

DISEÑO Y MANUFACTURA DE MATRIZ DE PUNZONADOS PROGRESIVOS PARA CONTACTO ELÉCTRICO

Alfonso Campos Vázquez

Instituto Politécnico Nacional, Méxicio, D. F., México, ing_campos@hotmail.com

Alejandro Escamilla Navarro

Instituto Politécnico Nacional, Méxicio, D. F., México, aescamillan@ipn.mx

Miguel Ángel Rodríguez Fuentes

Instituto Politécnico Nacional, Méxicio, D. F., México, mian100@hotmail.com

ABSTRACT

The die cutting process is used to manufacture the various parts required in the manufacturing industry. Its advantage is its low production cost and high productivity, which can be achieved with counting tool. Good design and manufacture of a punch allows industry to be competitive in the global market for metal manufacturas. It describes the sequence of a progressive die design for manufacturing an electrical terminal, as developed in a scrubbing machine tool support conventional EDM process.

Keywords: Die, tool alloys, EDM, heat treatment

RESUMEN

El proceso de troquelado es utilizado para la fabricación de diversas partes requeridas en la industria de manufactura. Su ventaja es su bajo costo de producción y alta productividad; lo cual se puede lograr contando con la herramienta adecuada. Un buen diseño y manufactura de un troquel permite a la industria ser competitivos en el mercado mundial de manufacturas metálicas. Se describe la secuencias de diseño de un troquel progresivo para manufacturar una terminal eléctrica, tal como se desarrolla en un taller de máquinas herramientas convencionales con apoyo del proceso de electroerosión.

Palabras claves: acero herramienta, electroerosión, Tratamiento térmico Troquel,

1. INTRODUCTION

La industria metal mecánica es de vital importancia en cualquier economía del mundo. Una de sus ramas es la que trata con el conformado de láminas, para la obtención de diversos productos. Los trabajo en prensa, enfrentan la competencia de productos manufacturados por los países asiáticos, lo que exige eficiencia y eficacia en la producción; lo que involucra el diseño de herramientas procesadoras de lámina, comúnmente denominadas troqueles. La industria automotriz, requiere una amplia cantidad de productos procesados por troquelado con tolerancias dimensionales y de forma muy exigentes; lo que requiere herramientas fabricadas aun tolerancias más cerradas. En México son pocos los proveedores confiables de estas herramientas y no todos cuentan con máquinas herramientas de las más modernas del mercado, sin embargo, el ingenio y la necesidad de ser competitivos los ha llevado a desarrollar metodologías de diseño y construcción de troqueles, que puedan competir con los asiáticos.

El presente trabajo describe el procedimiento de diseño de un troquel progresivo y los pasos de la manufactura de la matriz, para la fabricación de un contacto eléctrico de latón; considerando las máquinas herramientas

3. DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA

La forma de la silueta requerida da la pauta al diseño del troquel, en la figura 1 se observa el material que debe ser extraído de la lámina. Dada las dimensiones y la distancia entre los huecos de la pieza, no es conveniente obtenerla de un solo punzonado. Para punzonar se debe aplicar fuerzas que rebasen la resistencia al cortante, de manera que los punzones y matrices deben tener el material suficiente para resistir dichas fuerzas aplicadas al menos ocho mil en un tiempo determinador, es decir, soportar cargas de fatigas (ciclos bajos). Esta condición obliga a realizar punzonados en varias operaciones, de manera que los cortes no queden cercanos unos de otros; esto se hace concibiendo un troquel progresivo.

Siguiendo las recomendaciones del libro Fundamental of Pressworking^[1] y la experiencia personal se establece la secuencia de operaciones de troquelado, de acuerdo con el siguiente orden:

- Una vez defina la silueta final a obtener, se decide el tipo de troquel a diseñar.
- Se dibuja varias veces la forma de la pieza para distribuir las formas y cortes que se deban realizar mediante punzonado.
- Lo anterior implica considerar forma de potencial riesgo de fractura de la matriz por contener cortes con ángulos peligrosos por la concentración de esfuerzos, así como la cercanía entre punzonados que debiliten la matriz.
- Prever los materiales a retirar, así como la expulsión de ellos de la matriz y del troquel en general.
- Considerar fases que permitan el correcto dimensionamiento de la pieza, punzones piloto.

Esto se muestra en la figura 3.

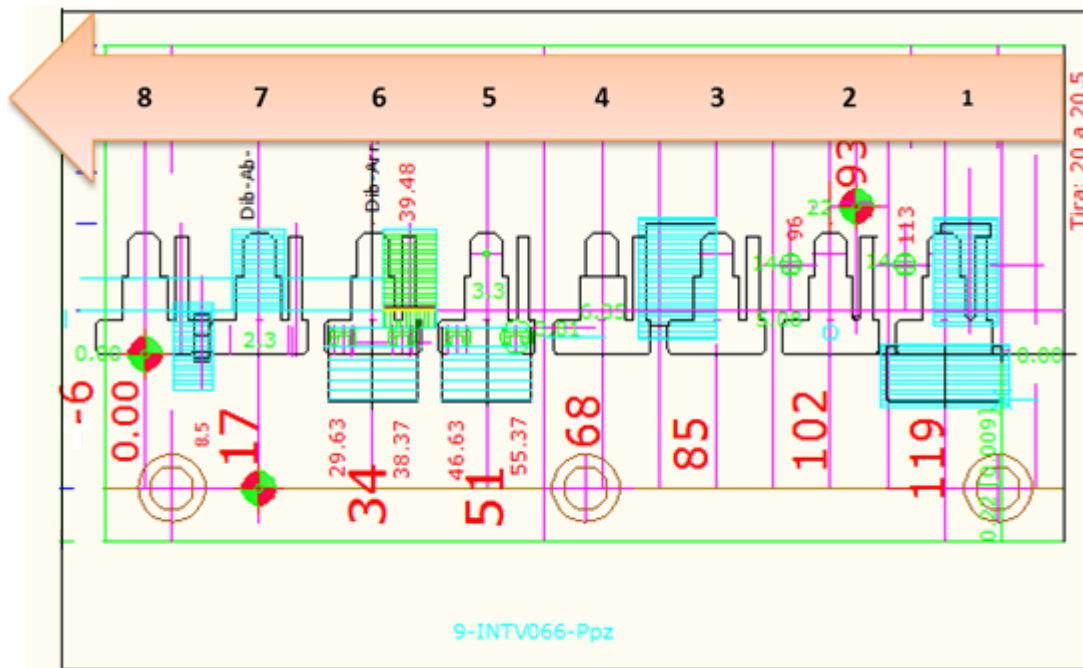
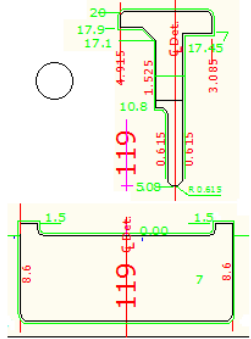
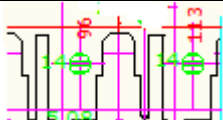
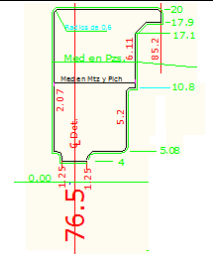
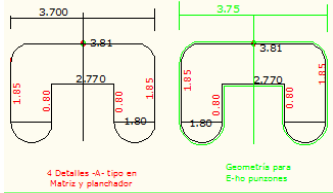



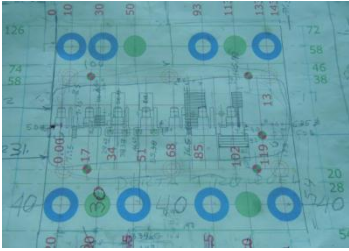
Figura 3. Diseño de la matriz. Disposición de los punzonados.

Tabla 1. Descripción de las fases de troquelado.

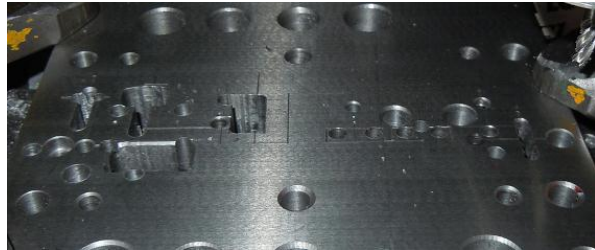
<p>Estación 1.- Punzonados. Se realizan tres punzonados, uno redondo que no es parte de la terminal sino del desperdicio de la tira, agujero que se utilizará para pilotear la tira, esto es para asegurar el avance o paso en las posteriores estaciones. El ancho de la tira es superior en 1 a 2 milímetros, respecto a ancho que tiene en las siguientes estaciones, obteniendo este ancho con la cuchilla de avance (segundo punzonado). El tercer punzonado de esta estación comienza a dar la forma en los extremos</p>	
<p>Estación 2.- cuenta con el barrero para el punzón piloto</p>	
<p>Estación 3.- Punzonado, continua con la conformación de la silueta de la terminal.</p>	
<p>Estación 4.- estación muerta, no realiza ningún proceso de troquelado</p>	
<p>Estación 5.- punzonado de</p>	
<p>Estación 6.- en esta fase se deja para un posible doblez, previo a los troquelados que se realizarán con otras herramientas.</p>	
<p>Estación 7.- estación muerta</p>	
<p>Estación 8.- punzonado que separa la pieza terminada de la tira.</p>	

4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESAMIENTO DE LA MATRIZ

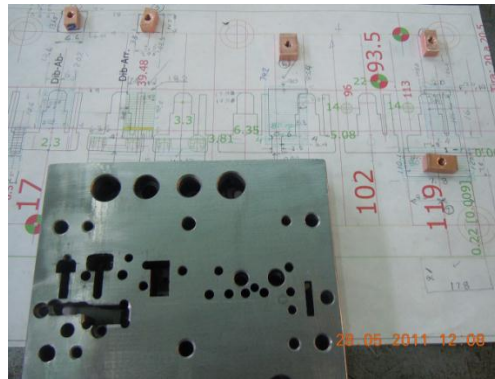
Desde luego que primero debe de estar habilitado el material, cuya selección de material se explica en párrafos posteriores. La referencia es el dibujo de taller



En la fresadora se hacen las perforaciones necesarias para sujetar la matriz, y los barrenos que guiarán al planchador. Así como las salidas del material que será punzonado.



Una vez terminado del fresado se terminan, mediante procesamiento de electroerosión por penetración. Las salidas en especial las secciones en esquinas que no pueden terminarse por los radios de la herramientas de fresado.



Una vez realizados los barrenos para fijación, los desalijos para el desperdicio de material punzonado se temple la matriz.



En la cara superior de la matriz, que se muestra, se observan barrenos pequeños, necesarios para introducir el alambre para el corte por electroerosión por hilo, en el que solo se cortará un espesor de 5 mm, ya que por el otro lado se ha desalagado el material.



Matriz con formas terminada mediante electroerosión por hilo.



4.1 MATERIAL PARA LA MATRIZ

En la fabricación de matrices para punzonado se utilizan aceros grado herramienta. En el mercado mexicano se tiene opciones de varios proveedores, de Aceros Carpenter y Thyssen group Steel obtenemos las características que se presentan a continuación, de los aceros grado herramienta, cuyas aplicaciones sean factibles para la manufactura de matrices:

Tabla 2. Aceros grado herramienta.

Acero AISI	Características	Aplicaciones
O1	Acero grado herramienta para temple al aceite, poca distorsión. Tiene una buena combinación de alta dureza superficial y tenacidad después del temple y revenido. Ideal para fabricación de herramientas y dados.	Dados de formado, laminación, matrices de corte y estampado, punzones cuchillas
D2	Acero grado herramienta alto carbón y alto cromo. Dimensionalmente estable de excelente rendimiento al corte y resistencia al desgaste. Especialmente apto para temple al aire.	Matrices y Punzones, Troquelado Fino Dados para Acuñaado, Herramientas de Roscado, Partes de Desgaste, Dados de Laminación, Insertos para Moldes, Cuchillas, Slitters y Cizallas, Cuchillas para Molino de Plástico
S7	Acero herramienta con alta resistencia al impacto. Posee buena resistencia a la disminución de dureza a temperaturas moderadas y altas. Acero herramienta con alta resistencia al impacto. Posee buena resistencia a la disminución de dureza a temperaturas moderadas y altas.	Resulta ideal para cizallas cortas y herramientas de recortado, ya sea en frío o en caliente, puede ser utilizado para punzones de remachado, cinceles neumáticos Dados para cabecear en frío y herramientas de forja.
W1	Acero herramienta con endurecido al agua El acero es siempre inspeccionado por macroataque durante la fabricación para asegurar su limpieza. En secciones muy finas pueden ser endurecidas en aceite y las piezas serán duras totalmente. Tiene tendencia a la deformación durante el temple así como a la descarburación, es recomendable que el endurecimiento se realice en hornos de atmósfera controlada. Este tipo de acero es de fácil maquinado en condición de recocido.	Brocas, rimas, punzones, dados para estampado, dados de formado, matrices para punzonar, dados para roscar, calibradores, herramientas moleteadoras, Mandriles, cortadores etc.

Los cuatro aceros son candidatos recomendables para la manufactura de matrices para troquelado. Desde luego sus costos varían se presentan del menos costo al más costoso, en varios sentido costo de adquisición del acero, también costo para su tratamiento térmico, facilidad de maquinado. El latón, es un material no ferroso, que es suave al corte comparado con lámina de acero, sin embargo es muy abrasivo al corte. Al punzonar latón por su misma “suavidad”, deja virutas que se adhieren al punzón y matriz, lo que incrementa el desgaste; situación que no sucede con láminas de acero (ferrosas), que pueden tener mayor resistencia al corte.

Tomando en cuenta lo anterior y basados en la experiencia en la manufactura de troqueles, se decide utilizar el acero AISI D2. Además el acero D2 ofrece un balance entre tenacidad y desgaste que son las solicitudes

requeridas en un matriz para punzonado, según se observa en el siguiente diagrama, proporcionado por el proveedor de acero Servicio Industrial, S. A. de C. V.

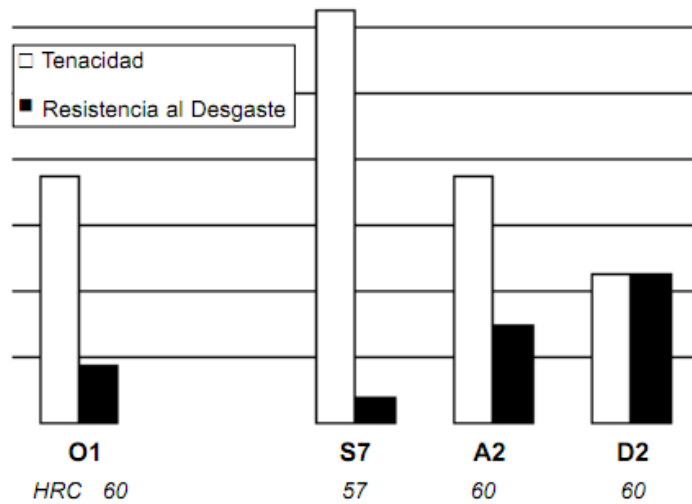


Figura 4: Diagrama de comparación de tenacidad, desgasta de aceros grado herramienta

4.2 PROPIEDADES

Composición Química en %

C	Si	Mn	Cr	Mo	V
1.55	0.3	0.35	12	0.75	0.9

Tratamiento térmico. Después del maquinado debe hacerse un relevado de esfuerzos (alivio de tensiones) calentado toda la masa a 650 °C por dos horas, enfriando lentamente a 500 °C y después libremente al aire. El temple requiere de dos precalentamientos primero a 600 °C luego a 900 °C; el rango temperatura de austenización es de 1020 a 1080 °C. Las fases de tratamiento térmico se muestran en la siguiente gráfica, proporcionada por THYSSENKRUPP VDM DE MÉXICO, S.A. DE C.V.:

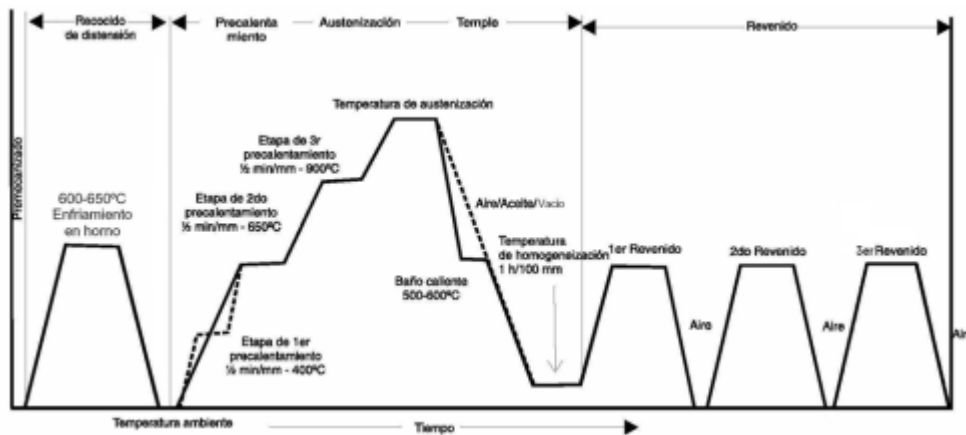


Figura 5: Diagrama tiempo-temperatura para el tratamiento térmico para el acero D2

El enfriamiento para realizar el temple puede ser en aceite para geometrías simples, al aire con gas forzado. El diagrama de revenido nos indica que la dureza máxima que el acero D2 alcanza es de 62.5 Rc. La temperatura mínima de revenido es de 180 °C. Este acero es muy estable a una dureza de 58 Rc por que es la que se elige como dureza de diseño, esto se alcanza con intervalo de temperatura de revenido de 300 a 500 °C.

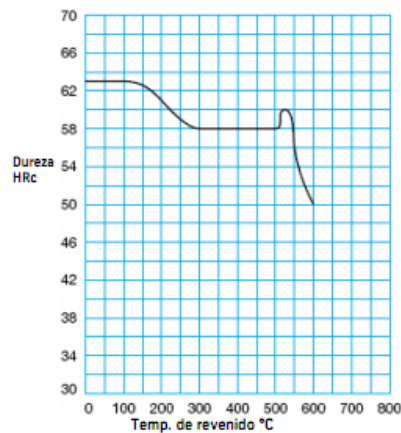


Figura 5: Diagrama temperatura-dureza para el revenido del acero D2

La herramienta terminada se muestra en la siguiente fotografía.



4. CONCLUSIONES

- El diseño de matrices para punzonados progresivos requiere más que de cálculos mecánicos, selección de posicionamientos de punzones basados en criterios ingenieriles donde se eviten concentraciones de esfuerzos por cercanías entre operaciones de troquelados.
- En el mercado se cuenta con diversos aceros para herramientas, la selección dependerá del material a troquelar, la producción requerida, disponibilidad comercial.
- La manufactura de una matriz utiliza procesos convencionales de maquinado por arranque de viruta aunado a procesos de electroerosión por penetración y corte por hilo, los que permite alcanzar tolerancias con variaciones de hasta 3 milésimos de pulgada.

REFERENCES

SME (1994) “Progressive Dies” 2nd edition, published by the Society of Manufacturing Engineers.

<http://www.acerosfortuna.com.mx/productos-aceros-especiales.php>

<http://www.thyssenkrupp.cl/?mod=aherramientas>

<http://www.sisa1.com.mx/catalogof.htm>

Autorización y Renuncia

Los autores autorizan a LACCEI para publicar el escrito en las memorias de la conferencia. LACCEI o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que esta expresado en el escrito