

SELECCION DE ACEROS PARA PUNZONADO DE CHAPAS GRUESAS

PARTE I. SELECCION DE ACEROS PARA TROQUELAR EN CASOS ESPECIALES.

Por : Ing. MARIANO ANTONIO BENAVIDES C.
Superintendente SENA - C.D.T. ASTIN

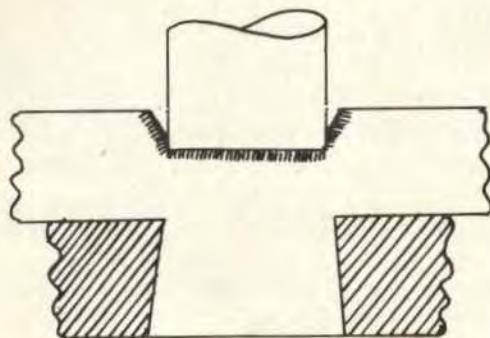
1. Punzonado de chapas gruesas

Experimentalmente se ha comprobado que a medida que el espesor de la chapa a troquelear aumenta, se requiere mayor resistencia al desgaste y tenacidad en la herramienta de corte principalmente en el punzón.

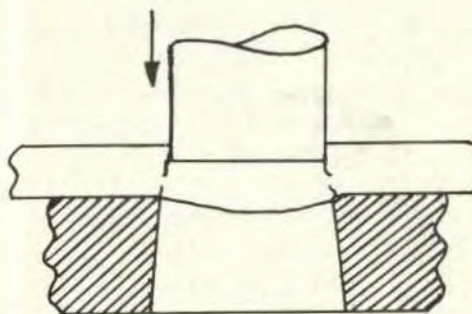
Las razones que influyen para que se disminuya la vida útil de las herramientas a punzonar chapas gruesas son causadas principalmente por los siguientes esfuerzos :

1.1 Esfuerzos de impacto

Debido a que el espesor de la chapa es grande, el impacto inicial entre el punzón y la chapa es también grande produciéndose un clavado en frío del punzón en el material antes de que se inicie el proceso de cizallamiento como sucede en las chapas delgadas. (ver figura No. 1).



CHAPA GRUESA
El punzón se clava inicialmente.



CHAPA DELGADA

1.2 Esfuerzos de fricción

Los esfuerzos de fricción existen aunque la chapa sea delgada, estos esfuerzos se verán incrementados en el corte de chapas gruesas dado que el trabajo es mayor y el área de recuperación elástica del material cortado también aumenta, incrementándose enormemente el desgaste adhesivo y abrasivo en la herramienta.

1.3 Esfuerzos Térmicos

Por las razones expuestas en los numerales 1.1. y 1.2 se ha podido comprobar experimentalmente que la temperatura del proceso también aumenta llegando a veces y dependiendo del material hasta 300 y 400 °C produciéndose un revenido continuo de la herramienta con la consecuente pérdida de dureza.

2. Análisis de los esfuerzos

Los esfuerzos de impacto y compresión producen abarilamiento y según la magnitud del impacto pueden producir una rotura inmediata; por esta razón las propiedades de la herramienta deben ser de una alta tenacidad acompañada de una gran resistencia al desgaste para contrarrestar los esfuerzos de fricción, así como un excelente comportamiento en caliente en lo que respecta a conservar su dureza a altas temperaturas (hablando de trabajo en frío). Por esta razón en el corte de chapas gruesas han fracasado los aceros resistentes al impacto del tipo S1, S2 etc., por su pobre resistencia al desgaste, así como los aceros tipo D3 y D6 cuya resistencia al desgaste es muy elevada pero su tenacidad es muy poca.

En ocasiones se ha intentado cementar los aceros tipo S1 y A2 aprovechando sus elementos de aleación, logrando incrementar el porcentaje de Carbono (C) de 0.7 a 0.75% C pero han fallado por los efectos térmicos ya que estos aceros carecen de cobalto, elemento que proporciona al acero resistencia en el revenido.

Puesto que es difícil definir a partir de qué espesores se consideran las chapas gruesas, es importante anotar que el esfuerzo a la cizalladura del material a troquelar varía linealmente con el logaritmo de la relación d/s siendo :

d = Diámetro del agujero en mm.

s = Espesor de la chapa en mm.

La evaluación se hace de la siguiente manera :

Para $d/s \geq 2$ se puede asumir $\tau_u = 0.8 \sigma_u$

Para $d/s = 1$ se puede asumir $\tau_u = \sigma_u$

Para $d/s < 1$ se asumen valores de $\tau_u > \sigma_u$

Lo cual es bastante complejo de definir

τ_u = Esfuerzo último de cizalladura en Kg/mm²

σ_u = Esfuerzo último de rotura en Kg/mm²

Conocedores de la importancia que tiene la holgura M o sea la diferencia de medidas entre punzón y matriz (ver figura No. 2) y puesto que este valor influye en la fuerza de corte y la recuperación elástica del material cortado, se mencionan a continuación las siguientes relaciones obtenidas a partir de ensayos experimentales que sirven para calcular la holgura.

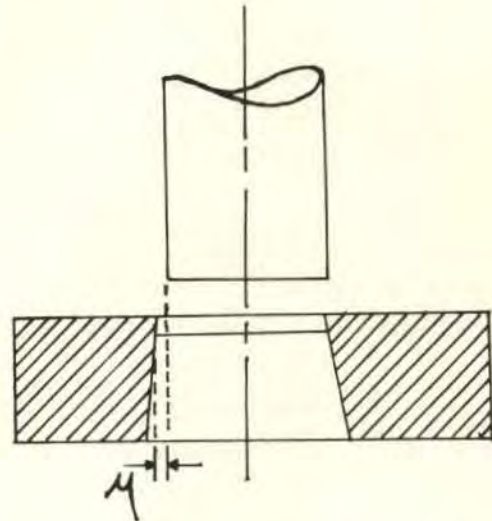


FIGURA 2. Holgura a tolerancia entre punzón y matriz

a. Para chapas hasta 3 mm de espesor.

$$M = c \times s \sqrt{\tau_u} \quad (1)$$

b. Para chapas de más de 3 mm de espesor

$$M = (1.5 \times c \times s - 0.015 \sqrt{\tau_u}) \text{ donde}$$

c = coeficiente

c = 0.005 para cortes limpios

$0.005 \leq c \leq 0.035$ para fuerza y trabajo - mínimo

$0.015 \leq c \leq 0.018$ para herramientas de metal duro

c = 0.01 para trabajo en condiciones normales

* Fuente : Öehler Kaiser. -- HERRAMIENTAS DE TROQUELAR ESTAMPAR Y EMBUTIR

ESPESOR DE CHAPA en mm	ACEROS SELECCIONADOS SEGUN AISI	No. DE CICLOS ANTES DEL PRIMER AFILADO
0.25	W1 L2 - L3	10^3 10^4 - 10^5
0.78	W1 L3 - L6 - 01 - 02	10^3 10^4 - 10^5
1.57	W1 L3 - L6 - A2	10^3 10^4 - 10^5
3.17	01 - 02 - A2 A2	10^3 - 10^4 10^5
6.35	S1	10^4 - 10^5
12.7	S1 A2-T1-M1-M2-M10-T4	10^3 10^4 - 10^5
25.7	T1-M1-M2-M10-T4 D2-T8-M3	10^3 10^4

TABLA No. 1

COMPORTAMIENTO DE LAS HERRAMIENTAS SEGUN EL
ESPESOR DE LA CHAPA

* Fuente : "Selección de material para punzonar".
por Ing. Dario Parra

Experimentos realizados con diferentes aceros de herramientas, se logró obtener los siguientes datos en función del espesor de la chapa utilizada y número de ciclos alcanzados antes del primer afilado (Ver tabla No. 1)

Para lograr un equilibrio de la producción a medida que aumenta el espesor de la chapa, es necesario que la herramienta esté dotada de excelentes propiedades mecánicas que permitan asumir las responsabilidades de los esfuerzos mencionados en los numerales 1.1, 1.2 y 1.3.

Como se observa en la tabla 1 para los espesores de 12.7 mm., en adelante hubo necesidad de utilizar aceros rápidos con los cuales se logró un mayor rendimiento con los del tipo M2 - T1 - M1 - M10 y entre estos grupos los de mayor rendimiento son los tipo M2 y T1.

Se debe tener en cuenta que no solo basta seleccionar bien el material sino que el

tratamiento térmico debe ser ejecutado bajo las mejores condiciones de trabajo y haciendo un diseño adecuado según las propiedades mecánicas que se quieren alcanzar.

3. Análisis de Selección

Se realizaron experiencias con el M2 para punzonar de acero 5160 en la fabricación de hojas de resorte. El procedimiento utilizado fué el siguiente :

3.1 Acero Seleccionado : AISI M2 dureza de suministro 260 HB.

3.2 Composición Química Aproximada

C	Si	Mn	Cr.	Mo.	V	W
0.89	0.2	0.3	4.3	5.0	1.9	6.4

MAGNITUD	TEMPERATURA DE TRABAJO EN °C		
	20	400	600
DENSIDAD Kg / d m	8.16	8.06	8.0
MODULO DE ELASTICIDAD Kgf/mm	2.2 x 10	2.0 x 10	1.8 x 10
COEFICIENTE DE DILATACION TERMICA C		11.8 x 10	12.4 x 10
CONDUCTIVIDAD TERMICA w / m C	24	28	27
CALOR ESPECIFICO J / Kg C	420	510	600

TABLA No. 2
PROPIEDADES FISICAS

COMPARACION DE PROPIEDADES

ACEROS	MAQUINABILIDAD	RESISTENCIA AL DESGASTE	TENACIDAD	TEMPLABILIDAD	RECTIFICABILIDAD
M35					
M2					
M3 : 2					
ASP 30					
ASP 60					

3.3 Mecanizado

Dada la gran dureza de suministro (260 HB) los aceros rápidos se deben mecanizar con metales duros siguiendo los valores de orientación de las tablas 3 y 4. Para trabajar con herramientas de acero rápido (H.S.S.) es conveniente hacer un recocido entre 770 - 840 °C con buena protección del material en el horno con el objeto de bajar un poco su dureza.

La información sobre las recomendaciones para el mecanizado se puede obtener del documento "Criterios de Selección de los Aceros para Herramientas" de este mismo autor, sin embargo se dan aquí las recomendaciones más importantes.

- Comprar suficiente material para quitar la capa descarburizada (Ver tabla No. 3).
- Usar los valores de orientación tanto para la geometría de la herramienta como los parámetros de corte, avance profundidad y velocidad de corte (Ver tablas).
- Refrigerar muy bien el proceso de corte para evitar sobre calentamiento de la pieza.
- En la etapa de finalizado dejar una rugosidad de tres triángulos como mínimo antes de pasar al tratamiento térmico ayudándose con tela esmeril 400 a 600 después de torneado.
- No dejar rayaduras y evitar entalladuras o cambios de sección muy fuertes para evitar la concentración de tensiones.

PARA ACEROS RAPIDOS TIPO M y T RANGOS DE DUREZA 250 HB HASTA 270 HB

PARAMETRO \ OPERACION	DESBASTE	MEDIO	AFINADO
Profundidad "a" en mm	Mínimo 10	2 - 10	Max. 2
Avance "S" mm / rev.	Mínimo 1.0	0.3 - 10	0.08 - 0.3
Velocidad de corte "Vc" m/min	20 - 40	30 - 60	50 - 80
Herramienta metal duro	P30 - P40	P20 - P30	P10

TABLA No. 3 PROCESO DE TORNEADO

PARAMETRO \ OPERACION	DESBASTE	AFINADO
Profundidad a mm	Mínimo 2	0.08 - 0.2
Avance por diente S mm/diente	Mínimo 0.2	0.08 - 0.2
Velocidad de corte para mecanizar con HSS m/min	11 - 15	15 - 30
Velocidad de corte para mecanizar con Metal duro HM m/min	P30 - 40 20 - 40	P10 - P20 30 - 60

TABLA No. 4 PROCESO DE FRESADO

 TABLA DE INSTRUCCIONES PARA EL MAQUINADO DE ACEROS RAPIDOS

Tornear : (Herramientas con plaquitas intercambiables de metal duro, con ángulo de virutamiento positivo.
Duración: 15 minutos aproximadamente)

Profundidad de corte a (mm)	Avance s (mm/r)	Normas ISO	Velocidad de corte v (m/min)
1 - 4	0.1 - 0.3	P 05, P 10, P 20	210 - 140
4 - 8	0.3 - 0.6	P 10, P 20, M 20	130 - 100
> 8	0.6 - 1.2	P 20, P 30	100 - 45

Fresar : (con fresas de cuchillas)

Profundidad de corte a (mm)	Avance s (mm/r)	Normas ISO	Velocidad de corte v (m/min)
1 - 2	hasta 0.2	P15	100 - 60
2 - 6	0.2 - 0.4	P40	60 - 40

Mandrinar : (Ángulo de punta $\phi = 115 - 120^\circ$ ángulo de despullo $\alpha = 6^\circ$ refrigeración por emulsión)

Díametro de taladro a (mm)	Avance s (mm/r)	Normas ISO	Velocidad de corte v (m/min)
3 - 8	0.02 - 0.05	K 10	50 - 35
8 - 20	0.05 - 0.12		
20 - 60	0.12 - 0.18		

Tomado de: UNITEC ACEROS BOEHLERT. Manual de aceros finos.

