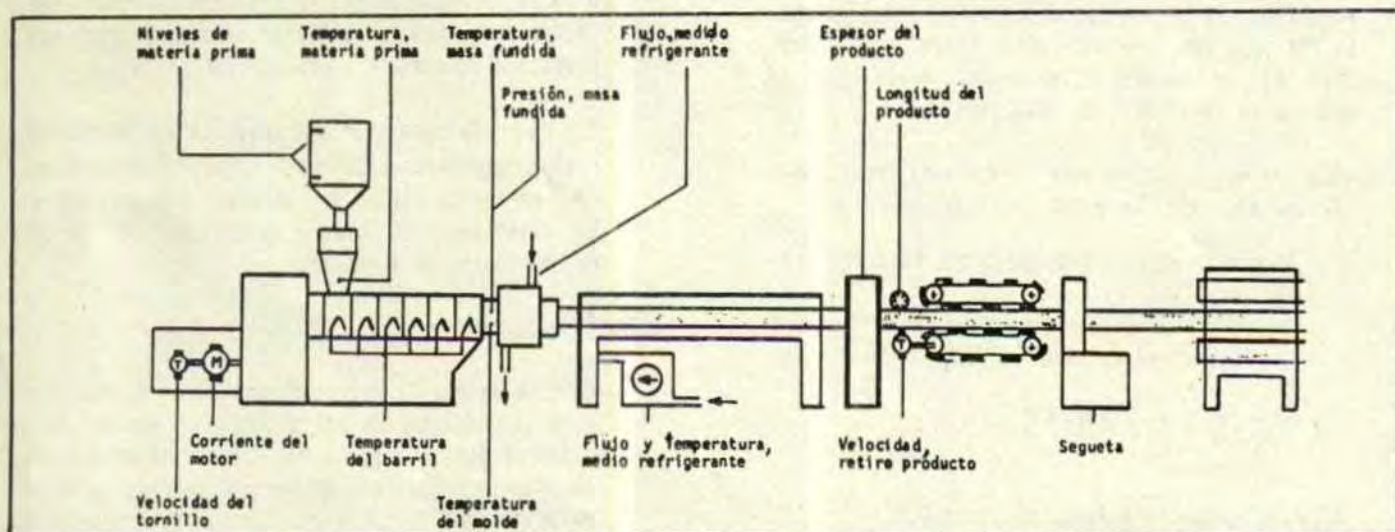


Figura 1) Parámetros medidos en el proceso de extrusión.



766702013547

1) PARAMETROS DE LA EXTRUSORA

1.1) Velocidad del tornillo y cizallamiento.

La velocidad del tornillo es uno de los más importantes parámetros de operación, porque la calidad del producto y también el estado del material fundido dependen de ella. Desafortunadamente, en la mayoría de los casos no se pone mucho cuidado en obtener una indicación de velocidad fácilmente legible y calibrada. Y a pequeñas diferencias de la velocidad que no se consideran en el ajuste de la máquina o las que resultan de cambios de carga, especialmente en extrusoras grandes, producen variaciones en la cantidad y en las dimensiones del producto.

Ejemplo : Extrusora con tornillo 200 mm
Velocidad nominal 31 revoluciones/min
Velocidad real 32,6 revoluciones/min
 $Q = 15,5 \text{ kg/hora/revolución}$

Rendimiento nominal $Q_N = 480,5 \text{ kg/h}$

Rendimiento real $Q = 505,3 \text{ kg/h}$

$Q = 24,8 \text{ Kg/h} + 5,16\%$

Esta diferencia de velocidad de aproximadamente 5%, por lo general no se puede apreciar en indicadores de velocidad común y corrientes. En la producción de tubos, esta diferencia casi siempre se traduce en variaciones dimensionales, y en algunos casos, en otras características de fundición.

En el peor de los casos, el tubo es desechado, porque no cumple con las dimensiones requeridas. En un caso más favorable se utilizan cada hora 24,8 kg de materia prima demás, hasta que se detecte la diferencia de velocidad.

Otro parámetro que depende directamente de la velocidad del tornillo es el cizallamiento $\dot{\gamma}$:

$\dot{\gamma}$ = Velocidad de circunferencia del diámetro int. del tornillo

profundidad del canal del tornillo

$$\dot{\gamma} = \frac{(D - 2t) \cdot n}{t} \cdot \pi [s^{-1}]$$

$D [cm]$ = diámetro externo del tornillo

$t [cm]$ = profundidad del canal del tornillo

$n [rev/min]$ = velocidad del tornillo

Es un parámetro importante, porque define el estado de la materia prima fundida. Dependiendo de la clase de la materia prima no se pueden exceder ciertos valores para $\dot{\gamma}$.

Los valores máximos admitidos para extrusoras grandes (150-200 mm diámetro del tornillo) están hasta un 33% por debajo de los valores para extrusoras pequeñas (60-90 mm diámetro del tornillo), debido a que el material permanece dentro de la extrusora por más tiempo.

Ejemplo : para tubo de polietileno de alta densidad (HDPE):

a) Extrusora con tornillo de 90 mm de diámetro $\dot{\gamma}_{\text{max}} \approx 76,5 \text{ s}^{-1}$

b) Extrusora con tornillo de 200 mm diámetro $\dot{\gamma}_{\text{max}} \approx 52 \text{ s}^{-1}$

La medición de la velocidad se efectúa a través de tacogeneradores. Estos generan una tensión proporcional a la velocidad del tornillo. El voltaje generado se mide con voltímetros, análogos o digitales, los cuales están directamente calibrados en revoluciones/minuto. Una indicación digital de la velocidad tiene una resolución más grande que un instrumento análogo y por lo tanto se podía creer que es más exacto. Sin embargo, el elemento más crítico en esta medición es el tacogenerador. La precisión de la medición depende principalmente de la calidad del tacogenerador.

Especialmente en extrusoras con motores de corriente continua regulados, la velocidad es altamente constante, para economizar se utilizan a veces tacogeneradores de inferior calidad, los cuales no permiten medir la velocidad con una precisión adecuada a la regulación del motor.

En caso de necesitar una medición de velocidad extremadamente precisa, se utilizan dispositivos que emiten un número de impulsos proporcional a la velocidad, el cual se registra e indica en contadores de frecuencia.

1.2) Dosificación

En caso de que la extrusora tenga un dispositivo para la dosificación del material (o sea un tornillo de dosificación o una tolva), el estado de la materia prima fundida depende únicamente de la velocidad del tornillo principal. El rendimiento (kg/h) depende de la graduación del dispositivo de dosificación. Las tolvas (que se usan princi-

palmente para materiales recuperados) son menos frecuentes que tornillos de dosificación que se usan mucho en extrusoras de doble tornillo. Para este tornillo de dosificación rigen los mismos principios respecto a ajustes bien reproducibles e indicación exacta de la velocidad como en el punto anterior.

Es aconsejable establecer para las diferentes materias primas utilizadas la función $Q = f(n)$, o sea que el rendimiento medido en kg/hora corresponda a cada velocidad.

1.3) Temperatura del barril (tubo de extrusión)

Para un acondicionamiento óptimo del material fundido es de todas maneras necesario mantener un determinado perfil de temperatura a lo largo del barril. Esto se logra mediante calefacción con base en resistencias eléctricas y refrigeración con sistema de circulación de aire o agua. Por lo general controladores "on-off" con un punto de conmutación separado para calefacción y refrigeración son suficientes. Sin embargo, es ventajoso separar los ajustes en el controlador para calefacción y refrigeración.

Cuando los sistemas de calefacción y refrigeración son correctamente dimensionados y los sensores de temperatura se montaron en el centro térmico de la zona correspondiente del barril, es de suma importancia que ellos midan la temperatura lo más cerca posible de la canal del tornillo sin estar demasiado cerca de la fuente de calefacción. Para un ajuste exacto de la temperatura nominal son especialmente aptos controladores con elementos digitales. Controladores más antiguos con ajustes análogos, muchas veces dan lugar a errores por varios grados en el ajuste del valor nominal.

La calidad del producto varía altamente con la temperatura de la masa fundida y de la pared del barril. Por eso el registro continuo de las temperaturas en las zonas del barril y en el molde es un instrumento importante para detectar irregularidades en la operación y asegurar la calidad del producto.

Para una extrusión óptima se deben permitir solamente variaciones de ± 1 hasta ± 6 grados C en la temperatura de la pared del barril.

Miremos ahora, cuales variaciones, o errores, pueden ocurrir en la práctica al medir la temperatura (ver tabla 1):

Tabla 1

Estimativo de posibles errores y ajustes en la medición de temperatura.

	TERMOCUPLA	TERMORESISTENCIA
Elementos de medición	0... 3 C	0... 2,4 C
Puntos de referencia	0... 1 C	-
Ajuste de la línea	-	0... 1 C
Ajustes en el valor nominal del controlador	0... 4 C	0... 4 C
Error restante :		
Controlador PD	0... 10 C	0... 10 C
Controlador DPID	0... 0,5 C	0... 0,5 C
Error total :		
Con controlador PD	0... 18 C	0... 17,4 C
Con controlador DPID	0... 8,5 C	0... 7,9 C
más diferencia de temperatura entre :		
Material-barril-punto de medición	2 C... 20 C	3 C... 25 C
Suma de la posible diferencia entre valor nominal de temperatura y temperatura del material:		
Controlador PD	2... 38 C	3... 42,4 C
Controlador DPID	2... 28,5 C	3... 32,9 C

Los datos de esta tabla se basan en controladores con un margen de 0...400 C.

Se puede apreciar en la tabla 1 que la diferencia entre la temperatura nominal y la real en el peor caso puede ser de 30 grados C a 40 grados C. Esto a primera vista es mucho más de lo que se permite para una extrusión óptima, donde solamente está admitida una variación de 1 a 6 grados C.

Pero con la instrumentación disponible no es posible, a un costo razonable, mejorar hasta tal punto la precisión de la medición.

Afortunadamente, muchos de los errores antes mencionados son bien reproducibles, quiere decir, son constantes durante largos periodos de tiempo, en condiciones iguales de operación y con un ajuste del controlador, una vez que se haya obtenido y comprobado, que garantice buena calidad, se puede usar y reproducir al repetir la misma operación.

Lo anterior sólo es válido, cuando los instrumentos y sensores están en buen estado; de ahí resulta la necesidad de revisar las instalaciones, y calibrar los indicadores y controladores.

Ante todo es muy importante la revisión periódica de los termo-sensores. En los orificios, donde están montados, con el tiempo se forma óxido y se depositan residuos de materia prima e impurezas, lo cual disminuye la transferencia de calor entre la pared del barril y el sensor. Por eso es recomendable limpiar estos orificios especialmente después de cambios de moldes o de las camisas de calefacción y de comprobar que los sensores estén en buen contacto mecánico con el fondo de la perforación. Se puede mejorar aún más la transferencia de calor aplicando a los sensores pasta especial de silicona termo-resistente.

Si no se observan estas reglas, fácilmente pueden ocurrir errores de medición hasta de 30 grados C.

Así mismo los sensores pueden alterar con el tiempo sus características de medición y generar menos milivoltios de los que deben generar según las tablas. Por esta razón se recomienda también una calibración periódica tanto de estos elementos como de los indicadores y controladores.

1.4) Temperatura del tornillo

Mientras que la medición de la temperatura a lo largo del barril es un instrumento necesario para la operación de extrusoras, la medición de la temperatura a lo largo del tornillo se usa más a nivel de laboratorio, con el fin de encontrar el diseño óptimo para los tornillos.

En tornillos que se mantienen a determinada temperatura mediante un circuito de refrigeración externo, se mide la temperatura indirectamente, por medio de las temperaturas de entrada y salida del caudal del líquido refrigerante.

En tornillos que no se refrigeran con circuito externo se puede medir la temperatura mediante termoelementos distribuidos a lo largo del tornillo.

Existen dos formas de captar las señales del tornillo en rotación :

- 1) mediante anillos rozantes,
- 2) introduciendo un tubo delgado con termoelementos al centro del tornillo. Este tubo no gira y permite así una transmisión más fácil de las señales.

1.5) Temperatura del molde

El control exacto de la temperatura del molde es de extrema importancia para un flujo uniforme de

la materia prima y para una superficie óptima del producto terminado. Como el calor que se produce en el molde, por lo general es menor que el calor que se pierde por disipación, solamente se necesitan controladores con un punto de conmutación para calefacción.

En moldes con aperturas anchas, para la producción de películas y tubos grandes, se montan varias camisas de calefacción. Para garantizar un flujo uniforme del material, la diferencia térmica entre dos zonas adyacentes debe ser menor que 1,5 grados C. Para lograr esto, se necesita óptima calidad de los elementos en el circuito de control de temperatura. Como el núcleo de moldes para cuerpos huecos (tubos por ejemplo), no puede disipar calor, este adquiere la temperatura del material fundido. Para que estos núcleos alcancen su temperatura en un mínimo hay que calentarlos adicionalmente, al comienzo del proceso.

1.6) Potencia del accionamiento

La potencia requerida por la extrusora para un punto determinado de operación es un parámetro característico para la carga del accionamiento.

Además puede deducirse de este parámetro información sobre :

- a) esfuerzo de la materia prima,
- b) aptitud de la materia prima,
- c) aptitud del tornillo usado,
- d) constancia de la extrusión.

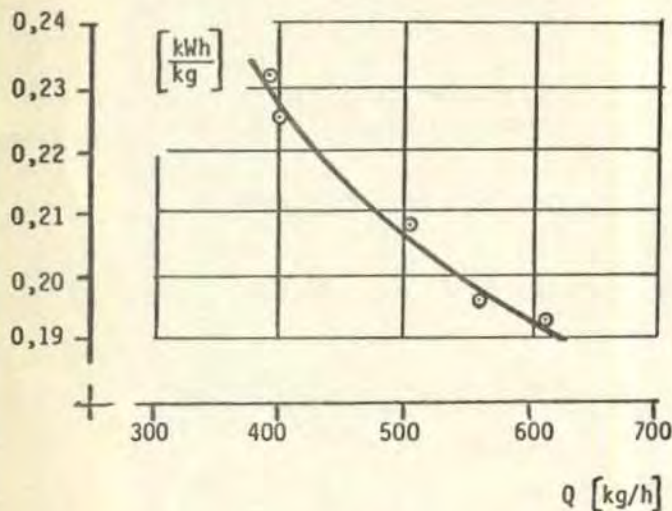
Especialmente para comparaciones de consumo de energía y de productividad se trabaja con el valor N_w/Q (consumo específico), quiere decir el cociente de la potencia activa sobre el rendimiento, expresado en kWh/kg. Este cociente usando HDPE y PP, debería estar por debajo de 0.25 kWh/kg, usando PVC debería estar por debajo de 0.15 kWh/kg. Desafortunadamente casi no existen datos publicados sobre estos valores. Los Datos de un ensayo realizado en una fábrica alemana, suministrados por la Asociación para Tubería Plástica, con sede en Bonn (Alemania), son los siguientes :

Extrusora con una potencia de accionamiento de 21 kW.

Diámetro del tornillo : $D = 125 \text{ mm}$
(Diagrama, ver figura 2).

No hay indicaciones sobre el material utilizado en este ensayo, pero se puede suponer que se

trata de HDPE o PP, ya que todos los valores están por encima de 0.15 kWh/kg, en la gráfica puede observarse claramente que, con el aumento de la producción, el consumo específico se reduce, o sea que la producción es más eficiente.



En caso de que el consumo específico sea demasiado alto, hay que usar un tornillo que produzca menos pérdidas por cizallamiento. También se puede bajar el consumo específico, reduciendo la resistencia del molde, o la velocidad, usando materia prima menos viscosa. Golpeo en el transporte del material y variaciones en la temperatura del barril también alteran la potencia inducida al proceso.

De todo lo anterior resulta la gran importancia de la medición y el registro de la potencia para analizar y optimizar la operación.

Ahora, cómo y con qué instrumentos se puede medir la potencia?

Primero tenemos que distinguir dos casos, que requieren dos métodos diferentes de medición:

- 1) la potencia total suministrada a un motor.
- 2) La potencia transferida al eje del motor.

Estas dos potencias se diferencian por el factor de eficiencia, el cual es distinto para cada punto de carga.

Al productor de plásticos solamente le interesa la potencia total consumida, mientras el constructor y diseñador de la máquina está inte-

resado en la potencia transferida al eje del motor.

Además tenemos que distinguir dos tipos de motores que se usan normalmente en extrusoras:

1. El motor de conmutación en derivación de corriente alterna trifásica.

A estos motores se les puede variar la velocidad mediante desplazamiento manual o automático de las escobillas.

2. El motor de corriente continua de control de velocidad con base en tiristores.

1) Motor de conmutación en derivación.

Para este caso se pueden usar todos los métodos y watímetros para corriente trifásica alterna. Se pueden usar 2 watímetros monofásicos (sistema ARON) en caso de que no exista un conductor neutro (sistema trifilar). En sistemas de 4 hilos deben usarse 3 watímetros monofásicos. También existen watímetros con sólo 2 sistemas de medición para sistemas de 4 hilos.

La instalación de watímetros siempre resulta un poco incómoda puesto que se deben abrir las conexiones para conectar las bobinas de corriente de los instrumentos en serie con el motor.

Más cómodas resultan las pinzas watimétricas o pinzas amperimétricas en conexión con transmisores de potencia.

Como la potencia de una extrusora está sujeta a variaciones, no es muy aconsejable usar instrumentos de indicación. Resulta mucho más práctico usar registradores de potencia.

Existen en el mercado pequeños registradores portátiles con transductores incorporados, que se conectan a la máquina mediante pinzas amperimétricas.

Como el costo de estos registradores es relativamente alto, su aplicación queda restringida a fábricas grandes donde se justifica su adquisición.

Existe, sin embargo otro método para determinar el cociente Mw/Q que consiste en conectar mediante pinzas un simple contador trifásico en la entrada de la máquina, que permite leer

directamente los kWh consumidos en determinado tiempo de producción. El cociente Nw/Q se obtiene, dividiendo este valor por el número de Kg producidos en este mismo tiempo.

Con los instrumentos descritos se puede medir además el consumo de los circuitos de calefacción, refrigeración y auxiliares.

2) Motores de corriente continua.

Los motores de corriente continua para extrusoras, por lo general, se alimentan por medio de tiristores en circuitos de puente.

La tensión variable, producida en estos puentes, y en consecuencia, la corriente del motor, además de una componente de corriente continua (DC), posee una componente de corriente alterna (AC), la cual depende del grado de control de la onda.

El motor usa solamente la componente DC para desarrollar su torque, pero las pérdidas activas en el motor se determinan con el valor efectivo de la componente (AC).

En los últimos tiempos se desarrollaron instrumentos estáticos que pueden medir estas "corrientes mixtas". Sin embargo son tan caros, que hasta ahora solamente se utilizan en laboratorios para investigaciones científicas. Otros métodos que miden el torque del tornillo directamente también están restringidos a la aplicación en laboratorios para obtener conocimientos sobre materiales y máquinas.

Existe sin embargo, un método sencillo y lo suficientemente preciso para medir la potencia transferida al tornillo de motores de corriente continua, el cual se describe a continuación, (sin explicar las bases matemáticas y teóricas):

De la placa del motor se pueden tomar los valores nominales :

- 1) Potencia máxima del motor $P_N [kW]$
- 2) Corriente máxima de armadura $I_N [A]$
- 3) Velocidad máxima $n_N [rev/min]$

Para determinar la potencia transmitida en cada momento, no hay que medir sino 2 magnitudes :

- La corriente de armadura actual $I_x [A]$

con una resistencia "shunt" en serie con la armadura permite medir la componente DC de la corriente, la cual es proporcional al torque.

- La velocidad actual $n_x [rev/min]$

Con estos 5 datos se puede calcular la potencia P_x como sigue :

$$P_x = P_N \cdot \frac{I_x}{I_N} \cdot \frac{n_x}{n_N}$$

Como P_N , I_N , n_N son constantes, se puede escribir también :

$$P_x = C \cdot I_x \cdot n_x, \text{ donde } C = \frac{P_N}{I_N \cdot n_N}$$

En caso de que la velocidad del tornillo se mantenga constante o con muy pequeñas variaciones (en el orden del 1% para controladores de motores de corriente continua), se puede obtener un registro muy sencillo de la potencia, registrando la corriente DC de la armadura.

1.7) Carga de las chumaceras.

La carga axial que recibe la chumacera del tornillo se puede medir mecánica o eléctricamente. Se mide ante todo en extrusoras de doble tornillo. Debido a que en estas máquinas el espacio es muy reducido, las chumaceras no se pueden dimensionar tan grandes como en máquinas de un solo tornillo. Por otro lado, en máquinas de doble tornillo pueden presentarse picos de presión muy altos en la salida del cilindro, por consiguiente la medición de la presión axial sirve en primer lugar como protección a la sobrecarga. También esta magnitud se usa en extrusoras experimentales para el análisis de comportamiento de materiales.

2) PARAMETROS DE ELABORACION DE LA MATERIA PRIMA

2.1) Temperatura de alimentación.

Presecar mediante calentamiento la materia prima antes de alimentar la extrusora, aumenta el

rendimiento del proceso; por eso se ha impuesto el uso de precalentadores, montados directamente encima de la extrusora.

Para un transporte constante y reproducible en la extrusora, se necesita como prerrequisito una temperatura constante de la materia prima en la entrada al barril. Esta condición solamente se puede lograr mediante controladores de temperatura en el precalentador y medición de temperatura de la materia prima en la entrada del barril.

2.2) Temperatura de la materia fundida.

Conocer la temperatura del material fundido, por lo menos en la salida del barril, antes de entrar al molde, es indispensable para análisis y optimización de la calidad del producto. Hay que medirla en este punto, a fin de mantenerla a un nivel óptimo, influyendo en otros parámetros de la máquina.

Los elementos básicos para esta medición son termoelementos especiales delgados (a partir de un 1 mm de diámetro) revestidos con un aislante cerámico para garantizar una rápida respuesta a los cambios de temperatura.

Para proteger estos elementos tan delicados contra daños mecánicos, se montan en dispositi-

vos protectores, de acuerdo con las necesidades de medición, formando así sondas completas.

La forma más sencilla y robusta es la sonda de inmersión directa. Esta sonda tiene la ventaja de ser la más barata, pero tiene la desventaja de ser relativamente despaciosa en su respuesta a cambios de temperatura. Además, no alcanza medir la temperatura real en el barril, dando valores aproximadamente de 5 a 15 grados por debajo de los valores reales. (ver figura 3 b).

Se intenta eliminar estas fallas con una construcción diferente de la sonda en forma de gancho obteniendo así un instrumento que sigue más rápido a variaciones de temperatura y mide con mayor fidelidad. La desventaja de esta sonda son su sensibilidad mecánica y su precio. En la operación de extrusoras en fábricas de producción estas sondas se dañan con mayor frecuencia. (ver figura 3 c).

Con las sondas descritas se toma la temperatura en un solo punto del perfil del barril. Pero la temperatura no es constante a lo largo de su diámetro interior. Por eso es necesario determinar la temperatura en varios puntos del diámetro en mediciones del laboratorio. Para lograr esto, se montan varios termoelementos en aros especiales, los cuales se instalan entre el extremo del barril y el molde (ver figura 3 e).

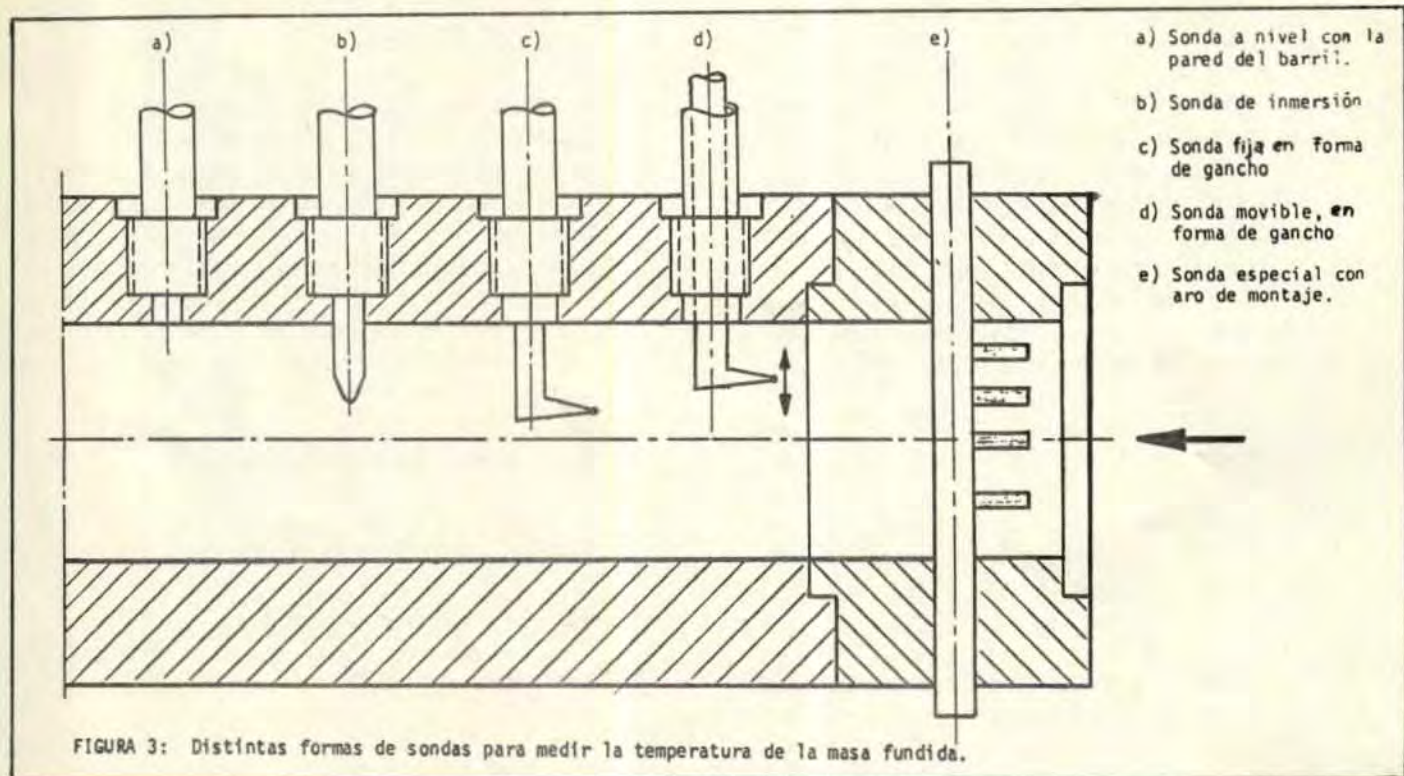


FIGURA 3: Distintas formas de sondas para medir la temperatura de la masa fundida.

A través de estos aros el material fundido puede pasar libremente sin pérdidas de calor hacia el barril y el molde.

Un diagrama obtenido en esta forma registra el comportamiento de la temperatura de la masa fundida, que pasa por el dispositivo de medición. Entre menos variaciones haya en este registro, más homogéneo es el material fundido. Esta medición por ende sirve también para vigilar la homogeneidad y la calidad de la masa fundida.

Al medir esta temperatura con un pirómetro común y corriente, introduciendo su sonda a través de un orificio a la masa fundida, se obtienen solamente valores muy aproximados, entre 15 a 30 grados por debajo del valor real.

En casos muy críticos, especialmente en la producción de láminas y películas, puede ser necesario medir la distribución de la temperatura de la masa fundida inmediatamente después de la salida del molde. Estas mediciones se deben realizar sin tocar el material. En este caso se usan detectores de temperatura que trabajan con base en radiación infrarroja.

2.3) Presión del material fundido.

La presión del material fundido está determinado, entre otros, por la resistencia del molde y las propiedades de la materia prima. Su valor constante indica un estado estable de la operación del proceso.

De su magnitud y de las variaciones puede deducirse gran número de datos acerca de las condiciones de operación de una extrusora. Es muy aconsejable registrar esta presión ya que de ella dependen directamente las dimensiones del producto. Para medir la presión, se ofrece una multitud de sensores, que funcionan con base en sistemas eléctricos, mecánicos o neumáticos. También se usan manómetros con transmisión de presión por grasas siliconas.

Desafortunadamente, hoy en día aún no existen sensores lo suficientemente robustos y precisos para aguantar confiablemente el trabajo duro en la producción durante largos periodos. Por eso todos los sensores con sus indicaciones requieren una calibración periódica.

La idoneidad de un sensor para una medición, depende de las circunstancias dadas :

- Para una indicación sencilla local, con el fin

de reproducir un parámetro obtenido mediante ensayos, basta con un indicador sencillo, robusto y barato, con sistema mecánico.

Estos sensores permiten vigilar también valores límite, mediante contactos eléctricos.

Donde se quiera accionar un controlador de presión o tomar un registro a distancia, se usa con ventaja un sensor con señal de salida eléctrica.

Para prolongar la vida de estos sensores, es aconsejable que el montaje y desmontaje de los sensores al parar las máquinas para su limpieza y cambio de producto, sea efectuado por personal calificado. Si esta tarea se deja en manos de los operarios, los instrumentos sensibles y caros se dañarán con mucha frecuencia.

2.4) Rendimiento.

El rendimiento de la extrusora se puede medir fácilmente con un reloj y una balanza. Un registro continuo solo es posible mediante una báscula dosificadora que mide la cantidad de materia prima que entra a la alimentadora.

Se requiere un instrumento, el cual de la misma manera como un medidor de flujo para líquidos, registre el rendimiento momentáneo.

3.) PARAMETROS DERIVADOS

De los parámetros medidos de operación de la extrusora, y de los parámetros de elaboración de la materia prima se pueden deducir algunas magnitudes (o valores) importantes para el análisis de tornillos, para estimar la potencia requerida y clasificar puntos de operación interesantes.

Algunos de ellos ya conocimos, como el grado de cizallamiento $\dot{\gamma}$ y el consumo específico N_w/Q

3.1) Grado de eficiencia del tornillo.

Es significativo también la eficiencia del tornillo, la cual está definida como sigue :

$$\eta_f = \frac{\text{rendimiento real [kg/h]}}{\text{rendimiento máximo posible, en función de las dimensiones geométricas del tornillo kg/h}}$$

Para extrusoras con un solo tornillo vale :

$$\eta_f = \frac{Q}{60} \cdot \frac{1000}{(h-s) \cdot t \cdot (D-t) \cdot \pi \cdot n \cdot \dot{\gamma}}$$

En esta fórmula significa :

Q [kg/h] = rendimiento medido
h [cm] = paso del tornillo
S [cm] = ancho de filetes
t [cm] = profundidad del filete
D [cm] = diámetro del barril
n [rev/min] = velocidad del tornillo
 $\dot{\gamma}$ [g/cm³] = peso específico del material

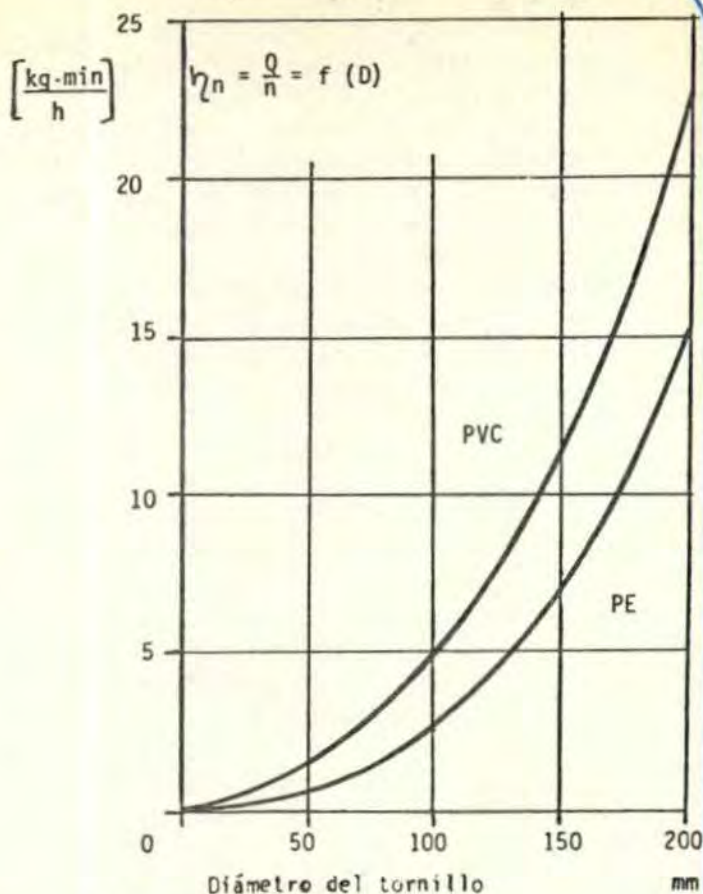
El conocimiento del grado de eficiencia del η_f tornillo puede ser muy importante para un dictamen sobre el proceso.

En una extrusora con sección de entrada lisa o con ranuras finas y con tornillo a compresión, este valor debería ser entre 0.4 y 0.55. Valores por debajo de 0.38 indican una producción poco efectiva y económica.

El aumento forzoso de la velocidad del tornillo para lograr rendimientos más altos causará sobrecalentamiento del material fundido.

Si se quieren lograr bajas temperaturas de fundición es preciso utilizar tornillos de alto grado de rendimiento.

Tornillos que trabajan sin compresión, en máquinas con secciones de entrada de ranuras gruesas, pueden tener grados de rendimiento hasta 0.85. Lo mismo vale para máquinas con tornillo doble.



Ejemplo :

De la figura 4 se obtiene un valor de n de 11.5 para una extrusora con tornillo de 150 mm diámetro, para una producción a base de PVC. Para un rendimiento deseado de 500 kg/h se necesita una velocidad aproximada del tornillo de :

$$n = \frac{Q}{\eta_n} = \frac{500 \text{ kg/h}}{11.5 \text{ kg/h} \cdot \text{min}} = 44 \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

3.2) Rendimiento específico.

El rendimiento específico n está definido como el rendimiento en kg/h que se produce en la máquina a 1 rev/minuto.

$$\eta_n = \frac{Q}{n} \frac{kg \cdot min}{h}, \text{ donde}$$

Q [kg/h] = rendimiento
n [rev/min] = velocidad del tornillo.

En caso de que n sea conocido, puede predeeterminarse la velocidad necesaria para un rendimiento deseado. Existen datos sobre n para los distintos diámetros de los tornillos y materias primas (ver figura 4).

4.) PARAMETROS DEL PRODUCTO

Después del molde existen unos parámetros importantes para la configuración final y la refrigeración del producto, los cuales influyen ampliamente en sus dimensiones y características.

Por eso se necesitan conocimientos sobre su magnitud, los cuales sólo se obtienen a través de mediciones.

4.1) Espesor de las paredes del producto.

El espesor de la pared del producto se mide por lo general manualmente en el perfil, con micrómetros o pies de rey, y no se puede medir sino después de cortar los tramos. En caso de que

estos datos se necesiten más temprano, hay que usar métodos radioactivos. Pero estos sistemas son muy complejos y caros, que pueden emplearse solamente en casos particulares; en la producción de películas, sin embargo, se aplican con cierta frecuencia.

Para la producción de tubos grandes se usan a veces medidores manuales de ultrasonido, los cuales sirven para detectar diferencias de espesores, pero no para medir el espesor absoluto.

4.2) Refrigeración del producto.

Los sistemas de refrigeración que siguen al molde influyen en la superficie, las dimensiones, pro-

piedades de resistencia y tensiones residuales del producto. A veces las porosidades del producto se deben a una refrigeración inadecuada.

Distinguimos entre una refrigeración indirecta en sistemas de calibración y rodillos de refrigeración, y una refrigeración directa mediante duchas de aire o agua, y baños de agua, donde el producto está expuesto al contacto directo con el medio de refrigeración.

Es obvio que cantidad, temperatura y velocidad del medio refrigerante y la duración de la exposición al mismo son de gran importancia para el proceso de la refrigeración, y requieren de medición y control.

NUEVAS TECNOLOGIAS

BALIZAS DE POLICARBONATO

Los postes elásticos de policarbonato antichoque sustituyen a los de madera, acero y otros materiales, con los que se marca, por ejemplo la situación de tuberías de gas, oleoductos, cables de fuerza y de fibra óptica enterrados. Si uno de estos postes es arrollado por un vehículo, recupera sin deterioro su posición primitiva. Estas balizas robustas y ligeras son de policarbonato extrusionado. En la actualidad se fabrican en cinco colores, blanco, rojo, amarillo, marrón y naranja que no se decoloran ni requieren una capa de pintura. Balizas elásticas análogas se utilizan también en EE.UU en campos de golf, aparcamientos y parques, para marcar los caminos.

Ref.209-27

(Fuente : Plásticos Universales)

LAS SILICONAS FACILITAN LA INVESTIGACION ARQUEOLOGICA.

Con ayuda de cauchos de silicona (R) Silopren, que endurecen en frío, se está procediendo en la Universidad de Heidelberg a copiar con ayuda de moldes, una serie de antiquísima tablillas de arcilla. Los vaciados (de color claro) tienen por finalidad buscar en los archivos el material que aún falta para recomponerlas lo más íntegramente que se pueda.

Ref. 209-28

(Fuente: Bayer P.I.)

Tomado de: Boletín del Centro Español de Plásticos.
No. 209 Julio - Agosto de 1989. Pag. 70

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 inoxidables o depósitos de cromo o níquel sobre los aceros que no lo sean. El empleo de aceros inoxidables 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

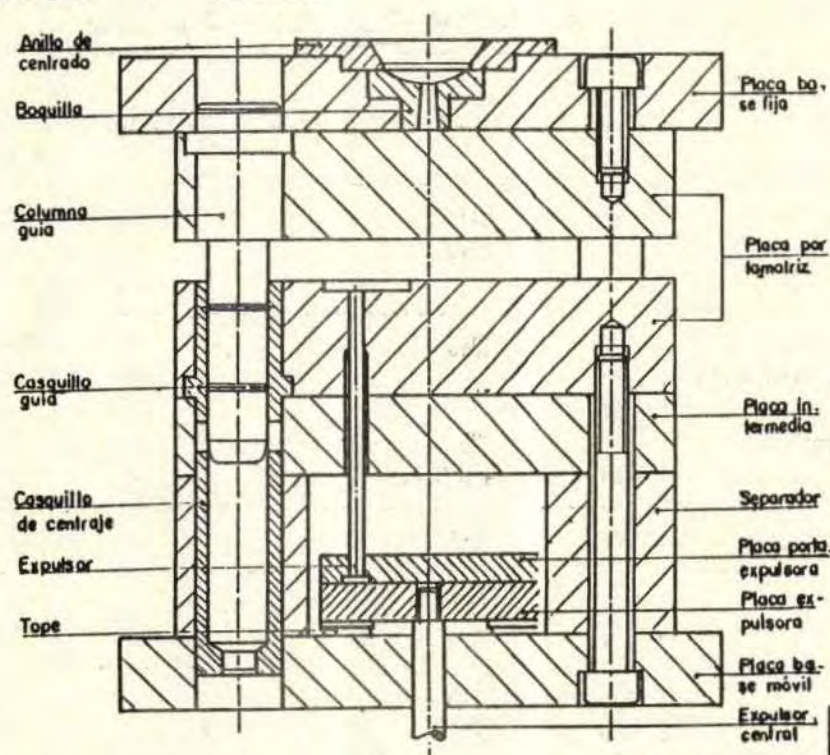
ACEROS PARA PIEZAS NORMALIZADAS UTILIZADAS EN LA CONSTRUCCION DE MOLDES (7)

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-N	
	1.2083	420 Mod.	T	
Expulsor central	1.1730	1045	T-N	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.

EMBUTICION DE LOS ACEROS INOXIDABLES EN VARIAS FASES

Por: Ing. Luis Alvaro Jaramillo y Luis Eduardo Arango
Asesores SENA - C.D.T. ASTIN

Como es sabido, las chapas de acero inoxidable según su estructura pueden ser: martensíticas, ferríticas y austeníticas. En el embutido se usan las de tipo ferrítico y austenítico. Las más utilizadas están resumidas en la tabla 1.

Los aceros inoxidables ferríticos son aceros al cromo (15-30%). Aceros de bajo carbono (0.15%) no pueden ser tratados térmicamente por ser de estructura ferrítica y resistencia mecánica baja, bastante blandos y relativamente frágiles.

Los austeníticos son aceros al cromo-níquel más resistentes a la corrosión. Los más usados en procesos de embutición son los de 18% Cr y 8% Ni, mientras que el 12-12 es un acero para trabajos de embutición profunda.

La tendencia a la formación de pliegues aumenta con la resistencia a la deformación y con la disminución del módulo elástico. Los aceros inoxidables poseen estas características, presentando tendencias elevadas a la formación de pliegues.

Por tal motivo, se debe ser muy cuidadoso en las fases de reducción. Al usar una sola pasada, se puede trabajar hasta con $B = 2$; cuando se requieren varias pasadas para poder trabajar con las mayores relaciones posible sin endurecer el material, se recomienda el uso de $B = 1.3 \sim 1.4$ en la primera embutición y de $B = 1.15 \sim 1.2$ en las siguientes o sea:

$$d_1 = (1.3 \sim 1.4) D$$

$$d = (1.15 \sim 1.2) d_{n-1}$$

Como se observa, la tendencia es muy conservadora con este tipo de material y materiales similares; su principal objetivo es el de evitar las arrugas, los recocidos, etc. Estos últimos deben efectuarse después de dos pasadas.

Como guía para ellos presentamos la tabla No. 2 con sus correspondientes medios de enfriamiento y soluciones para el decapado. Los aceros inoxidables más utilizados en el embutido son los austeníticos de la serie 300, como los que figuran al final de la tabla.

Tabla 1 Valores de calidad de chapas de acero inoxidable en estado de recocido de ablandamiento

N.º de material SEL (°)	Resistencia σ_B kp/mm²	Alargamiento δ_5 mín. %	Profundidad de abollado en mm, para chapas de espesor en mm			Relación de embutición B_{100}
			0,5	1,0	2,0	
1.4309	55	60	13,8	14,7	16,0	2,1
1.4301	60	55	12,5	13,4	14,7	2,0
1.4300	60	55	12,0	13,0	14,3	1,92
1.4310	60	50	11,4	12,2	13,7	1,86
1.4401						
1.4550						
1.4541	55	45	11,3	12,2	13,5	1,82
1.4580						
1.4571						
1.4001	55	20	8,6	9,5	11,0	1,5
1.4016	50	20				

Stahl - Eisen Liste.

TABLA 2

TRATAMIENTO DE RECOCIDO Y DECAPADO

TIPO ACERO INOX	Recocido Máx. abland.	Recocido Industrial	Solución Decapado	Temperatura
501-502	830 — 843° C Enfriam. lento hasta 593° C	732 — 76 C Enfriamiento al aire	8 + 12% SO ₄ H ₂	66 — 77° C
403-410	816 — 899° C Enfriamiento al horno hasta 593° C	677 — 732°C Enfriamiento al aire	8 + 12% SO ₄ H ₂ 6 + 10% ClH + 6 + 10%SO ₄ H ₂ 10% NO ₃ H + 0,5 + 1% FH	66 — 77° C 54 — 60° C 49 — 54° C
420	788 — 816° C Enfriamiento al horno hasta 593°C	677 — 732°C Enfriamiento al aire	Igual que la anterior	Idem
430	816 — 843° C Enfriamiento en horno hasta 593° C	760 — 816° C Enfriamiento al aire	Igual que la anterior	Idem
302 304 321 316	1010 — 1121° C Enfriamiento en agua	=	8 + 12% SO ₄ H ₂ 6 + 8% SO ₄ H ₂ + 6 + 8% Clh 10% NO ₃ H + 2% FH	66 — 77° C 54 — 60° C 49 — 54° C

RADIOS

Los radios del punzón suelen hacerse entre 4 - 6 veces el espesor de la chapa.

$$R = 4 \sim 6 S$$

Para el redondeado de la matriz se utilizan :

$$\begin{array}{ll} \text{Inox. Austenítico} & R_m = 7 \sim 15 S \\ \text{Inox. Ferrítico} & R_m = 4 \sim 8 S \end{array}$$

HOLGURA

Para la primera embutición con chapas gruesas (1.5 - 3 mm S), el juego puede llegar a ser el 40% superior al espesor.

$$W = 1.4 S \text{ (chapas gruesas)}$$

En chapas delgadas, el juego debe mantenerse lo menor posible para evitar la formación de arrugas.

REDUCCION

Las chapas de estructura ferrítica se comportan relativamente mal desde la primera embutición. La relación B raramente pasa de 1.55, por lo que deben ser recocidas

desde la segunda embutición. Para mejorar la embutibilidad, se pueden trabajar en caliente a 100 grados centígrados para las chapas delgadas y 300 grados centígrados para las gruesas.

Los aceros austeníticos se comportan mucho mejor lográndose relaciones B = 2.1 en la primera fase, acusan límite de ruptura relativamente alto y tienen la tendencia de perder maleabilidad durante el proceso.

Las matrices para aceros inoxidables se fabrican más robustas que las para acero común del mismo espesor de chapa, especialmente al aro de embutición y al pisador debe dárseles el doble del espesor que correspondería a su fabricación en acero común.

Las presiones del pisador son más elevadas que las que se usan en acero común y varían excediéndolas entre el 50% y 100%.

Los aros de embutición (matrices), fabricados con bronce - aluminio han dado magníficos resultados para embuticiones de piezas en acero inoxidable. Las aleaciones de este tipo, denominadas metal AMPCO, están compuestas por Al (8-14%), Fe (2.5 - 6.5%), pequeñas cantidades de Si, Mn, constituyendo el resto Cu (aproximadamente 80%). En el proceso de embutición casi siempre se utiliza un mínimo de 13% de Al. Se obtienen durezas de 300 a 400 Brinell aproximadamente.

Así se logran superficies de extremada pulcritud evi-

tándose las rayas, pliegues, etc. y asimismo la soldadura en frío.

Además, con las matrices de bronce-aluminio pueden embutirse chapas de cualquier tipo de aleación que no tengan como componente principal el cobre. Se exige como requisito indispensable que la superficie de la chapa sea de buena calidad (acabado) y que el trabajo sea en frío.

Puede utilizarse esta aleación para construir matrices de acero o fundición gris por medio de soldadura o metalizados, obviándose el tratamiento posterior de temple.

La zona cubierta por el blanco debe quedar construida en metal AMPCO en su totalidad como lo indica la fig.1.

El espesor del inserto debe medir como mínimo 5 veces el radio de la matriz.

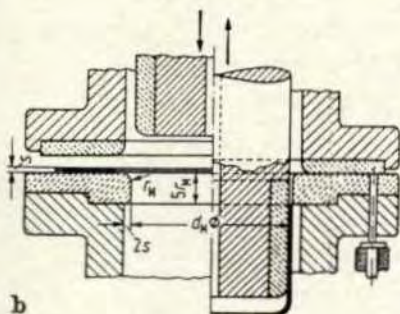
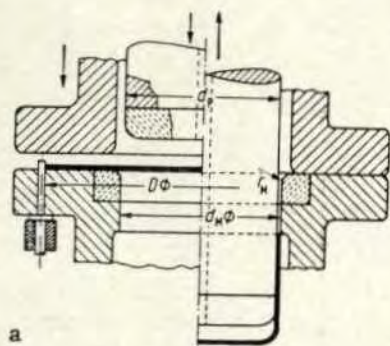
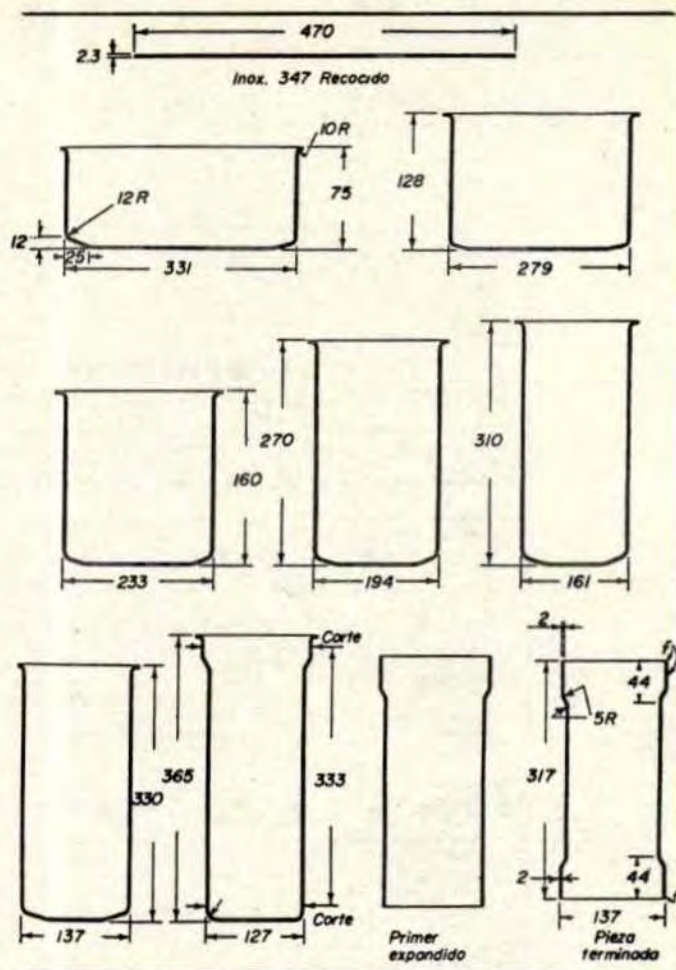


Fig 1: Matriz de embutición con inserción de piezas de bronce de varios elementos de aleación. a. incorrecto; b. correcto.

EJEMPLO No.1

Cálculo las fases de embutición para la pieza adjunta. Material: acero inox. 302 recocido. $S = 2.3\text{mm}$. Indicar el recocido y el decapado.



Se recomienda recocer aceros austeníticos después de la tercera operación. Para ello debe calentarse el acero hasta 1015 grados centígrados y enfriarse al agua.

El decapado se realiza en una solución de 88 partes de agua y 12 partes de H₂SO₄ a 70 grados centígrados.

Cálculo de las fases.

Tomando $B = 1.4$;

$$\begin{array}{l} 1 \\ d = D = 470 = 335 \text{ mm; con } B = 1.2 \\ 1 \text{ --- } 2 \\ B \quad 1.4 \\ 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} d = 335 = 279 \text{ mm; } d = 2.79 = 233 \text{ mm} \\ 2 \text{ --- } 3 \\ 1.2 \quad 1.2 \end{array}$$

$$d = 233 = 194 \text{ mm} ; d = 194 = 161 \text{ mm}$$

$$4 \text{ ----} \quad 5 \text{ ----}$$

$$1.2 \quad 1.2$$

$$d = 161 = 134 \text{ mm} , \text{ Aprox. A } 137$$

$$5 \text{ ----}$$

$$1.2$$

$$d = 137 = 114 \text{ mm} , \text{ Aprox. A } 127$$

$$7 \text{ ----}$$

$$1.2$$

En total se necesitan 7 operaciones para llevar a cabo la embutición; el extremo faltante se conforma por expandido después del corte del fondo, la última operación de conformado a plano. Se requieren además 5 operaciones de recocido para controlar el adelgazamiento de la pared en 2 mm como solicita el plano.

La tabla 3 que se presenta a continuación es una guía para el trabajo con aceros inoxidables austeníticos.

TABLA 3

Condiciones óptimas para la embutición profunda de los aceros inoxidables austeníticos

Variables	Condiciones a exigir	Razones de la exigencia
Composición Química	Suministro de aceros aptos para la embutición profunda por su composición química	Con la composición adecuada es menor el endurecimiento por deformación en frío y la tendencia al agrietamiento por tensiones
Estado del material Tratamiento térmico	Recocido	Cuanto más blando es el material tanto menor es el peligro de formación de pliegues y mayor el estirado alcanzable
Superficie	De laminación en frío, recocido y decapado	La superficie decapada es más rugosa y retiene mejor al lubricante que una brillante. El material laminado en frío es más uniforme que el laminado en caliente
Espesor	Es preferible un material lo más grueso posible Las tolerancias de espesor serán las mínimas posibles	El peligro de plegado aumenta al disminuir el espesor Es de importancia para reembuticiones difíciles o si se necesitan paredes de espesor uniforme
Recorte Cantos	Cortado con herramientas afiladas; rebarbar si los cantos son rugosos	Los cantos endurecidos por deformación en frío causan fácilmente grietas
Dimensiones	El diámetro máximo será doble que el diámetro del punzón	Un recorte mayor se agrieta
Matriz* Radio	5 a 8 veces el espesor de la chapa	Un radio mayor produce pliegues, uno más pequeño grietas y endurecimiento por deformación en frío.
Superficie	Lo mejor pulimentada posible	Para evitar el desgaste y estrías en la pieza embutida
Punzón* Radio	Por lo menos 4 veces mayor que el espesor de la chapa	Un radio más pequeño causa roturas. Un radio más grande, aunque es utilizable, exige mayor presión sobre el pisador para evitar la formación de pliegues en materiales delgados
Forma	Cilíndrica	Un punzón cónico produce fácilmente pliegues
Presión del pisador*	La mínima imprescindible para evitar los pliegues	Es muy importante para recortes grandes y delgados a fin de evitar el plegado y el agrietamiento
Juego (entre punzón y matriz)	(a) Igual al espesor de chapa más un 20 a 35%	Con estos juegos se protegen las herramientas y se evitan estrías
	(b) Igual al espesor de chapa o algo más pequeño	Con estos juegos se consiguen espesores de pared más uniformes que permiten reembuticiones difíciles. Exigen una selección cuidadosa del material de la matriz
Lubricación	Debe ser muy buena	Para evitar desgaste y estrías
Velocidad	Pequeña, 9 a 15 m/min	Los aceros austeníticos se endurecen mucho y se rompen si se les conforma muy rápidamente

Tabla 3 : Condiciones óptimas para la embutición profunda de los aceros inoxidables austeníticos.

EMBUTICION EN VARIAS FASES PARA PIEZAS NO CILINDRICAS DE REVOLUCION

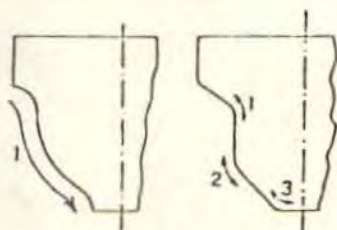
La diferencia esencial entre piezas cilíndricas y piezas redondeadas o cónicas consiste en el cambio de espesor en la periferia, debido al mayor efecto de estirado durante el proceso. Como consecuencia, la pared de este tipo de piezas resulta inestable, con gran tendencia a romperse.

Para conformar una pieza cónica profunda, el método consiste en formar un cuerpo cilíndrico en cascada y terminarlo luego mediante una matriz de reestampado que tiene el perfil exacto de la pieza deseada.

La reducción de diámetros debe realizarse con precaución para no cargar demasiado el material. Las alturas de las partes cilíndricas en cascada se determinan fácilmente de acuerdo con la sección del cono.

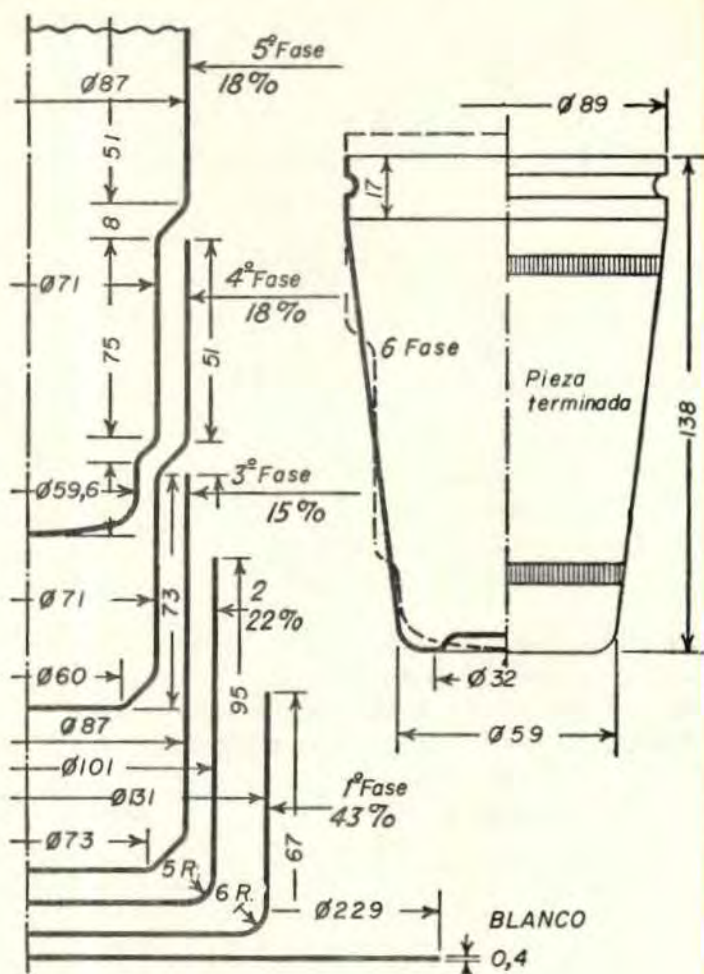
Cada elemento de la cascada se determina como una pieza de configuración cilíndrica. Pero obviamente las relaciones se disminuyen de acuerdo con los esfuerzos aplicados, debido a la acritud resultante. Para la ejecución de piezas de contorno complicado se observan por lo general las siguientes reglas:

1. Cuanto más complicado sea el perfil, mayor será el número de operaciones necesarias.
2. Si la pieza se compone de elementos cilíndricos, las reducciones se efectúan como si se tratara de una pieza cilíndrica.
3. Si la pieza contiene un elemento cónico, la reducción debe ser menor.
4. En las operaciones intermedias, el punzón debe tener un chaflán a 45 grados (ver fig. 2 derecha), puesto que las partes inclinadas y verticales permiten un deslizamiento más fácil del material.
5. El enderezamiento de los ángulos debe efectuarse en la última operación.
6. Las fases de embutición se realizan sucesivamente en el orden que muestra la fig. 2 y no de un sólo golpe.



A la izquierda método inadecuado; a la derecha método correcto.

7. En cada operación se debe estirar la cantidad de material estrictamente necesaria para constituir la forma de la siguiente fase. Mucha profundidad causará arrugas, poca profundidad ruptura.



Calcular las fases para el producto de la gráfica, material: aluminio recocido $S = 0.4$ mm $D = 229$ mm.
 $B = 2.1$, $B = 1.6$ sin recocido.
 100 2

Como se trata de una pieza de forma cónica hay que bajar la reducción de $B = 2.1$
 1

Se escoge $B = 1.7$; $B = 1.3$

$$B = B = B = 1.2$$

3 4 5

VALORES TEÓRICOS

VALORES REALES

$$d = D = 229 = 135 \text{ mm}$$

1 —————
B 1.70

131 mm

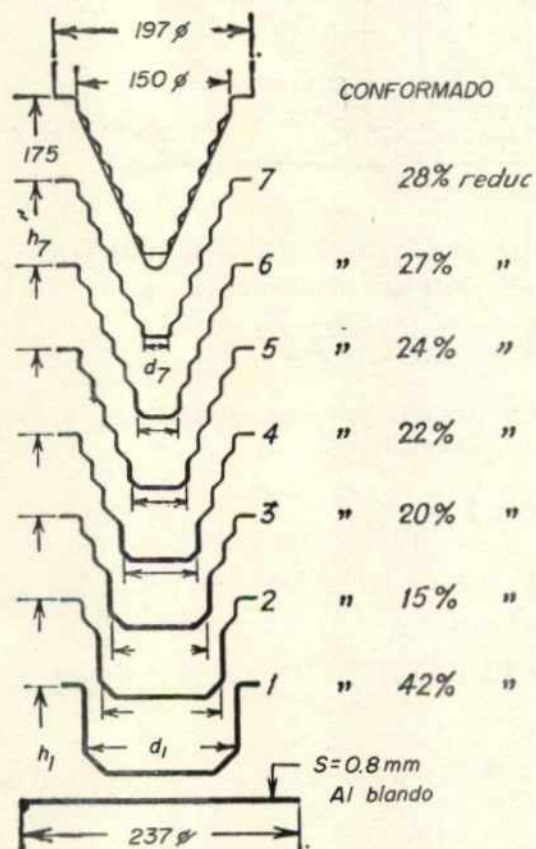
$$d = \frac{d_1}{2} = \frac{135}{2} = 112 \text{ mm} \quad 101 \text{ mm}$$

$$d = \frac{d_2}{3} = \frac{112}{3} = 93 \text{ mm} \quad 87 \text{ mm}$$

$$d = \frac{d_3}{4} = \frac{93}{4} = 77 \text{ mm} \quad 71 \text{ mm}$$

$$d = \frac{d_4}{5} = \frac{77}{5} = 64 \text{ mm} \quad 59 \text{ mm}$$

Los datos reales se toman de un dibujo de la pieza a escala, elaborando un pre-cálculo de las diferentes fases. Se empieza por una aproximación mediante embuticiones cilíndricas hasta el diámetro mayor de la pieza



cónica, o sea a la medida del diámetro $\phi = 89 \text{ mm}$, y luego con dos reducciones en cascada hasta obtener el diámetro menor $\phi = 59 \text{ mm}$.

Las alturas se calculan como los ejemplos anteriores, teniendo en cuenta que los radios y biselados de los fondos no son despreciables.

Además, desde la tercera fase se configura el borde del fondo a 45 grados, siguiendo la regla 4 enumerada anteriormente.

La figura 3 muestra una pieza totalmente cónica que ha sido producida en 8 etapas, (7 embuticiones).

Material blando $S = 0.8 \text{ mm}$. Se dejan al lector los cálculos respectivos.

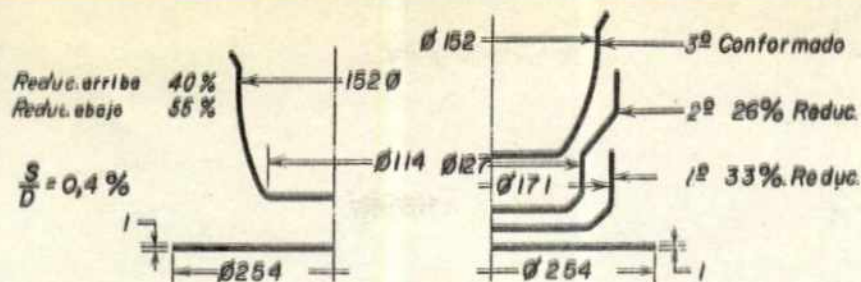
$D = 273 \text{ mm}$	$h = 0$
$d = 150 \text{ mm}$	$h = 84 \text{ mm}$
$d = 127 \text{ mm}$	$h = 96 \text{ mm}$
$d = 102 \text{ mm}$	$h = 113 \text{ mm}$
$d = 79 \text{ mm}$	$h = 128 \text{ mm}$
$d = 60 \text{ mm}$	$h = 129 \text{ mm}$
$d = 44.5 \text{ mm}$	$h = 156 \text{ mm}$

En el conformado final se logra la totalidad de la altura $h = 175 \text{ mm}$.

Obsérvese que en la primera fase ya se ha logrado el diámetro final de 150 mm que inicia el cono y la brida externa.

EJEMPLO No.3

Calcular las fases para la pieza de perfil redondeado que muestra la gráfica. Mat. SAE 1010.



El problema aquí es el contorno, ya que la reducción del fondo es excesiva (55%), quedando parte del material fuera de control.

Este tipo de piezas también se reduce en cascada, con B menores que B

para SAE 1010, $B = 1.7$ baja embutibilidad. Según el diagrama se tiene :

$$B = \frac{D}{d} = \frac{254}{171} = 1.48 < 1.7 = B$$

$$B = \frac{d}{d} = \frac{171}{127} = 1.34$$

Al resolver el ejemplo a la inversa, se concluye que se han empleado reducciones menores a las normales.

Para obtener la forma deseada, se necesita una tercera operación de conformado. Al igual como para las piezas cónicas, hay que acercarse en la primera fase al diámetro mayor, en este caso es el de la pestaña oblicua.

EJEMPLO No.4

Calcular las fases para obtener por embutición la pieza que ilustra el dibujo.

Mat. : acero inox. 316 recocido.



Esta pieza necesita un detenido análisis antes de proyectarla.

En primer lugar, su configuración es engañosa, ya que se podría pensar que el cuello se obtiene fácilmente. Pero no es así debido a los radios relativamente grandes (57 mm), dejando parte del material fuera de control. A esto se suma que el acero inoxidable 316 tiende a la formación de pliegues.

El fondo es cortado sin estrangulación lo cual obliga a una operación en el torno (costoso) o a un conformado antes de finalizarlo para reducir costos, de tal forma que el cuello no presente deformaciones o "colas". Para evitar arrugas es necesario disponer de grandes presiones en el prensachapa debido al radio y a la embutición profunda.

$$R = \frac{D - d}{d} = \frac{438 - 171}{171} = 0.61 > 0.60$$

Este ejemplo ha sido tomado de la práctica y se ha resuelto de la siguiente manera:

1a. EMBUTICION : $D = 438$ mm.

$$d \approx 140 + 2 \times 38 = 216 \text{ mm.}$$

$$B = \frac{D}{d} = \frac{438}{216} = 2.02$$

2a. EMBUTICION : $d = 216$ mm.

$$d \approx 102 + 2 \times 32 = 166 \text{ mm.}$$

$$B = \frac{d}{d} = \frac{216}{166} = 1.30$$

3a. EMBUTICION $d = 166 \text{ mm.}$

2

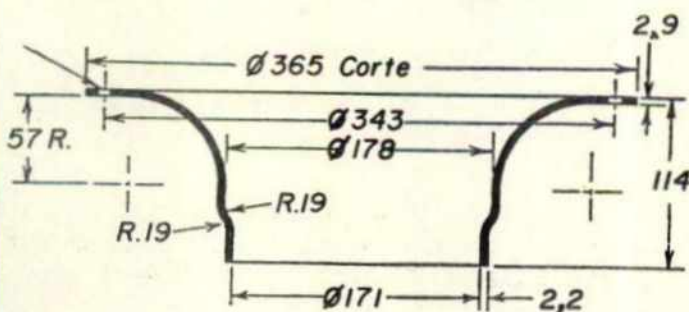
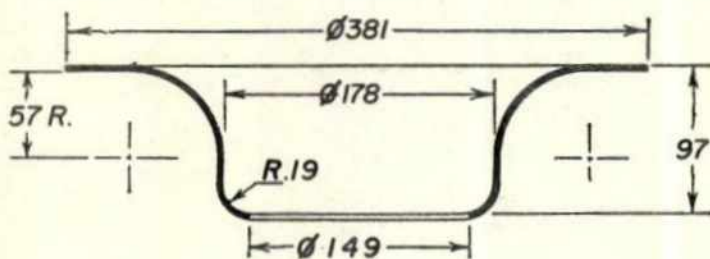
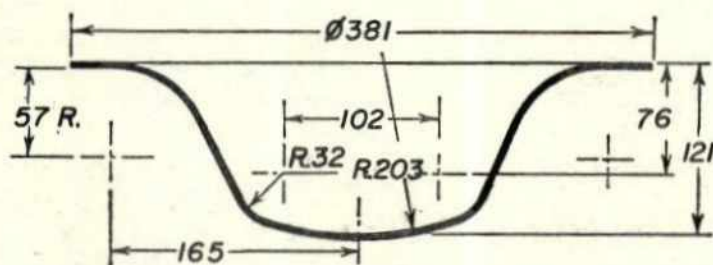
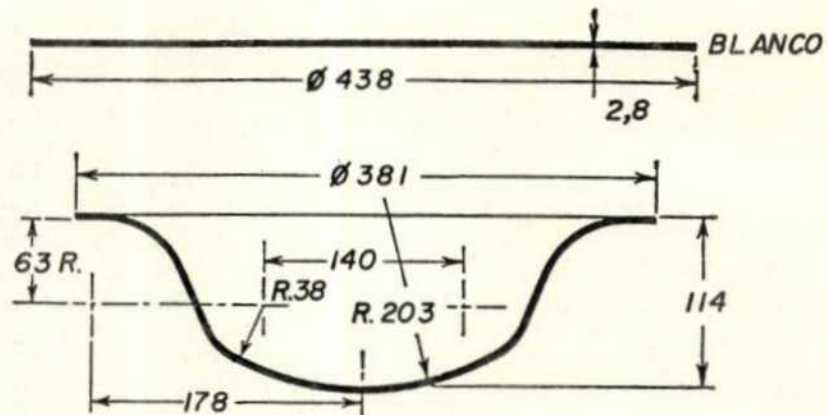
$d = 178 \text{ mm.}$

3

$B = \frac{178}{3} = 1.07$

3

166



CONCLUSION

Del análisis anterior se deduce que puedan producirse arrugas en la primera embutición, debido a la alta relación que se está usando, la cual requiere de altas presiones de pisado, por otro lado favorece la gran reducción inicial. Las otras reducciones no tienen ningún problema. Sólo la experiencia permite que este diseño sea aceptable y no presente riesgos.

DISEÑO Y CALCULO DE HERRAMIENTAS PARA BROCHAR

PARTE I. DESPRENDIMIENTO DE VIRUTA MEDIANTE PROCESOS DE BROCHADO



Por : Ing. Mariano Antonio Benavides C.
Jefe SENA - C.D.T. ASTIN

INTRODUCCION

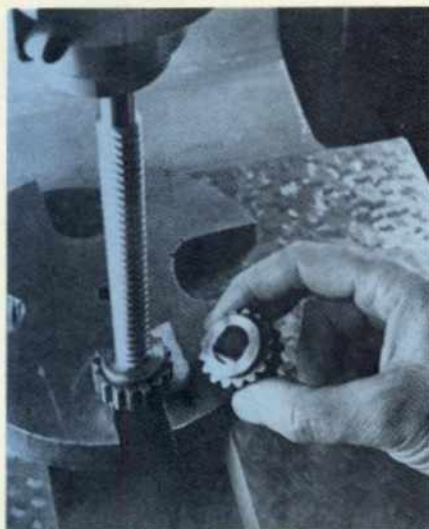
El brochado es una operación de maquinado de alto rendimiento y precisión, utilizando herramientas de muchos filos que trabajan con movimientos rectilíneos de corte (Ver fig. No.1)

Los dientes de la herramienta tienen un incremento " h " de diente en diente, aumentándose en esta forma la profundidad de corte gradualmente hasta los últimos dientes que son los encargados de dar la medida final y calibración de la pieza obtenida. (Ver figura No. 5)

Las máquinas brochadoras pueden ser horizontales o verticales. Si bien las herramientas son muy costosas, se justifica el proceso para la fabricación de grandes series o piezas iguales de construcción difícil y alta precisión.

Ventajas del brochado respecto a otros procesos como mortajado, cepillado o fresado.

- Las piezas se obtienen en una o dos pasadas y en pocos segundos, lográndose un gran ahorro de tiempo.
- Gran precisión de las piezas fabricadas.
- Buen acabado superficial sin necesidad de otro proceso posterior.
- No requiere de mano de obra altamente calificada para la manipulación del equipo, sólo requiere calificación en montaje y alineación de los dispositivos.



PROCESOS DE BROCHADO

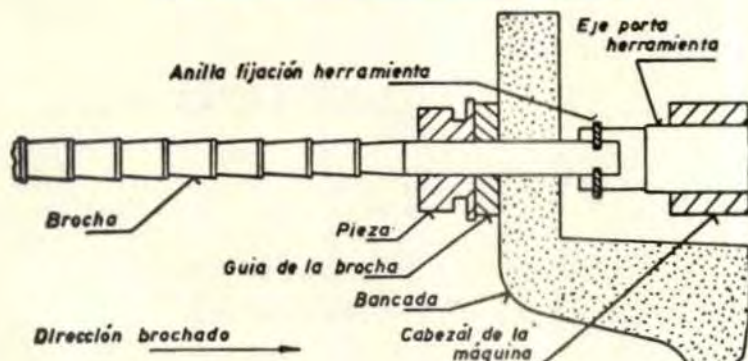


Fig. 1

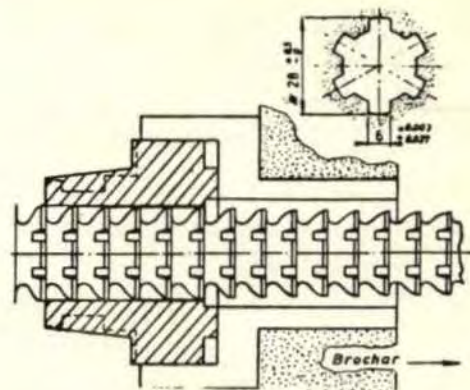


Fig. 2

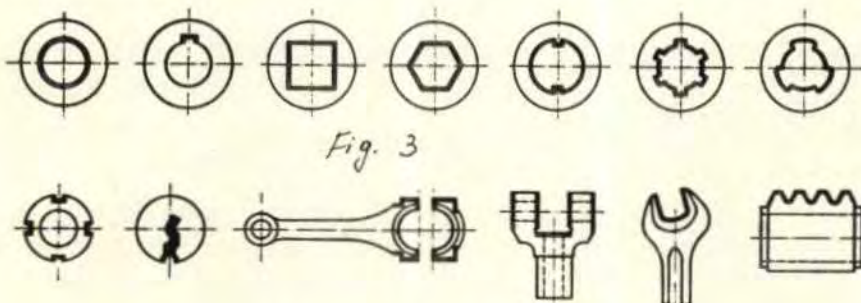


Fig. 3

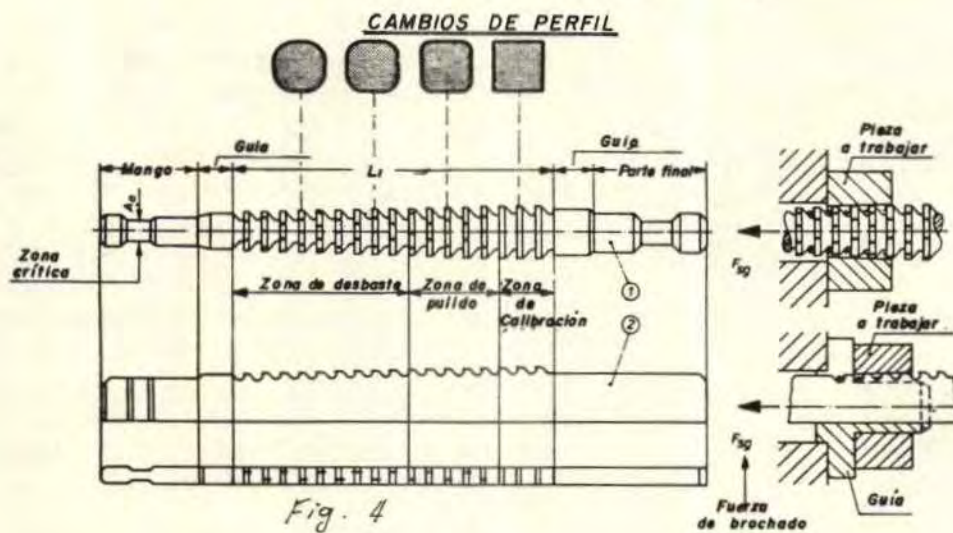


Fig. 4

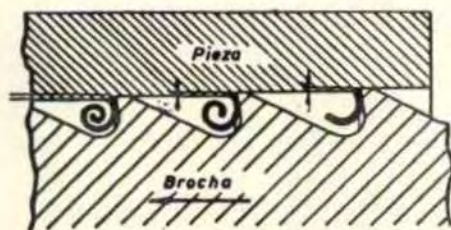


Fig. 5

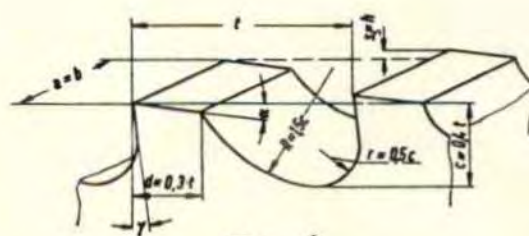


Fig. 6

DISEÑO Y CALCULO DE LAS BROCHAS

1. CONSIDERACIONES PRELIMINARES

Para el diseño y cálculo de una brocha se deben tener en cuenta los siguientes aspectos :

- 1.1 Conocimiento y dimensionamiento de la pieza o perfil a fabricar.
- 1.2 Dimensiones iniciales o de partida, por ejemplo agujeros premaquinados.
- 1.3 La cantidad de material a remover.
- 1.4 La longitud de brochado " L ".
- 1.5 El incremento o espesor de viruta por diente " h ".
- 1.6 Consideraciones para calcular el paso " t ".
- 1.7 El perfil del diente
- 1.8 El número efectivo de dientes en corte
- 1.9 La fuerza y potencia de corte y número total de dientes
- 1.10 Verificación de dimensiones para determinar el número de brochas necesarias según :
 - a. Cantidad de viruta a remover
 - b. Fuerza de corte y potencia
 - c. Longitud de la brocha y capacidad de montaje de la máquina.
- 1.11 Cálculo de la brocha a resistencia
- 1.12 El sistema de sujeción
- 1.13 Ejecución del anteproyecto y dibujo técnico.

2. CALCULO Y DETERMINACION DE LOS PARAMETROS

2.1 determinación del incremento por diente " h " (espesor de viruta).

El incremento " h " es dependiente de dos factores principalmente: la resistencia del material a trabajar y el tamaño o diámetro de la herramienta (ver figura No.8). Cuanto más resistente sea el material a mecanizar, tanto menor será el incremento; este en cambio será tanto mayor cuanto más grande sea el tamaño o diámetro de la herramienta.

Se trata de un parámetro eminentemente práctico, que se debe seleccionar con su valor máximo por efectos de rendimiento, pero teniendo en cuenta las limitantes de resistencia del material, puesto que es el factor más influyente.

Existen valores prácticos para el cálculo:

$$h = 0.03 \frac{\text{mm}}{\text{diente}}$$

hasta

$$h = 0.3 \frac{\text{mm}}{\text{diente}}$$

2.1 *

El valor mínimo se elige para materiales de alta resistencia, como por ejemplo aceros aleados con una resistencia de 90 kgf/mm² en adelante. Valores intermedios entre 0.03 y 0.3 sirven para aceros de mediana resistencia entre 40 y 80 kgf/mm² y valores cercanos a 0.3 mm

diente

para materiales blandos como aleaciones de aluminio o bronce maleable.

Con el objeto de orientar al diseñador en la selección del factor " h ", se presenta a continuación la tabla 2.

*Según: Reichard.-- Fertigungstechnik.-- Handwerk und Technik Verlag.

Dubbel.--Taschenbuch fuer den Maschinenbau.-- 13ed.--Berlin:Springer Verlag, 1974

GEOMETRIA Y PARAMETROS DE CORTE DE LAS BROCHAS

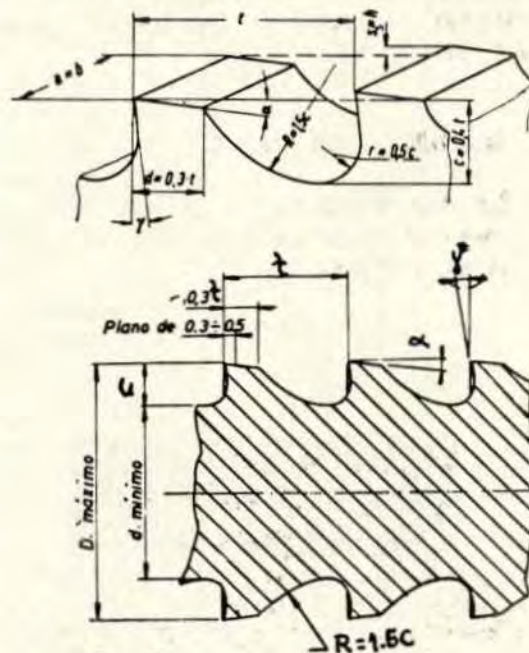


Fig. 7

Material	Ángulo de salida γ°	Ángulo libre α°	Ángulo del filo β°
Fundición dura	2 ... 3	2 ... 3	84 ... 86
Bronce	2 ... 4	2 ... 3	83 ... 86
Fundición gris	3 ... 6	2 ... 3	81 ... 85
Fundición cementada	4 ... 7	2 ... 3	80 ... 84
Latón	8 ... 10	2 ... 3	77 ... 84
Acero, σ_B hasta 90 kg/mm ²	10 ... 12	3 ... 4	74 ... 77
Acero, σ_B hasta 60 kg/mm ²	12 ... 15	3 ... 4	71 ... 75
Acero aleado, hasta 150 kg/mm ²	10 ... 15	3 ... 4	71 ... 77
Dural, hidronalio, electrón	10 ... 11	4 ... 7	65 ... 76
Alumina	18 ... 23	4 ... 7	60 ... 68
Cobre	20 ... 30	4 ... 7	53 ... 66
Plásticos prensados	25 ... 30	4 ... 7	53 ... 61

TABLA No.2

Valor de "h" según el material a trabajar [mm]

Material a trabajar	Valor de h según operación			
	Desbaste		Acabado	
	I	I	I	I
Aceros de 100 kg/mm ² de resistencia o más	I	0.038* - 0.051	I	0.0127
Aceros entre 70 y 100 kg/mm ²	I	0.064 - 0.127	I	0.0127
Aceros hasta 70 kg/mm ²	I	0.064 - 0.127	I	0.0127
Fundición de acero	I	0.064 - 0.127	I	0.0127
Fundición gris 20/30	I	0.152 - 0.254	I	0.0127
Fundición dura	I	0.076 - 0.127	I	0.0127
Fundición de bronce	I	0.254 - 0.381	I	0.0127
Fundición de aluminio	I	0.051 - 0.254	I	0.0254

* El valor mínimo se usa para piezas de precisión con buen acabado superficial y para longitudes a brochear relativamente pequeñas.

Se puede usar también el diagrama de la figura 8 para brochas cilíndricas rectangulares, hexagonales etc. **

2.2 Determinación del paso "t"

Por paso se entiende la distancia entre dientes consecutivos medidos en el mismo punto (ver figura No. 6, 7 y 9).

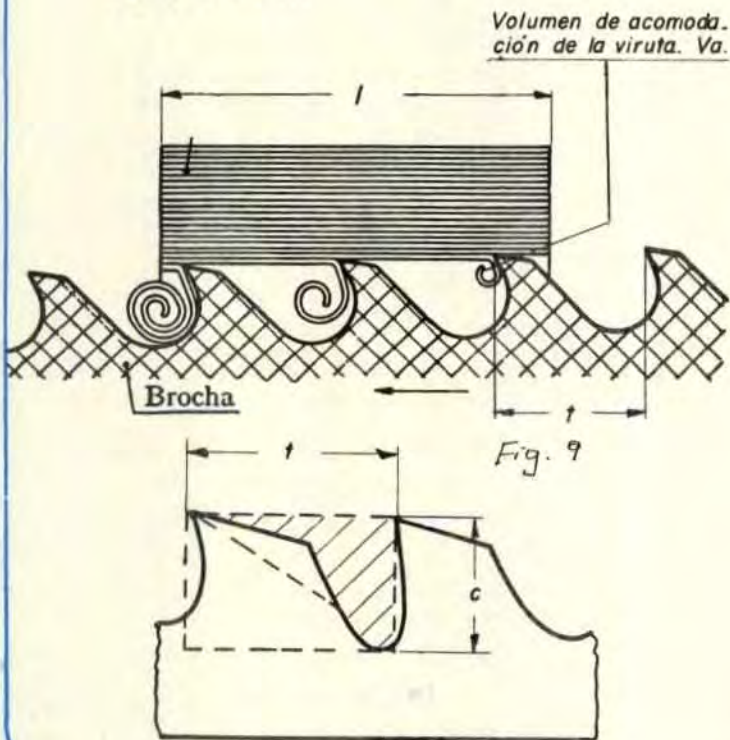


Fig. 10

La determinación del paso "t" se debe hacer bajo las siguientes consideraciones técnicas: El volumen de acomodación de la viruta o espacio entre diente y diente, donde se aloja la viruta en la etapa del corte (ver figura 9), es un factor importante. Viene determinado por el tipo de material a trabajar y el tipo de viruta obtenida, o sea que depende indirectamente de la magnitud

** Según: Mario Rossi.-- Máquinas herramientas modernas.-- Editorial Hoepli, 1971.

del factor de recalado, λ experimentalmente se determina mediante un factor que relaciona el volumen desprendido de viruta y el volumen necesario de acomodación de la viruta (ver sección 4.9). Este factor se denomina factor de volumen λ . A partir de las siguientes relaciones:

$$V_v = b \cdot h \cdot l \quad [\text{mm}^3] \quad 2.2 \text{ y}$$

$$V_a = \frac{b \cdot t \cdot C}{3.6} \quad [\text{mm}^3] \quad 2.3$$

En 2.3 se asume que el área correspondiente al volumen "Va" sea aproximadamente $\frac{t \cdot C}{3.6}$, algo a-

proximado a la mitad del rectángulo formado por $t \cdot C$ que sería menos que el área de un triángulo de lados t y C , (fig 10).

V_v = volumen de viruta a cortar u obtenido (ver figura 3.3 sección 3.1) * en mm³

V_a = volumen de acomodación de la viruta (ver figura 9) en mm³

l = longitud de brochado en mm

b = ancho de la viruta (ver figura 6) en mm

h = incremento o espesor de la viruta en mm

t = Paso mm

λ = Factor de volumen

C = Profundidad del diente

* Teoría del desprendimiento de viruta.

El factor de volumen λ se ha tomado experimentalmente entre los valores de 3 a 10 o sea $3 \leq \lambda \leq 10$ * discriminado así:

a. Usando materiales de viruta sin geometría definida como fundición gris bronce y algunos

latones, $X = 3 - 4$ para herramientas de desbaste y $X = 5 - 6$ para el acabado.

- b. Para materiales de viruta continua como aceros dúctiles, aceros de mediana y alta aleación, aluminio, cobre, etc. se puede asumir $X = 6 - 7$ para herramientas de desbaste y $X = 8 - 10$ para herramientas de acabado.

Teniendo estos parámetros definidos, se puede obtener una ecuación para calcular el paso "t" de la siguiente manera, partiendo de la relación :

$$X = \frac{V_a}{V_v} = \frac{f \cdot t \cdot C}{3.6 \cdot h} \quad 2.4$$

Luego como en las figuras No.6 y 10.

Se asume la profundidad del diente $C = 0.4 t$; se tiene así :

$$X = \frac{0.4 t^2}{3.6 \cdot h} \quad 2.5 \text{ se tiene finalmente que}$$

$$t = 3 \sqrt{h \cdot l \cdot X} \quad 2.6$$

Puesto que la relación profundidad paso del diente determina el volumen de acomodación " V_a ", se debe definir con anticipación el perfil del diente en función de su robustez, delicadeza del trabajo, herramientas disponibles para construcción y afilado del perfil y de acuerdo con el tipo de viruta a obtener.

* Karl Theodor Preger.— Zerspantechnik.— Vieweg Verlag.

En brochas largas es recomendable variar el paso a lo largo de su longitud para evitar vibraciones y conseguir un mejor acabado superficial.

2.3 Determinación del número efectivo de dientes en corte y el número total de dientes de la brocha " Z_e ", " Z_t " respectivamente (figuras 4 y 9).

El número de dientes efectivos en corte " Z_e " se

determina por la longitud de la pieza a brochar " L " (ver figura 9) y el paso " t ", teniendo en cuenta que debe existir un mínimo de dos (2) dientes en acción de corte, es decir $Z_e \geq 2$ dientes. Se puede analizar esta recomendación, sabiendo que la longitud a brochar " L " se puede escribir como $L = Z_e \cdot t$. Luego se utiliza la siguiente relación práctica:

$$Z_e = \frac{L}{t} + 1 \quad 2.8$$

Para piezas muy delgadas es conveniente y productivo montar varias piezas a fin de lograr una longitud de brochado " L " estimable, cumpliendo con las condiciones arriba expuestas.

El número total de dientes Z_t prácticamente está determinado por la longitud cortante de la brocha, (ver figura 4) y se obtiene sencillamente por la relación entre la dimensión o diámetro final y la dimensión mínima o diámetro inicial de la brocha.

$$Z_t = \frac{D - d}{2h} \quad 2.9$$

Por efectos de la recuperación elástica del material a brochar y en virtud de la calidad, es conveniente añadir entre 4 y 5 dientes más en su medida final y con la misma dimensión del último diente para conseguir un calibre final más exacto. Luego se tendrá un número total de dientes efectivos (Z_T)

$$Z_T = Z_t + 4 \quad 2.10$$

2.4 Determinación de la longitud de la brocha

Como lo muestra la figura 4, la herramienta se compone de tres partes:

- Parte dentada o cortante
- Mango de sujeción
- Guía

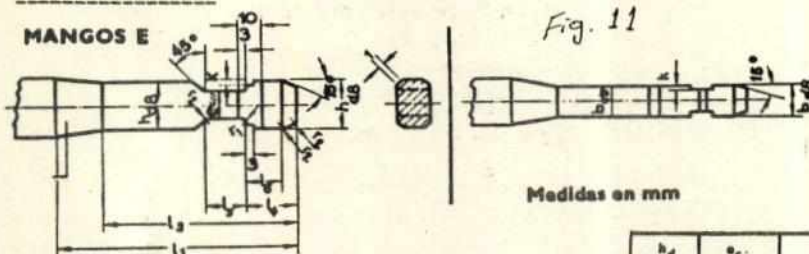
Mango y guía se determinan en función de los dispositivos que tenga la máquina para el monta-

je (ver Tabla 3)

La longitud de la parte dentada "L1" se calcula mediante el número de dientes efectivos y el paso:

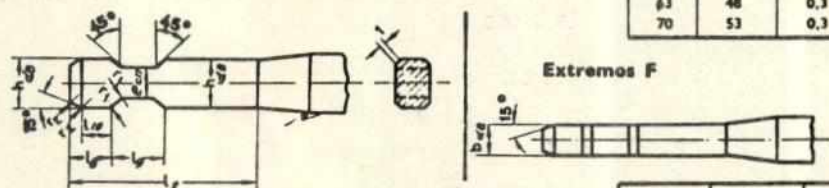
$$L_1 = Z_T \cdot t$$

2.11



Medidas en mm

h_{d_s}	$a_{c_{11}}$	k	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	r_1	r_2
12	9	0,1	180	140	20	16	16	0,3	1
14	10	0,15	180	140	20	16	16	0,3	1
16	11,5	0,15	180	140	20	16	16	0,3	1
18	13	0,15	180	140	20	16	16	0,3	1
20	15	0,15	210	170	25	16	20	0,3	1
22	16,5	0,15	210	170	25	16	20	0,3	1
25	19	0,15	210	170	25	16	20	0,3	1
28	21	0,2	220	180	32	20	26	0,4	1,6
32	24	0,2	220	180	32	20	26	0,4	1,6
36	27	0,2	220	180	32	20	26	0,4	1,6
40	30	0,25	230	190	40	25	32	0,5	2,5
45	34	0,25	230	190	40	25	32	0,5	2,5
50	38	0,25	230	190	40	25	32	0,5	2,5
56	42	0,3	270	230	50	32	40	0,6	4
63	48	0,3	270	230	50	32	40	0,6	4
70	53	0,3	270	230	50	32	40	0,6	4



Extremos F

h_{d_s}	$a_{c_{11}}$	l_1	l_2	l_3	l_4	r_1	r_2
12	9	70	16	16	12	0,2	1
14	10	70	16	16	12	0,3	1
16	12	70	16	16	12	0,3	1
18	14	70	16	16	12	0,3	1
20	15	90	20	20	15	0,3	1
22	17	90	20	20	15	0,3	1
25	20	90	20	20	15	0,3	1
28	22	125	25	25	19	0,4	1,6
34	26	125	25	25	19	0,4	1,6
36	30	125	25	25	19	0,4	1,6
40	34	125	25	25	19	0,5	2,5
45	38	125	25	25	19	0,5	2,5
50	42	125	25	25	19	0,5	2,5
56	48	160	28	32	20	0,6	4
63	53	160	28	32	20	0,6	4
70	60	160	28	32	20	0,6	4

SECCIONES ADMISIBLES

h_{d_s}	b_{d_s}															
12	4,5	5	5,5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25
14	4,5	5	5,5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25
16	4,5	5	5,5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25
18	4,5	5	5,5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25
20	4,5	5	5,5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25
22	4,5	5	5,5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25
25	4,5	5	5,5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25
28		5	5,5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25
32				6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25
36					7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25
40						8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25
45							9	10	11	12	14	16	18	20	22	25
50								10	11	12	14	16	18	20	22	25
56									12	14	16	18	20	22	25	28
63										12	14	16	18	20	22	25
70											12	14	16	18	20	22

Medidas h y b en las piezas opuestas según zona de tolerancia ISA H 7.

INFORMACION TECNICA A DISPOSICION DE LOS USUARIOS

METALMECANICA

Código : 9621405006

Título : Closing the gap between CAD and CAM. =
Cerrando la brecha entre CAD y CAM.

Autor : Dollhoff, Terry

Publicación : MACHINE DESIGN

Lugar : Cleveland, Usa.

Volumen: 61 No. 3 Mes: Febrero Año: 1989 Pag. 78

Valor : \$60.00 Idioma : Inglés

Resumen: Relata los avances tecnológicos con los cuales en el futuro podría ser posible el maquinado de una pieza a partir de la información de CAD. Describe el APT (herramienta programada automáticamente) que es un lenguaje para maquinado de superficies.

Descriptor : CAD-CAM/ MAQUINADO DE SUPERFICIES/
SISTEMAS AUTOMATICOS PROGRAMABLES

Código : 9621405131

Título : Near-Net-shape casting of flat products. =
Fundición en forma de redes de productos planos.

Autor : Reishelt, Wolfgang

Publicación : METALLURGICAL PLANT AND TECHNOLOGY

Lugar : Duesseldorf, Alemania

Volumen: 11 No. 2 Año: 1988 Pag: 18

Valor : \$45.00 Idioma : Inglés

Resumen: Presenta una reseña sobre las actividades realizadas en el campo de fundición para la obtención de productos planos de acero. También se describen los aspectos tecnológicos y metalúrgicos del proceso; se dan detalles sobre el proceso tales como el montaje de placas y espesores de placas. Se discute la necesidad de un tratamiento posterior como también los planes apropiados para alcanzar un alto potencial en aquellos procesos que operen con espesores entre 2 y 10 mm.

Descriptor : FUNDICION DE CHAPAS METALICAS
Código : 9621405135

Título : New plate profile measuring system. = Novedoso sistema para la medición de perfil de chapas.

Autor : Gutberlet, Hans

Publicación : METALLURGICAL PLANT AND TECHNOLOGY

Lugar : Duesseldorf, Alemania

Volumen: 11 No. 2 Año: 1988 Pag. 56

Valor : \$30.00 Idioma : Inglés

Resumen: La FAG ha desarrollado un nuevo sistema de calibración de chapas para agilizar las mediciones de perfil transversal con alta resolución geométrica, sus principales características son un tiempo corto de medición de 5 segundos, excelente confiabilidad y una medición simultánea de grandes perfiles sobre el eje de la placa y en la línea central. El sistema funciona con 3 cabezas de calibración, las cuales pueden posicionarse independientemente una de otra, también posee fuente de sostenimiento, detectores y una sincronización electrónica.

Descriptor : CALIBRADO DE CHAPAS/CHAPAS DE ACERO

Código : 9621405139

Título : La importancia del engrasado en todos los procesos de estampación.

Autor : Zubilla and Sohn

Publicación : DEFORMACION METALICA

Lugar : Barcelona, España

Volumen: 15 No. 146 Mes: Enero Año: 1989 Pag. 41

Valor : \$90.00 Idioma : Español

Resumen: Trata la influencia del engrasado sobre la rentabilidad en los procesos de conformado, la selección de los materiales lubricantes.

Descriptor : GRASAS LUBRICANTES/LUBRICANTES/PROCESOS DE CONFORMADO/CONFORMADO DE METALES/TROQUELERIA/ESTAMPADO DE METALES/LUBRICACION EN EMBUTIDO

Código : 9621405140

Título : La poliamida como lubricante en la compactación de polvos metálicos.

Autor : Molera, P.

Publicación : DEFORMACION METALICA

Lugar : Barcelona, España

Volumen: 15 No. 146 Mes: Ene Año: 1989 Pag. 47

Valor : \$40.00 Idioma : Español

Resumen : En todo proceso mecánico la lubricación tiene una gran importancia, tanto desde el punto de vista de la conservación de las instalaciones como el ahorro energético. En pulvimetalurgia esta importancia se acrecienta debido a que el lubricante interviene de manera directa al formar parte de la mezcla de polvos a prensar. En este artículo se presenta la función lubricante ejercida por la poliamida 12 ORGASOL, frente a los lubricantes convencionales.

Descriptores : LUBRICANTES/POLIAMIDA/PULVIMETALURGIA/
LUBRICACION EN POLVOS METALICOS

Código : 9621405141

Título : Lubricantes para embutición y estampación de chapa : Estado actual de la técnica y tendencias futuras.

Autor : Albiñana, J.M.

Publicación : DEFORMACION METALICA

Lugar : Barcelona, España

Volumen: 15 No. 146 Mes: Enero Año: 1989 Pag. 52

Valor : \$135.00 Idioma : Español

Resumen : Se revisan los principales tipos de lubricantes utilizados actualmente en la embutición y estampación de chapa de acero: aceites con aditivo EP y polares, aceites emulsionables, pastas con o sin pigmentos solubles en agua o aceite. Se describen las ventajas e inconvenientes de cada una de las distintas clases posibles de lubricantes a utilizar para una misma función.



"Tenemos un excelente plan de incentivo! Ud. se mata trabajando y nosotros le costeamos el funeral."

Descriptores : LUBRICANTES/EMBUTICION/ESTAMPADO DE METALES/CHAPAS DE ACERO/TROQUELERIA/LUBRICACION EN EMBUTIDO.

Código : 9621405197

Título : Improvement of economics and product quality in strip mills through high tech rollin-part 1 hot strip mills. = Economía y calidad de producto en laminación con alta tecnología de enrollamiento. Parte 1: Laminado en caliente.

Autor : Rohde, Wolfgang

Publicación : METALLURGICAL PLANT AND TECHNOLOGY

Lugar : Dueseldorf, Alemania

Volumen: 11 No. 3 Año: 1988 Pag. 47

Valor : \$120.00 Idioma : Inglés

Resumen : Como el criterio general para la evaluación de nuevas tecnologías de productos laminados tanto en frío como en caliente es la relación entre economía y calidad, este artículo trata de realizar estas evaluaciones pero con el criterio de una relación balanceada que contribuya al progreso. Este artículo trata en particular del laminado en caliente, examinando las áreas de desvaste y acabado.

Descriptores : CALIDAD EN LAMINACION/LAMINADO EN CALIENTE

Código : 9621405198

Título : New laser-ultrasonic system for measurement of hot tube blank wall thickness. = Novedoso sistema de laser-ultrasonido para la medición de espesor de paredes en el tubo caliente.

Autor : Keck, Roland

Publicación : METALLURGICAL PLANT AND TECHNOLOGY

Lugar : Dueseldorf, Alemania

Volumen: 11 No. 3 Año: 1988 Pag. 60

Valor : \$30.00 Idioma : Inglés

Resumen: La utilización de un nuevo tipo de sistema laser-ultrasonido ha sido probado durante la producción de tubos de acero, este sistema evita el cometer errores por la existencia de paredes cuyo espesor no es uniforme y realiza medidas en el tubo cuando este presenta una temperatura de hasta 1230 grados centígrados, la generación de ultrasonido en el blanco viene acompañada de un pulso corto desde un laser altamente poderoso. Con una velocidad de producción de aproximadamente 2 metros por segundo se tomaron medidas cada 25 centímetros y a una distancia de 5 metros desde la mesa de rodillos.

Descriptores : ESPESORES EN TUBOS CALIENTES/FABRICACION DE TUBOS DE ACERO/LASER EN TUBOS DE ACERO/TECNOLOGIA LASER

Código : 9621405199

Título : Revamping of open die forging plates. =
Reorganización de plantas de forjado con
matriz abierta.

Autor : Pahnke, Michael

Publicación : METALLURGICAL PLANT AND TECHNOLOGY

Lugar : Dueseldorf, Alemania

Volumen: 11 No. 3 Año: 1988 Pag. 63

Valor : \$60.00 Idioma : Inglés

Resumen: Aunque en los últimos años se han construido nuevas plantas de forjado de matriz abierta, la mayoría de ellas utiliza equipo de producción que data de 40 años atrás. Este artículo plantea una gran variedad de posibilidades para realizar una reorganización, relativamente de bajo costo, de las instalaciones de presión las cuales son antieconómicas. Se ilustra como referencia una reorganización hecha en 1982, en la cual se obtuvieron excelentes resultados, los resultados de tratamientos estadísticos se tabulan aquí.



"Y para terminar, este gráfico muestra el tiempo y dinero invertido en gráficos".

Descriptores : PLANTAS DE FORJADO/FORJA/ORGANIZACION DE PLANTAS

Código : 9621405212

Título : Métodos de soldadura manual y mecanizada para aplicación hiperbárica.

Autor : Szelagowski, P.

Publicación : REVISTA DE SOLDADURA

Lugar : Madrid, España

Volumen: 19 No. 01 Mes: Marzo Año: 1989 Pag. 31

Valor : \$105.00 Idioma : Español

Resumen: El rápido desarrollo de la exploración de campos de crudo y de gas a grandes profundidades de agua, ha hecho necesario desarrollar procedimientos de soldeo que satisfaga las diferentes demandas actuales y futuras. Los procedimientos de soldeo manuales son adecuados actualmente y se está alcanzando la posibilidad de trabajar en el límite de la profundidad de inmersión de soldadores buzo. Las profundidades de agua entre 450 y 600 m permitirán todavía la posibilidad de aplicación de procedimientos de soldeo manual, incluso si hay necesidad de sustituir al operario buzo en estas profundidades por sistemas de soldeo automatizados en gran parte o mecanizados.

Descriptores : SOLDADURAS HIPERBARICAS/SOLDADURA EN AMBIENTES HUMEDOS

Código : 9621405118

Título : Control de calidad de productos de moldeo y de piezas modeladas de material plástico con métodos de análisis físico-químico.

Autor : Wuerzburg, H; Mochler

Publicación : PLASTICOS UNIVERSALES

Lugar : Munich, Alemania

Volumen: 31 No. 3 Año: 1987 Pag: 169

Valor : \$75.00 Idioma : Español

Resumen: En el control de calidad de materiales plásticos han adquirido una considerable importancia los métodos de análisis físico-químicos. Se resumen los procedimientos más usuales.

Descriptores : CONTROL DE CALIDAD/ENSAYOS DE PLASTICOS/PIEZAS MODELADAS/PLASTICOS

PLASTICOS

Código : 9621405119

Título : Soplado de piezas técnicas de polipropileno.

Autor : Loew, W.
Publicación : PLASTICOS UNIVERSALES
Lugar : Munich, Alemania
Volumen: 33 No. 2 Año: 1989 Pag. 112
Valor : \$45.00 Idioma : Español

Resumen: La importancia del soplado de piezas técnicas es cada vez mayor, debido a los desarrollos tecnológicos de la industria de máquinas en lo que se refiere a los mandos de la máquinas de soplado y a las considerables mejoras de los materiales logradas por los fabricantes de materias primas. Cada vez es mayor la cantidad de piezas con una configuración complicada, que se modelan por soplado, en parte con procedimientos nuevos como el soplado-extrusión multicapa, y que se combinan con otros elementos de material plástico para formar unidades funcionales.

Descriptor: MOLDEO POR SOPLADO/POLIPROPILENO/
PLASTICOS

Código : 9621405121

Título : El proceso de inyección - soplado-biorientado.

Autor : Aoki Manufacturing Co. Ltda.
Publicación : PLASTICOS UNIVERSALES
Lugar : Munich, Alemania
Volumen: 33 No. 2 Año: 1989 Pag. 123
Valor : \$60.00 Idioma : Español

Resumen: El proceso de inyección-soplado-biorientado representa el avance más reciente en proceso de plásticos. Dentro de su reducido espacio de planta, es ahora posible producir vasos, botellas y tarros de superior calidad. El producto se fabrica sin mermas, con transparencia, propiedades barrera y brillo de alto nivel, pudiendo lograrse variaciones en diseño a un costo moderado. Incluso se puede tratar el polipropileno, lo que abre a la industria de los plásticos el amplio mercado de aquellos recipientes llenados a elevadas temperaturas o que han de ser esterilizados.

Descriptor: PROCESAMIENTO DE PLASTICOS/INYECCION
SOPLADO-BIORIENTADO/PLASTICOS

Código : 9621405122

Título : Termoconformado de semifabricados termoplásticos.

Autor : Keim, H.J.
Publicación : PLASTICOS UNIVERSALES
Lugar : Munich

Volumen: 33 No. 2 Año: 1989 Pag. 127
Valor : \$45.00 Idioma : Español

Resumen: Se comentan las diferentes variantes del procedimiento del termoconformado de semifabricados termoplásticos y los perfeccionamientos del conformado en vacío y, sobre todo recurriendo al conformado a presión, se pueden fabricar piezas moldeadas, cuya superficie posee una calidad equivalente a la de las piezas inyectadas.

Descriptor: TERMOCONFORMADO/TERMOPLASTICOS/PLASTICOS

Código : 9621405123

Título : Hacia la instalación de preparación flexible e inteligente.

Autor : Hermann, H.
Publicación : PLASTICOS UNIVERSALES
Lugar : Munich, Alemania
Volumen: 33 No. 02 Año: 1989 Pag. 132
Valor : \$75.00 Idioma : Español

Resumen: Para resolver los problemas de preparación de materias primas de materiales plásticos utilizados en la obtención de productos de moldeo transformables y adaptados a la aplicación existen soluciones técnicas basadas en máquinas de husillo, ya experimentadas. Estos sistemas se perfeccionaron continuamente desde el punto de vista mecánico, del material y del procedimiento, sin abandonar el principio fundamental y, en la actualidad, existen en forma de tercera, cuarta y quinta generación.

Descriptor: PLASTIFICACION CON VARIOS HUSILLOS/
PLASTICOS

Código : 9621405124

Título : Requerimientos especiales a los moldes para la transformación de materiales termoestables.

Autor : Keller, W.
Publicación : PLASTICOS UNIVERSALES
Lugar : Munich, Alemania
Volumen: 33 No. 2 Año: 1989 Pag. 137
Valor : \$75.00 Idioma : Español

Resumen: Partiendo de las peculiaridades de los materiales termoestables se exponen en primer lugar los principios fundamentales de la configuración de los moldes, incluida la técnica de bebedero y de purga

de aire. La técnica de canal frío permite la inyección sin bebedero, en especial de resinas UP y de amino-plastos. Con la inyección-comprensión se pueden fabricar, de forma rentable, piezas con propiedades mecánicas buenas. Los moldes para los productos de moldeo de poliéster húmedo exigen un cuidado especial cuando se quieren transformar con ellos productos con una contracción pequeña.

Descriptores : MOLDES PARA PLASTICOS/TERMOESTABLES/
PLASTICOS/DISEÑO DE MOLDES

Código : 9621405126

Título : Metalizado de materiales plásticos en alto vacío.

Autor : Trompler, S.

Publicación : PLASTICOS UNIVERSALES

Lugar : Munich, Alemania

Volumen: 33 No. 02 Año: 1989 Pag. 142

Valor : \$30.00 Idioma : Español

Resumen: Uno de los aspectos más importantes de la técnica de alto vacío es la vaporización de metales y de aleaciones metálicas sobre materiales plásticos. La aplicación más destacable en este campo es el apantallamiento electromagnético contra radiaciones exteriores de carcasas de material plástico para el procesamiento de datos.

Descriptores : METALIZADO DE PLASTICOS/PLASTICOS EN
ALTO VACIO/TECNOLOGIA DE VACIO

Código : 9621405157

Título : Polímeros termoplásticos estables a altas temperaturas. Estructuras y propiedades parte I

Autor : Lacosta Berna, J.M.

Publicación : REVISTA DE PLASTICOS MODERNOS

Lugar : Madrid, España

Volumen: 40 No. 394 Mes: 04 Año: 1989 Pag. 568

Valor : \$105.00 Idioma : Español

Resumen: Los polímeros orgánicos son uno de los grupos de materiales más versátiles y encuentran amplio uso en forma de plásticos, gomas, fibras, adhesivos y recubrimientos. Las ventajas de esos materiales, especialmente su fácil fabricación y baja densidad, susceptibles de ser empleados en una amplia gama de productos.

Descriptores : POLIMEROS TERMOPLASTICOS/POLIMEROS A
ALTAS TEMPERATURAS/ESTRUCTURA MOLECULAR

Código : 9621405216

Título : More thermoplastic polyesters to solve design problems. = Más poliésteres termoplásticos para resolver problemas de diseño.

Autor : Sternfield, Aaron

Publicación : MODERN PLASTICS INTERNATIONAL

Lugar : Lausanne, Usa

Volumen: 16 No. 11 Año: 1986 Pag. 64

Valor : \$60.00 Idioma : Inglés

Resumen: Las soluciones para problemas de moldes de inyección se han orientado hacia los poliésteres termoplásticos. En este artículo se muestran los avances logrados con tereftalato de polibutileno (PBT) y tereftalato de polietileno (PET), en el desarrollo de materiales que cumplan con las necesidades de compactación que requiere la ingeniería. Se presentan las propiedades físicas de algunos de estos productos.

Descriptores : POLIESTER TERMOPLASTICO/TERMOPLASTICOS
/DISEÑO DE PRODUCTOS PLASTICOS/PLASTICOS

Código : 9621405219

Título : A new approach to coextrusion for blow molded articles. = Una nueva aproximación hacia la coextrusión para artículos moldeados por inyección de aire.

Autor : Onasch, J.

Publicación : MODERN PLASTICS INTERNATIONAL

Lugar : Lausanne, Usa

Volumen: 16 No. 9 Mes: 11 Año: 1986 Pag. 75

Valor : \$40.00 Idioma : Inglés

Resumen: Este artículo describe un sistema para la producción de botellas multicapas por coextrusión-moldeo por inyección. Aquí se discuten las características del sistema, tales como distribución de material, el efecto de diferentes temperaturas de proceso y condiciones de producción.

Descriptores : COESTRUSION/MOLDEO POR INYECCION/
BOTELLAS COEXTRUIDAS



POLITICA DE INNOVACION

Por Pedro H. Morales

Los más experimentados asesores de gerencia afirman que la única estrategia válida para el progreso real de las empresas es la innovación. Sin una adecuada política de innovación, es poco probable lograr la supervivencia empresarial puesto que las cosas alrededor de la actual sociedad son permanentemente cambiantes. La adaptación al ritmo de los cambios es parte del proceso de innovación. Igualmente, los adelantos científicos y tecnológicos son hoy tan presionantes que obligan a las empresas a mantener un gran sistema de innovación.

La innovación cubre prácticamente todos los campos. Puede afirmarse, sin duda, que no hay sector empresarial en el cual no se esté introduciendo algún mecanismo de innovación, bien sea científica o técnica; sistemática o humana.

En este último sentido la innovación se hace más urgente y necesaria. La actualización del conocimiento humano y de los métodos y sistemas de trabajo es la más grave de todas las necesidades empresariales del momento.

En las empresas de hoy no basta instalar computadores o modernizar las máquinas, es indispensable innovar la creatividad humana. Lo importante de la innovación, es la innovación humana; para que no pase lo que en una empresa recientemente quebrada en la cual el comentario final de su gerente fue: "Habíamos actualizado las máquinas, pero nos habíamos olvidado de actualizar a los hombres". Una triste pero muy elocuente realidad, que podría estar repitiendo en muchas empresas en estos momentos.

La llamada "crisis" de nuestra época no es sólo un problema de la coyuntura económica o financiera, es también una "crisis" humana. Una crisis de imprevención, incapacidad y atraso. Una crisis de inmadurez empresarial. Una crisis de desactualización técnica y de conocimientos, especialmente de conocimientos de gerencia y administración, mercadeo y ventas.

Las empresas de este tiempo para poder sobrevivir con éxito deben remodelarse casi totalmente. Es decir, implementar la innovación en todos los órdenes. Incluyendo el de la creatividad, que vendría a ser el número uno.

La gente es el factor básico del patrimonio de una empresa y es en esta área donde mayor innovación se requiere. No en vano, algún experto afirmaba con vehemencia que el dilema actual en las empresas era: renovarse o morir. Y esta idea podría estar confirmando a diario cuando se encuentran muchas empresas cuya estrategia básica es la permanente innovación.

Por esto, tal vez, haya sido, a lo largo de la historia empresarial, la innovación la mayor causa del progreso. Considerada como el principal estímulo para el desarrollo, la innovación se hace absolutamente indispensable como estrategia básica empresarial.

Hoy por hoy, los principales tratadistas y los mayores expertos en ciencias de la administración colocan a la innovación en puesto de vanguardia como factor de éxito empresarial.

"Innovar es vivir" se ha afirmado con vehemencia. Además de que vivir es innovar. Las empresas y los empresarios difícilmente pueden "vivir" con el simple tradicionalismo o a base de rutina. Necesitan innovar. No solamente innovar en el campo tecnológico, sino en métodos, procedimientos, sistemas, normas, ideas, conceptos, criterios, pensamientos, productos, controles, equipos y materiales.

Las ciencias avanzan a gran velocidad presionando la parte técnica de las empresas. Los modos de actuar y de vivir de la gente van cambiando y produciendo un nuevo ambiente empresarial. Las necesidades, gustos y deseos de los consumidores son diferentes y hacen obligatorio el cambio. Las empresas de mayor auge y desarrollo han determinado desde hace años una real y permanente estrategia de adaptación al cambio a través de un proceso de innovación. Innovar es lo importante para enfrentar la rutina, el tradicionalismo improductivo o la ausencia de creatividad.

El célebre profesor Peter F. Druker asignó a la innovación el papel preponderante de la supervivencia futura de la empresa privada frente a las difíciles circunstancias que la presionan, incluyendo la mayor participación estatal en controles de sus actividades.

Tomado de REVISTA PROGRESO. Octubre 1987 Pag. 43



SEMINARIOS TECNICOS ESPECIALIZADOS QUE REALIZA
EL C.D.T. ASTIN

- SOLDADURAS ESPECIALES
- OLEOHIDRAULICA
- NEUMATICA
- PROCESO DE MECANIZADO CON ARRANQUE DE VIRUTA
- TRATAMIENTOS TERMICOS
- TROQUELERIA
- PLASTICOS
- MANTENIMIENTO
- CONTROL DE CALIDAD
- COSTOS DE FABRICACION
- PLANEACION Y ORGANIZACION DE LA PRODUCCION
- DESAGREGACION TECNOLOGICA
- MERCADEO Y DESARROLLO DE PRODUCTOS

Para mayor información sobre los seminarios técnicos especializados que realiza el C.D.T. ASTIN, pueden dirigirse a la siguiente dirección :

SENA - C.D.T. ASTIN
TEL: 467182 - 476164 FAX: (923) 476166
APTO AEREO 8053 - CALI COLOMBIA