

Anexo-6

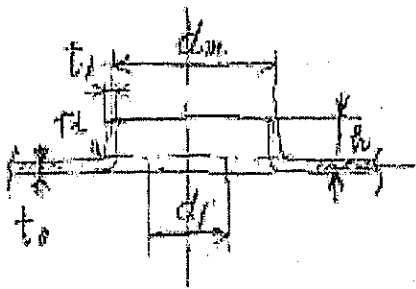
Ejemplos de materiales didácticos de cursos teóricos
de la tecnología de estampado y troquelado

Ingeniería de Herramental XI

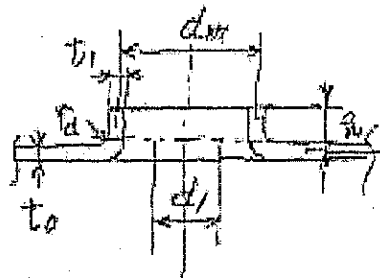
(1) Formado similar al embutido (continuación)

a) Burring

◇ Límite del formado



Cuando es $r_d < t_o$



Cuando es $r_d > t_o$

◇ Fórmula para calcular el diámetro del orificio piloto

$$d_r = \sqrt{d_m^2 - 4d_m h} \quad r_d < t_o$$

$$d_r = d_m - \left\{ \pi \left(r_d + \frac{t_o}{z} \right) + z (h - r_d) \right\} \quad r_d > t_o$$

◇ Fórmula para calcular la altura del burring

$$h = \frac{1}{z} (K d_p - d_r) \quad \text{--- cuando } r_d \text{ es pequeño.}$$

$$h = \frac{d_m - d_r}{z} + 0.43 r_d - 0.28 t_o \quad \text{--- cuando } r_d \text{ es grande.}$$

Donde; d_r : diámetro del orificio piloto (mm)

d_m : diámetro promedio del burring (mm)

- d_p : diámetro del punzón (mm)
 t_o : espesor del material (mm)
 t_1 : espesor de la pared en la parte superior (mm)
 h : altura del *burring* (mm)
 K : coeficiente (-)

| Valor de K | |
|----------------------|-------------|
| d_p/t_o | K |
| Igual o mayor que 60 | 1.0 |
| 40 a 60 | 1.0 a 1.03 |
| 20 a 40 | 1.03 a 1.08 |
| Menor que 20 | 1.08 a 1.24 |

✧ Disminución del grosor de la pared

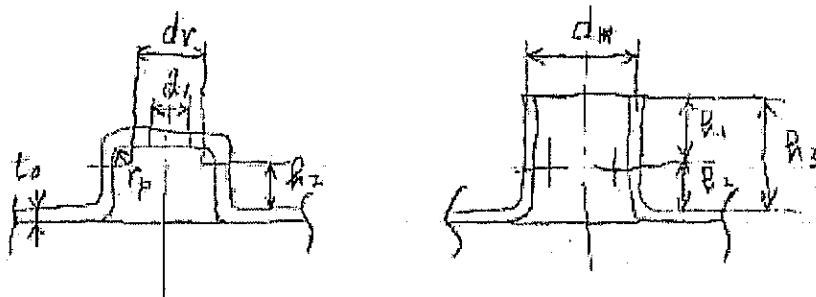
$$t_1 = t_o \cdot \sqrt{\frac{d_o}{d_m}} \approx t_o \cdot \sqrt{K_o}$$

| Valor K_o | |
|-----------------------|------------|
| Material | K_o |
| Lámina de acero dulce | 0.6 a 0.45 |
| Lámina de latón | 0.45 |
| Aleación de aluminio | 0.29 |

b) Límite de la transformación

| Material | Límite de d_p/d_1 | |
|--|-----------------------|--------------------------|
| | Aparecen grietas | Límite de adelgazamiento |
| Lámina de acero para embutido profundo | Igual o mayor que 4.0 | 3.9 a 2.6 |
| Lámina de acero | Igual o mayor que 3.8 | 3.7 a 2.4 |
| Lámina de latón (suave) | Igual o mayor que 4.0 | 3.9 a 2.4 |
| Aluminio (suave) | Igual o mayor que 6.0 | 5.9 a 3.5 |

❖ Burring que troquele el fondo de un producto embutido



$$h_1 = \frac{1}{d_r} \left(\frac{\pi r_p d_r}{2} + 2 r_p^2 + \frac{d_r^2 - d_1^2}{4} \right)$$

$$h_3 = h_1 + h_2$$

❖ Fuerza de formación

$$P_{BR} = \pi d \cdot t^2 \cdot \sigma_B \frac{1}{K_B \times 1000} \quad [t \cdot f]$$

Donde; $K_B \cong 10 t_0$

Fuerza del pisador $P_h = \left(\frac{1}{6} \sim \frac{1}{8} \right) P_{BR}$

Energía de transformación

$$E_{BR} = (P_{BR} + P_h) \cdot h_{BR} \cdot C_{BR}$$

Donde;

C_{BR} : coeficiente 0.6 en el caso de " $r_d < t_0$ ",
0.8 en el caso de " $r_d > t_0$ "

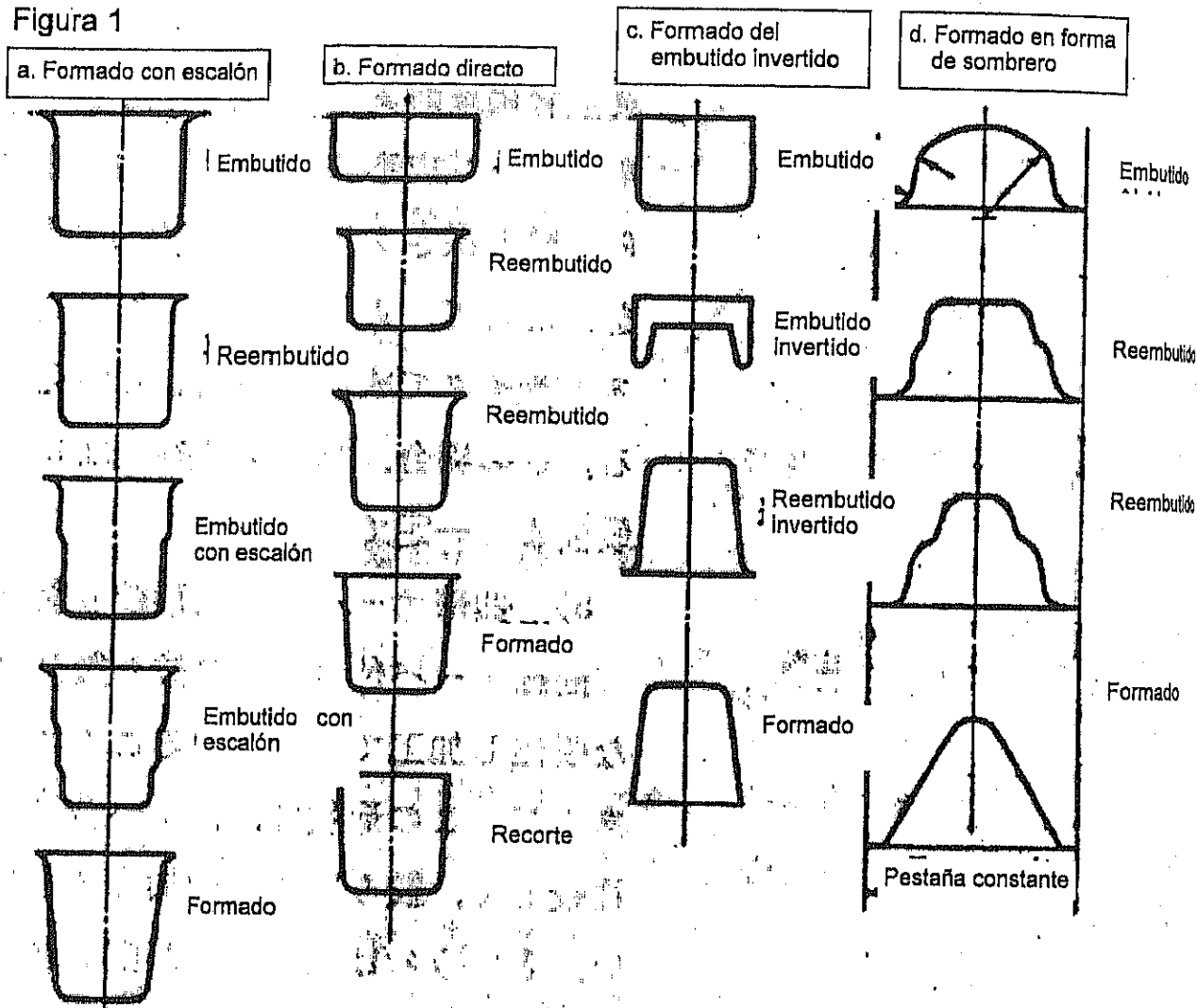
h_{BR} : longitud de la carrera de trabajo

Capítulo 21 Diseño de proceso 2

1- 1: Diferentes procesos de embutido cilíndrico 2

1) En forma de vaso, cono truncado y sombrero

Figura 1



El embutido de cono truncado en forma de vaso señalado en la Figura 1, es de $h / d > 0.5$ (La proporción de la altura y el diámetro del embutido).

Se emplean los métodos señalados en las Figuras "a", "b" y "c".

La figura "d" tiene forma de sombrero, sin embargo, se puede aplicar el mismo proceso de embutido que en la forma de vaso.

a. Método de formado con escalón

En estos procesos, es común hacer la transformación con escalón a lo largo de la parte oblicua como se señala en la Figura 1.

Repetir el reembutido en forma cilíndrica con escalón y realizar el formado final.

Como defecto, puede presentar marcas de impacto, por lo que se debe tomar un radio de matriz mayor.

Así mismo, cuando se requiere una buena apariencia, hay que aplicar *buff* para el acabado después del formado final.

En caso de aplicar muchos procesos y utilizar materiales con mayor endurecimiento por transformación (acero inoxidable, latón etc.), se requiere un tratamiento de recocido en medio del proceso.

El diámetro exterior de la pestaña queda constante.

b. Método de formado directo

Este método es apto para una forma que tiene menor diferencia entre el diámetro del fondo (diámetro pequeño) y el diámetro de la boca (diámetro grande) además de que tiene mayor profundidad.

En este caso, primero se hace el reembutido para que el objeto se acerque al diámetro grande del producto.

Luego se emplea una curva grande en la pared lateral de la parte del diámetro grande y se trata de aumentar la profundidad mediante el reembutido.

En ese momento, la pared lateral del diámetro pequeño (aprox. $0.7h$) debe ser de forma cilíndrica recta.

Al final, se obtiene un formado expandiendo el diámetro de la parte del diámetro grande y aumentando la profundidad del embutido.

En caso de tener menor ángulo oblicuo, es posible dejar el objeto en forma de cilindro recto y hacer la forma oblicua (*taper*) en el proceso de *restriking*.

Nota: En este caso, el material ya está endurecido por la transformación, por lo que se romperá inmediatamente si se estira excesivamente.

Es recomendable fijar la tasa de elongación a igual o menor del 12 % aproximadamente, aunque variará según el proceso.

c. Método de formado invertido

Este método se emplea comúnmente para el formado en forma de vaso.

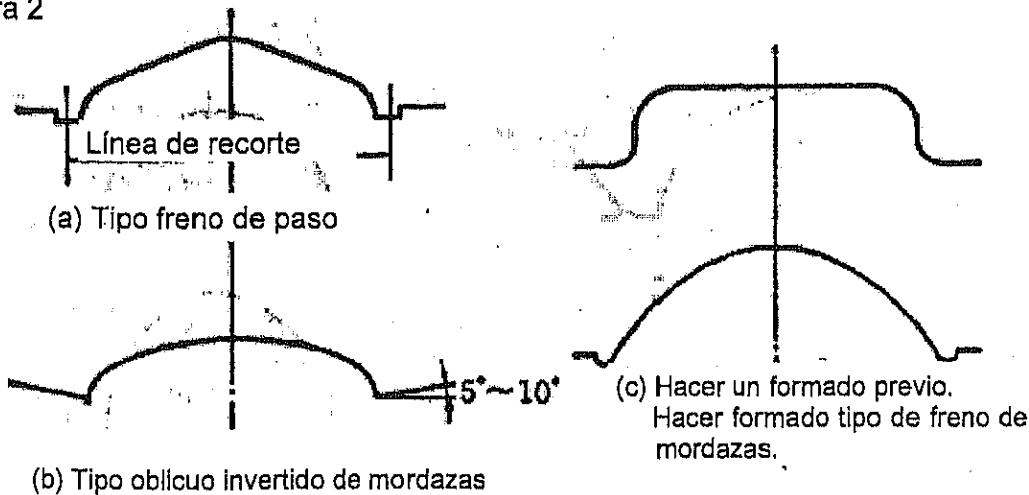
En primer lugar, se repite el reembutido para acercarse a la forma del producto.

Luego se hace embutido invertido para transformarlo a la forma de vaso.

Cuando el producto es hondo y el material es delgado, hay veces en que se debe repetir 2 veces el embutido invertido.

2) Embutido circular tipo espejo de reflexión

Figura 2



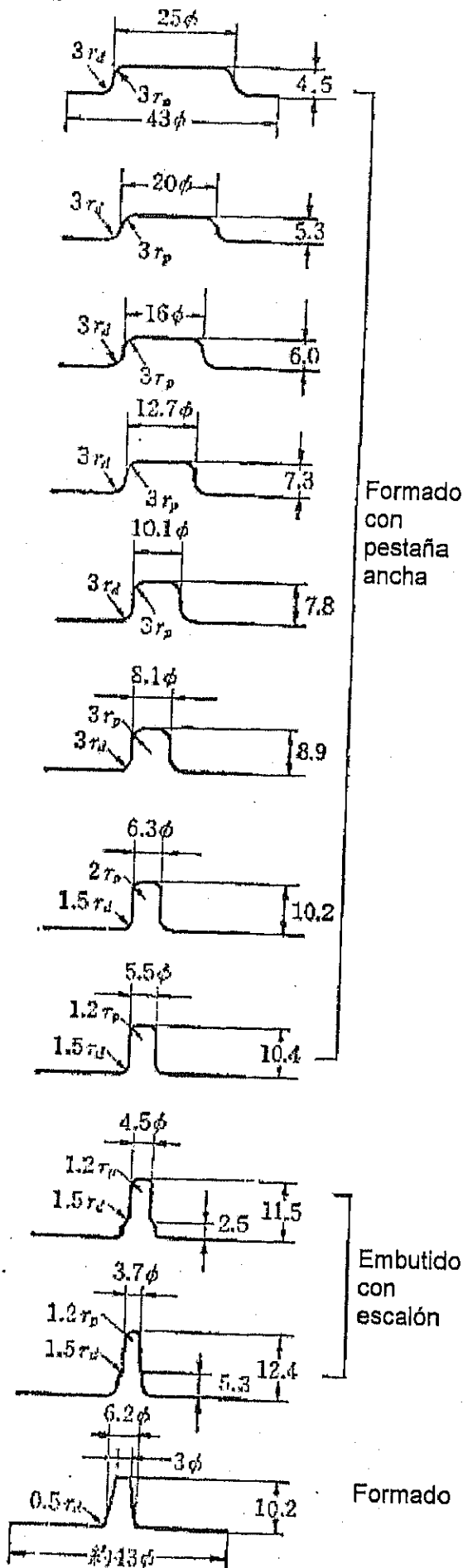
Esta forma suele causar rebote (*springback*) por su curva total, por lo que impide formarse. A pesar de esto, se requiere alta precisión en la forma y no se permite causar ninguna marca de impacto, por lo tanto, de ser posible, se tiene que formar en un solo proceso.

Se requiere un método que refuerce más la fuerza de tensión.

Nota: Para eliminar las marcas de impacto, reducir el radio de la matriz a lo mínimo posible.

3) Forma de cono truncado con pestaña ancha

Figura 3



En general, se forma siguiendo los pasos mencionados.

1. Primero, se emplea el método de formado con pestaña ancha y se jala el material. Luego se aplica el formado de forma de cono truncado.

2. El método de formado con pestaña ancha consiste en:

a. aumentar la profundidad disminuyendo diámetro, y

b. reducir el diámetro del embudo manteniendo la profundidad del mismo a una dimensión determinada.

En general, en la mayoría de los casos, se emplea el método "a".

3. En el método del embutido en forma de cono truncado, generalmente se emplea el método con escalón que tiene uso amplio.

4. En el caso de la Figura 3, se utiliza una silueta que tiene 45mm de diámetro y 0.25mm de espesor, de lámina de cobre sin oxidar (cobre puro).

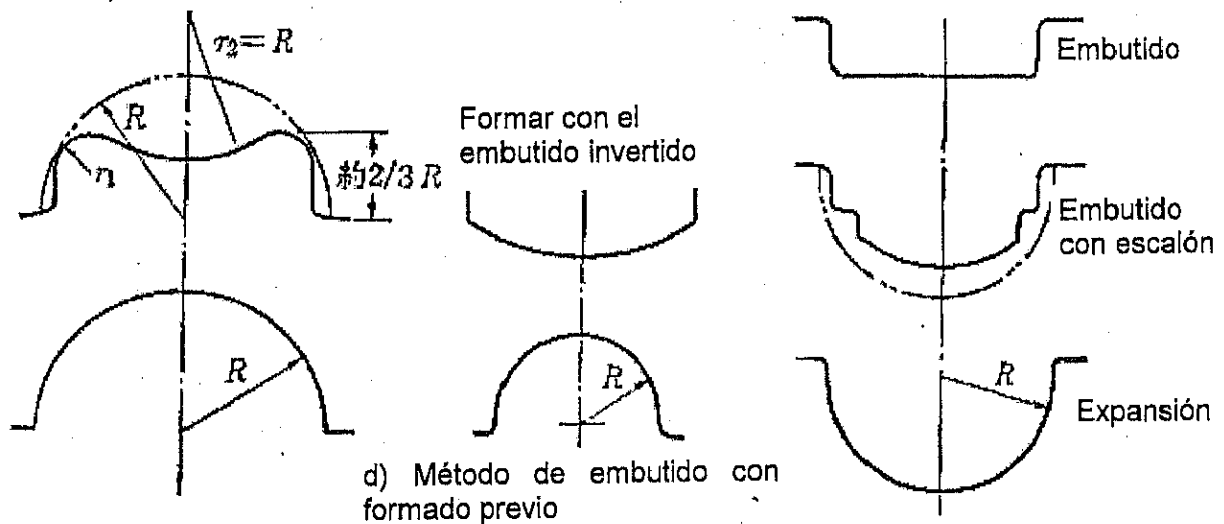
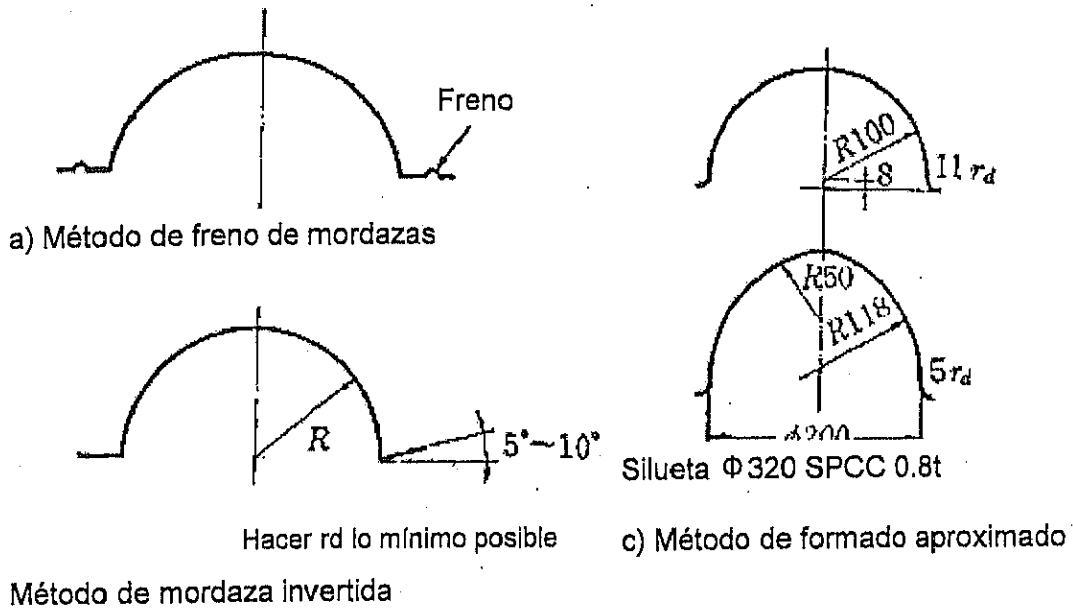
a. Primero, reducir el diámetro utilizando el formado con pestaña ancha.

b. Luego formar un cono truncado aproximado con el método de embutido con escalón.

c. Al final, hacer el formado con *restriking*. En este caso el diámetro de la pestaña mantiene a $\Phi 43\text{mm}$ hasta el final y constante.

4) Círculo con forma de domo

Figura 4 : Ejemplo de varios formados



En la primera etapa del embutido circular en forma de domo, se estira en dirección circunferencial y en dirección del radio, sin embargo, conforme avanza el proceso del embutido, suele producirse mucho la forma de Ω (*overhang*) y la dirección circunferencial se empieza a comprimir.

En esta etapa se corre el peligro de causar arrugas en el cuerpo.

También cuando se excede la forma de Ω , esto causará una ruptura o grieta al llegar al punto máximo de expansión.

Hay que tener suficiente cuidado en el control de la fuerza de tensión, por ejemplo con el uso de freno.

Además para evitar las marcas de impacto, es recomendable reducir el radio de la matriz al mínimo posible y aumentar la fuerza de tensión.

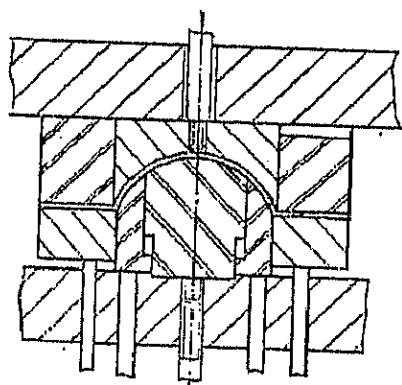
Si el diámetro rebasa más de 80 veces el espesor del material, se provocan arrugas en el cuerpo por lo que se requiere precaución.

La tabla 1 señala la dimensión estimada del aumento en el diámetro de *restriking* al realizar el formado con escalón.

Tabla 1: Dimensión estimada del aumento en el diámetro de *restriking*: Embutido con Escalón (mm).

| Diámetro de la pared lateral con curva | $\phi 50$ máximo | $\sim \phi 100$ | $\sim \phi 150$ | $\sim \phi 200$ | $\phi 200 \sim$ |
|---|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Dimensión aumentada en el diámetro Δd | 3~6.5 | 5~8 | 7~10 | 9~13 | 10~15 |

Figura 5: Herramental para el formado de domo con varios punzones



La Figura 5 es un ejemplo del herramental para el formado de domo con la estructura de varios punzones.

La parte inferior del domo se forma con el punzón exterior, y con bajada continua de la carrera se logra el formado de la parte superior del domo.

La figura señala la condición del herramental cuando la carrera está en el punto muerto inferior.

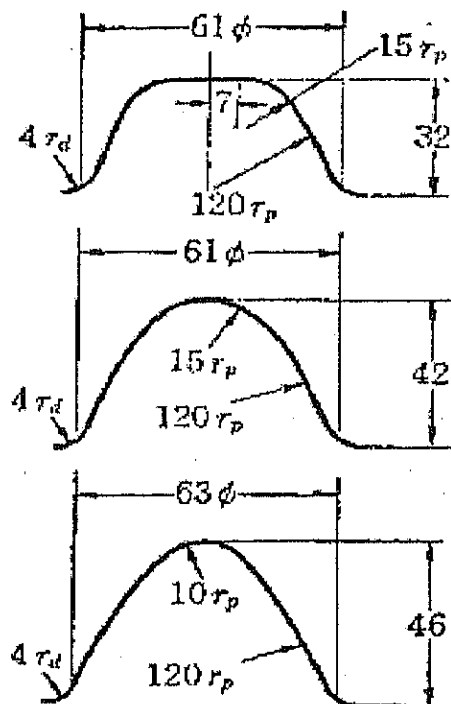
5) Forma parabólica

La forma parabólica es honda comparándola con el diámetro exterior. Especialmente en el caso de que el espesor del material es delgado se requiere transformar en varios procesos. Si se equivoca el método de transformación en cada proceso se pueden provocar rupturas o arrugas en el cuerpo, o marcas de impacto etc., por lo que hay que tener cuidado.

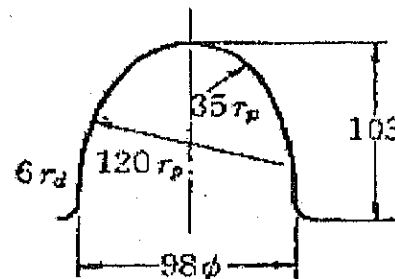
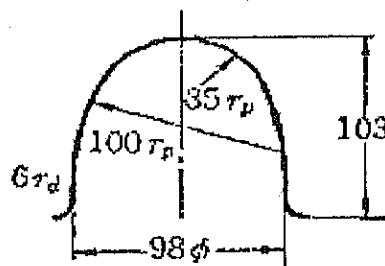
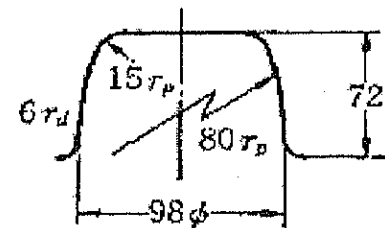
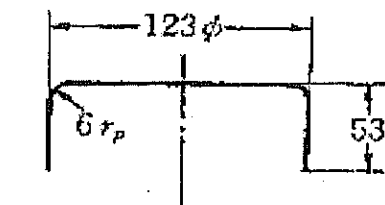
Dentro de los métodos de formado, se encuentran, el método directo, el método con escalón y el método del embutido invertido.

a. Método directo

Figura 6



Dimensión de la silueta $\Phi 98$
Lámina de latón
Espesor 0.8 mm



Dimensión de la silueta $\Phi 190$
Material SPCE
Espesor 0.8 mm

Como se señala en la Figura 6, en caso de $h/d = 0.5 \sim 0.7$ o el espesor del material es más grueso que lo adecuado para la forma, es menor el peligro de aparición de arrugas en el cuerpo. Por tanto se procede al formado como se señala a continuación.

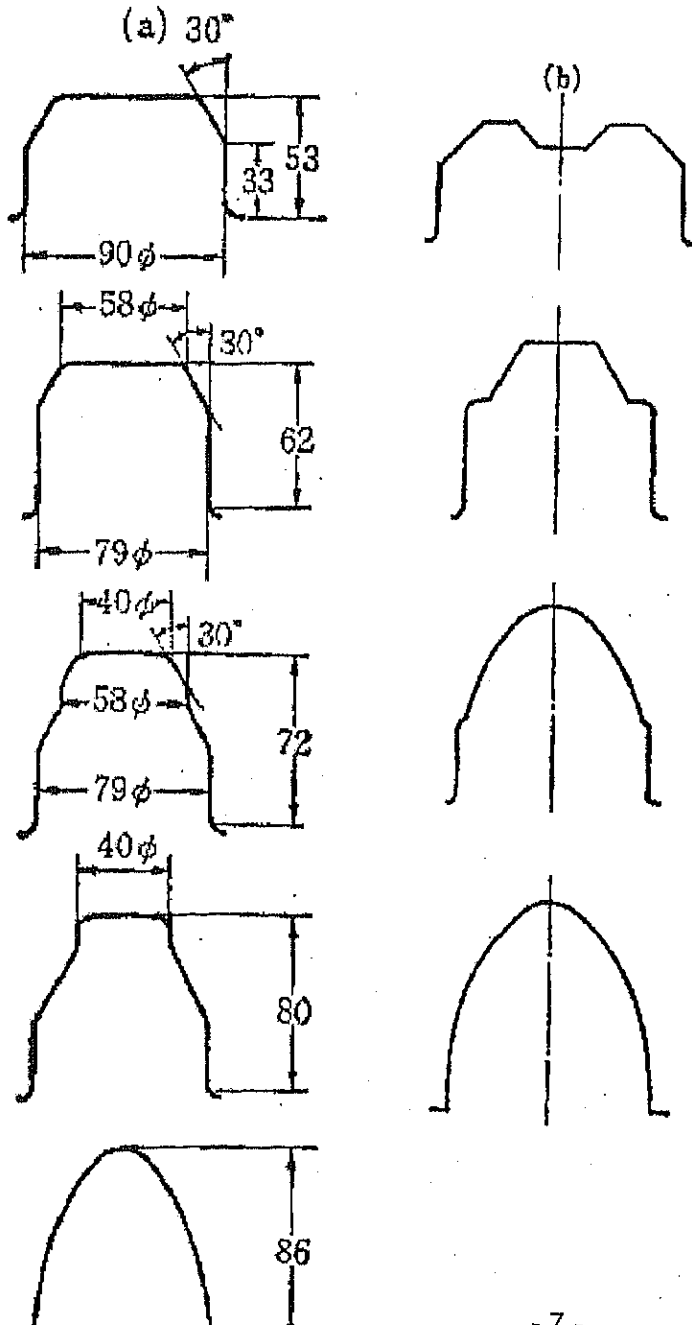
1. Primero convertir la parte inferior en una forma cercana a la de la dimensión final.
2. Luego en la etapa en que se incrementa la profundidad de embutido, acercar la parte superior a la dimensión final.
3. Al final, hacer el formado con tendencia de expansión total.

En caso de que $h/d > 0.7$ o el espesor del material es más delgado que lo adecuado para la forma, se procede como sigue.

1. Como formado previo, usar un punzón con ángulo oblicuo en la cabeza o usar un punzón estándar (con radio en la cabeza) y repetir el reembutido para acercar la transformación al diámetro del producto.
2. Al mismo tiempo, en el proceso de incrementar la profundidad del embutido, continuar el formado aproximado desde la parte inferior.
3. Al final se hace el formado de expansión ligeramente.
4. En cambio, también existe un método que desde el primer proceso forma la parte de diámetro pequeño y aumenta la profundidad del embutido.

b. Método con escalón

Figura 7



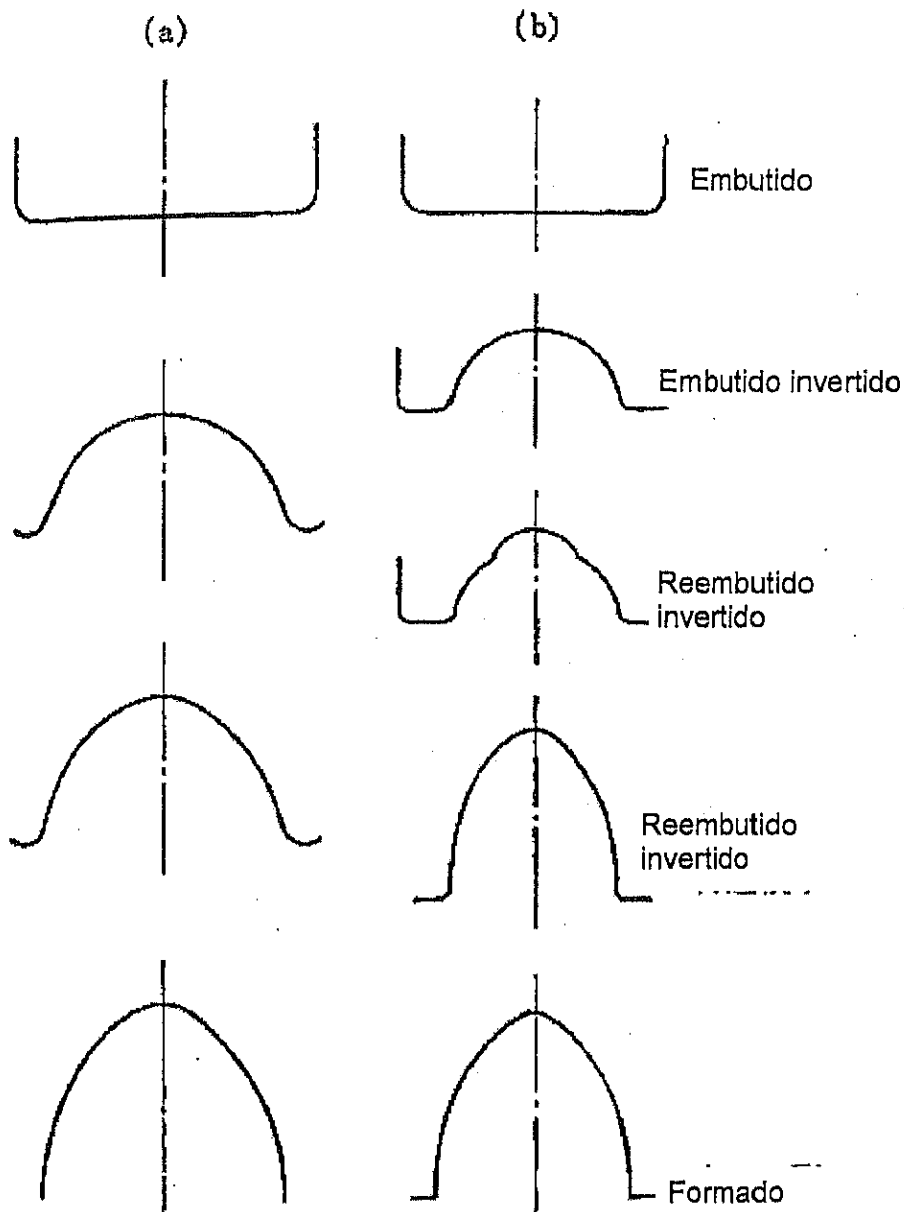
Este método repite el reembutido manteniendo un diámetro constante y haciendo una forma cilíndrica con escalón cuya forma se aproxima al producto.

Al final se hace ligeramente el formado de expansión.

Dejar el radio de la matriz con valor mínimo posible y eliminarlo cuando se hace el formado de expansión.

c) Método del embutido invertido

Figura 8



Este método ante todo reduce el diámetro del embutido repitiendo el proceso de reembutado y se hace la forma previa de un cilindro.

Luego se aplica el embutido invertido seguido por el reembutado invertido y al final se hace ligeramente el formado de expansión.

En caso de un producto hondo se hace la forma repitiendo el embutido invertido, señalado en la Figura 8, y al final se hace el formado, estirándolo.

Calor de transformación y medidas a tomar en trabajo de estampado y troquelado

1. Calor de transformación y estampado/troquelado

En el estampado y troquelado, particularmente en éste, se observa la gran influencia de la generación de calor de transformación al herramental debido a que se realiza la transformación con alta velocidad en los últimos años.

La mayoría de la energía gastada en el troquelado se consume en forma de calor en la parte del material que sufre por la deformación. La Figura 1 señala el estado de generación de calor.

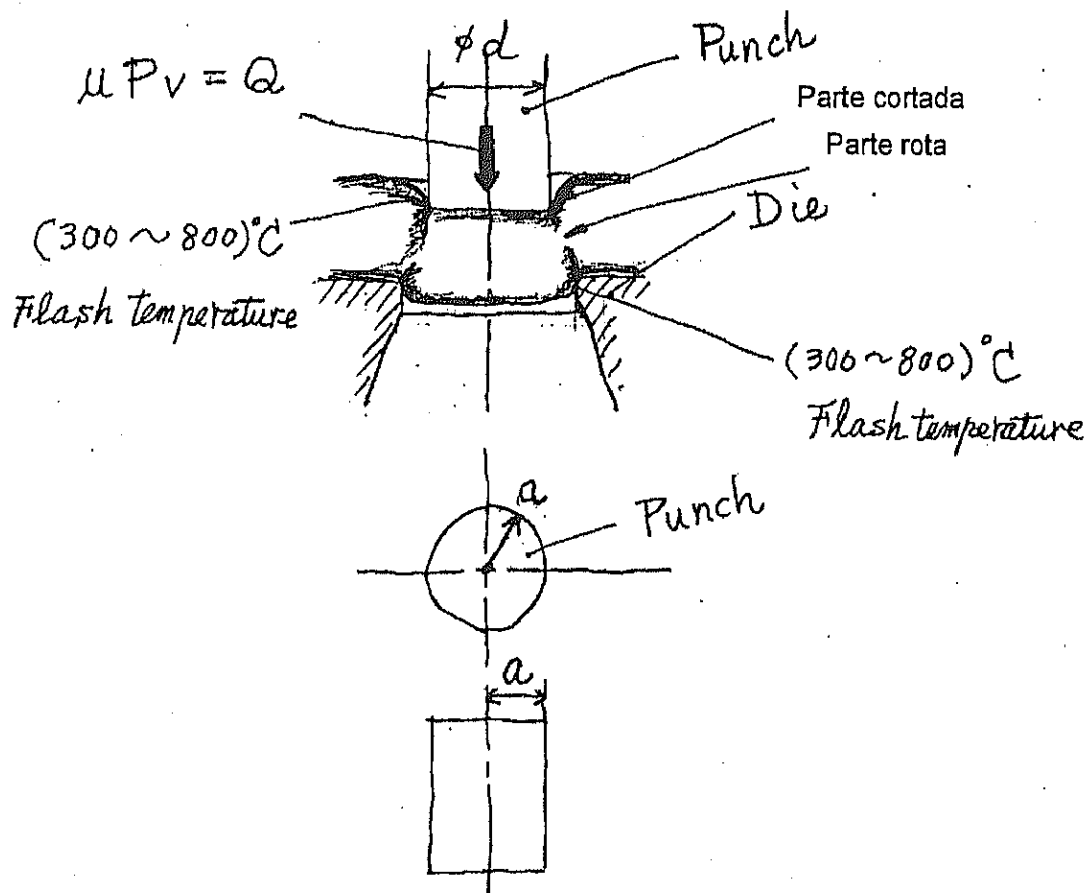


Figura 1 Estado del calor de transformación

En el troquelado ordinario, el tiempo de transformación es de 10^{-1} a 10^{-3} S que significa que el trabajo se acaba en un tiempo sumamente corto. Por tanto el calor generado no se dispersa suficientemente y llega a una temperatura bastante alta. La generación de calor forma una causa de desgaste y quebradura (*chippage*) del herramental afectando a la vida útil del mismo.

En la Figura 2 se señala el estado de la elevación de la temperatura cuando se hace el troquelado continuo (por ejemplo la transformación progresiva).

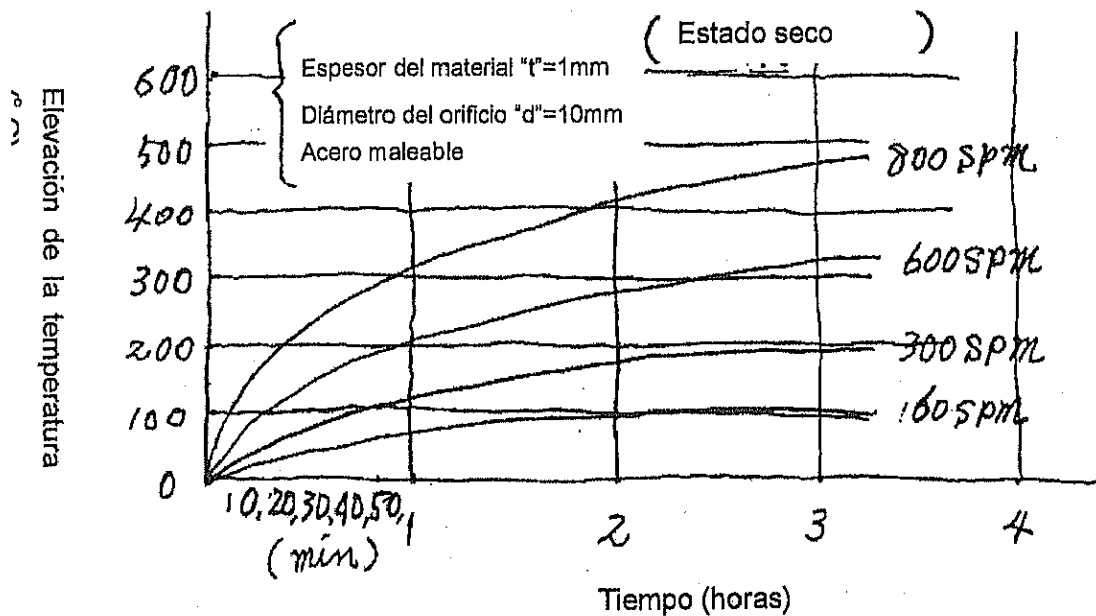


Figura 2 Elevación de la temperatura en el estampado y troquelado

2. Temperatura de destello

La mayor parte de la energía consumida por el troquelado se convierte en calor que aumenta la temperatura de la cara de fricción ablandando la capa superficial y rompiendo la película de lubricación efectiva, lo cual puede llegar a generar quemadura.

Como se señala en la Figura 1, la elevación de la temperatura en la cara de fricción varía de acuerdo con la condición de la parte cortada y de la rota. En general la parte cortada se llama la "parte real de contacto" donde se genera el calor debido al corte y ruptura de la misma parte. Esta temperatura llega hasta 300-800°C (igual o menor a 10^{-4} S) instantáneamente. Se llama esta temperatura como la "temperatura de destello".

Debido a la temperatura de destello el calor se transmite a diferentes partes lo cual aumenta en general la temperatura de la parte de fricción. Como regla general, la subida de la temperatura del punzón se llama elevación de la temperatura promedio que determina el sistema de lubricación.

3. Estimación de la elevación de la temperatura por el calor de transformación

La elevación de la temperatura por el calor de transformación se calcula como se señala a continuación.

"Q" es el calor generado.

$$Q = \mu P v \dots \dots \dots (1)$$

Q ; Calor generado (W)

P ; Fuerza de transformación (N)

$$P = l t \tau, \quad \begin{cases} l : \text{Longitud de corte (mm)} \\ t ; \text{Espesor de material [mm]} \\ \tau ; \text{Resistencia del corte [N/mm}^2\text{]} \end{cases}$$

μ ; Coeficiente de fricción es a 0.5

v ; Velocidad de transformación [m/s]

$$v = \frac{\pi n}{30} \cdot t \cdot \sqrt{\frac{S_L}{t} - 1}$$

n ; Número de carreras de la prensa (spm)

S_L ; Longitud de la carrera (m)

t ; Espesor del material a procesar (m)

Luego se calcula "k", la tasa de dispersión térmica a partir de la siguiente fórmula.

$$k = \frac{K}{\rho C} \dots \dots \dots (2)$$

Donde,

k; Tasa de dispersión térmica (m²/s)

K; Tasa de conducción térmica (W/m·K)

Por ejemplo el acero tiene 46.7W/ m·K

P (ρ); Densidad del material en la parte de contacto (kg/m³)

Por ejemplo el acero tiene 7800kg/m³

C; Calor específico (J/kg·K)

Por ejemplo el acero tiene 460J/kg·K

Ahora se calcula el valor L (número Peclet) a partir de la forma del punzón para la transformación.

$$L = \frac{v a}{2k} \dots \dots \dots (3)$$

Donde,

L; Número Peclet [-]

v; Velocidad de transformación (m/s)

a; Valor que corresponde a la forma del punzón señalado en la Figura 1 (m)

k; Tasa de dispersión térmica (m²/s)

Por lo anterior, la elevación de la temperatura promedio (ΔT_m) es;

$$\Delta T_m = \frac{0.254 Q}{K(\sqrt{L} + 0.94) a} \dots \dots \dots (4)$$

En esta fórmula ΔT_m significa la temperatura promedio de la elevación de la temperatura y la temperatura real T^oC que se expresa como T_R^oC, que es la temperatura ambiente. Con esta condición se señala la siguiente fórmula.

$$T = \Delta T_M + T_R \text{ (}^\circ\text{C)} \dots (5)$$

En general, el valor obtenido de esta fórmula (5) se utiliza como referencia para las siguientes consideraciones.

$T < 60^\circ\text{C} \rightarrow$ Lubricación general

$T > 60^\circ\text{C} \rightarrow$ Pensar en el enfriamiento

$T > 100^\circ\text{C} \rightarrow$ Lubricante de baja viscosidad
(lubricación obligatoria con el sistema de enfriamiento)

$T > 300^\circ\text{C} \rightarrow$ Se encuentra en el área peligrosa.
Se debe cambiar el método de transformación.

Fin

Anexo-7

Aprovechamiento de los herramientas de prueba

Aprovechamiento de los Herramentales de Prueba

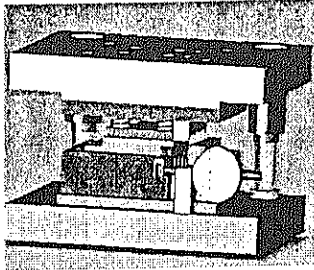
25 de febrero de 2008

Los 3 elementos del estampado y troquelado se constituyen por la "prensa", el "herramental" y el "material para la transformación". Sin embargo, las PyMEs de México y de muchos países tienden a enfocarse en el herramental únicamente al tomar medidas para mejorar la calidad del producto. En particular es de bajo nivel el reconocimiento sobre la importancia que tienen las propiedades del material, objeto de transformación, para el estampado y troquelado. En México, se distribuyen materiales nacionales e importados de diversas normas, situación que es muy distinta a la que se observa en otros países donde la norma de materiales está establecida, además de que en forma exhaustiva, existe la práctica de anexar datos de las propiedades (*mill sheet*: certificado de inspección) del material que se entrega, por tanto la mayoría de las PyMEs en México realizan trabajo de estampado y troquelado sin conocer las verdaderas propiedades del material. En ocasiones como las de Asesoría en Ventanilla y de visita a las empresas, nos encontramos con casos de consulta en que se emplean en realidad materiales no aptos para la transformación.

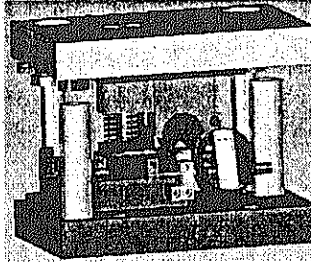
En estas circunstancias, es de suma importancia, para el fomento de las PyMEs locales y mejorar su productividad, que el personal de CIDESI, una institución pública de asistencia técnica, reconozca la importancia de las propiedades del material, adquiera el conocimiento técnico y experiencia para el análisis y aplicación de las mismas y se dedique a su difusión a través de la asistencia técnica hacia las empresas. El Herramental de Prueba que ha sido uno de los temas de la transferencia de tecnología, se constituye en una de las herramientas para llevar a cabo dicha acción.

El Herramental de Prueba es un herramental muy especial que permite ajustar una parte de su estructura. Durante el cuarto período del trabajo en México, el equipo de Contraparte (CP) diseñó y fabricó 3 Herramentales de Prueba bajo la asesoría de los expertos del Proyecto.

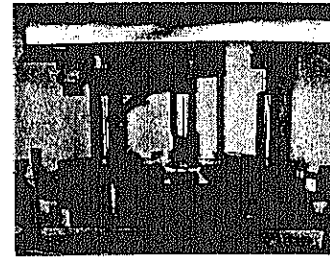
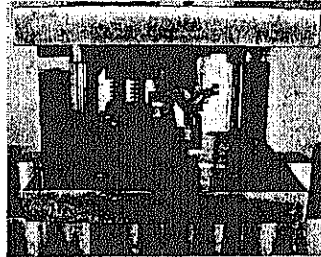
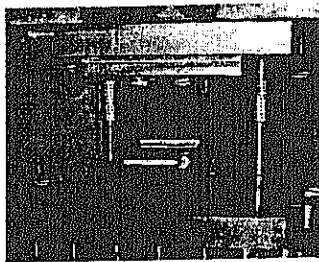
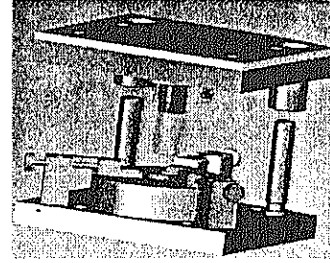
Herramental de Prueba para el Corte



Herramental de Prueba para el Doblez



Herramental de Prueba para el Embutido



1. Herramental de Prueba para el Corte

Este herramental permite realizar pruebas del corte cambiando el claro. Un claro óptimo evita la generación de rebaba y al mismo tiempo influye en la vida útil del herramental. En realidad, la gran mayoría de las PyMEs de estampado y troquelado y de fabricación de herramientas determinan el claro aquí referido con base en los valores empíricos por ejemplo X% del espesor del material.

Según la prueba de tensión mediante el equipo de prueba *Amsler* (el cual está en posesión de CIDESI), se puede calcular la tasa de penetración "e/t". Existe también una **fórmula experimental**¹ a partir de la e/t y el espesor del material para calcular el claro óptimo entre el punzón y la matriz para el corte. Esta fórmula se usa en la práctica en Japón.

El uso del Herramental de Prueba facilita identificar el claro óptimo para el material específico a través de variar valores del claro. Además con la fórmula arriba mencionada, despejando en sentido inverso, se puede obtener el valor e/t del material.

¹ Se les enseñó al equipo de CP durante el curso teórico del primer año.

2. Herramental de Prueba para el Doblez

Este herramental permite realizar prueba de doblez variando el radio de la matriz y el claro. El Herramental de Prueba para el Doblez emplea el sistema de leva. Igual que el Herramental de Prueba de Corte, existe en el doblez una **fórmula experimental**² para calcular el rebote del material (*springback*: $\Delta\theta$) a partir del radio de la matriz, el espesor del material y el valor "n" (el índice de endurecimiento por transformación).

Se puede calcular el radio adecuado de la matriz a partir de la fórmula experimental después de obtener el valor "n" mediante la prueba de tensión con el equipo *Amsler*. También es factible estimar el valor "n" con facilidad despejando en sentido inverso y empleando la misma fórmula a partir del momento del doblez identificado por el Herramental de Prueba.

3. Herramental de Prueba para el Embutido

Este Herramental de Prueba permite realizar una prueba de embutido regulando la profundidad del embutido. El límite de formado del embutido depende de la propiedad del material, el espesor del material y el radio del embutido. En el embutido, adicionalmente al valor "n", el valor "r" (*Lankford*) tiene una función importante también. Igual que el corte y el doblez, para el embutido también existe la **fórmula experimental de Oehler**.³ El valor "r", igual que el valor "n" se puede medir en el equipo de prueba *Amsler*. Sin embargo, sin contar con el *Amsler*, se puede obtener el límite de formado directamente por embutir el material en el Herramental de Prueba para el Embutido. Al mismo tiempo, igual que los herramentales de pruebas para el corte y el doblez, se puede estimar los valores "n" y "r" a través de despejar en sentido inverso empleando las fórmulas experimentales.

4. Apoyo a las empresas utilizando el Herramental de Prueba

Suponiendo que las PyMEs en la industria de estampado y troquelado de México tuvieran que seguir viéndose obligadas a usar el material sin especificaciones como hasta ahora, la respuesta en el futuro, que debe ser una meta a alcanzar para atender ese problema es como se menciona a continuación.

² Se les enseñó al equipo de CP durante el curso teórico del primer año.

³ Idem.

Las PyMEs de estampado y troquelado reconocen correctamente la importancia que tienen las propiedades del material para la transformación de dicho estampado y troquelado. Esto se ha logrado gracias a las actividades del presente Proyecto y las de CIDESI posterior al mismo, especialmente entre las PyMEs de este giro industrial así como en un estado industrial en que la tecnología de aplicación de las propiedades de los materiales está difundida para diseñar tanto herramientas como procesos de transformación. Las empresas antes de diseñar el herramental realizan sin excepción la prueba de transformación utilizando el herramental de prueba que posee, para obtener los datos adecuados para el diseño y los valores de las propiedades de materiales. O, mandan medir las propiedades de los materiales al CIDESI aprovechando el equipo de prueba Amsler o los herramientas de prueba que poseen.

Sin embargo es obvio que toma tiempo alcanzar el estado ideal mencionado a través de la difusión de nuevos conocimientos y tecnología. CIDESI siendo una institución pública de asistencia técnica, por el momento realizará las siguientes asesorías hacia las empresas utilizando los Herramentales de Prueba fabricados en CIDESI, paralelamente a las actividades de ilustración sobre las propiedades de los materiales mediante seminarios y capacitación.

Como un servicio para las empresas usando el Herramental de Prueba para el corte, se puede hacer prueba de transformación con el material que las empresas proporcionen, ajustando la estructura del Herramental de Prueba para determinar el claro óptimo para el corte y así emitir recomendaciones. A su vez las empresas podrán disminuir el costo de diseño y de fabricación del herramental así como acortar el tiempo de entrega al aprovechar el claro óptimo desde la etapa del diseño del mismo. Aunado a esto podrán esperar mejorar la precisión del producto y reducir la tasa de defectos. Además de todo, podrán también utilizar la e/t calculada por la fórmula experimental para diseñar el proceso. Este servicio se puede realizar a través de la prueba de tensión, sin embargo la ventaja de utilizar el Herramental de Prueba es lograr en un tiempo corto y con facilidad el obtener el resultado⁴ así como poder aumentar el nivel de convencimiento de las empresas acerca de la asesoría al presentarles el resultado

⁴ Para la prueba de tensión por Amsler, se requiere preparar una forma específica de probetas especialmente.

real del corte.

Como un servicio para las empresas usando el Herramental de Prueba para el dobléz, se puede realizar prueba de transformación con el material que las empresas proporcionen para recomendar el radio de matriz óptimo en el dobléz. Además, las empresas podrán aprovechar el valor "n" del material para diseñar el proceso de transformación del producto. La ventaja de usar el Herramental de Prueba en vez del equipo de prueba *Amsler* es igual que el caso del Herramental de Prueba para el corte.

Como un servicio para las empresas usando el Herramental de Prueba para el embutido, igual que los servicios con los Herramentales de Prueba para el corte y el dobléz, se puede hacer la prueba de transformación⁵ con el material que proporcionen las empresas y como resultado de esa prueba ajustando la parte móvil del Herramental de Prueba, se puede efectuar una recomendación sobre el límite del embutido (profundidad máxima del embutido). El valor "r" del material, igual que el "n", es importante para las empresas en el diseño del proceso de transformación. El hecho de mostrar un resultado real de la transformación dará lugar a una asesoría efectiva, lo cual se contempla igual que en los casos de utilizar los otros dos Herramentales de Prueba anteriormente mencionados.

5. Elaboración de una base de datos sobre las propiedades del material aprovechando el Herramental de Prueba

Aunado a la asistencia técnica hacia las empresas arriba mencionada, como el aprovechamiento de los Herramentales de Prueba, en este Proyecto se puede establecer una base de datos consistente en los resultados de la comparación de los datos sobre las propiedades de los diversos materiales con sus diferentes espesores, es decir "e/t" (tasa de penetración), el valor "n" (índice de endurecimiento por transformación) y el valor "r" (valor de *Lankford*) obtenidos por los siguientes dos métodos respectivamente; la prueba de tensión con el equipo *Amsler* y la prueba de transformación con los Herramentales de Prueba.

Aunque el objetivo es conocer a fondo la tendencia de las propiedades de los materiales obtenidas por el Herramental de Prueba y por las fórmulas experimentales,

⁵ Con el uso de la prensa servo se puede realizar una prueba de transformación variando la velocidad de transformación, la cual es uno de los factores importantes del embutido, para asesorar empresas con la velocidad óptima de transformación.

el equipo de CP a través de esta serie de actividades podrán conocer con seguridad diversas propiedades del material que influyen al estampado y troquelado.

Fin

Anexo-8

Desarrollo y fabricación de la prensa de eslabón

Desarrollo y Fabricación de la Prensa de Eslabón

29 de febrero de 2008

Al observar el régimen actual de producción de las PyMEs de estampado y troquelado en México (observaciones provenientes solo de las empresas en la ciudad de Querétaro y sus alrededores), muchas de las prensas que se usan son de modelos antiguos, seriamente envejecidas y sin especificaciones claras. En consecuencia la mayoría de las piezas estampadas y troqueladas que con ellas se producen son de baja calidad y tienen poco valor agregado.

La operación con una prensa sin especificaciones claras no puede cumplir con las condiciones necesarias para el estampado y troquelado por lo que genera una enorme cantidad de productos defectuosos. Incluso es peligroso, ya que suele generar excesos de carga en la operación. Se estima que es alta la tasa de siniestros laborales causado por la operación de prensas; es uno de los quebraderos de cabeza para muchas empresas.

Las PyMEs de estampado y troquelado en México tienen muchos problemas que requieren soluciones para cada uno de ellos. Respecto a la prensa, que es uno de los 3 elementos del estampado y troquelado (prensa, herramental y material para transformación), es importante difundir a la prensa de la siguiente generación que pueda sustituir a la prensa cigüeñal antigua. Este concepto tiene una alta prioridad por las soluciones que puede aportar.

En el curso teórico de la transferencia de tecnología del presente Proyecto, se han impartido clases sobre la variedad de prensas, sus características así como la nueva tendencia en el mundo entre otros temas. Como consecuencia de dicha capacitación, el propio equipo de CP expresó su deseo de desarrollar y fabricar una prensa de eslabón dentro del Proyecto. La solicitud de ellos está respaldada por su experiencia en ensamblaje de diversas máquinas y por contar con un taller de maquinado de cierto nivel dentro del CIDESI. El equipo de expertos de la JICA juzgó su solicitud razonable por los dos puntos de vista siguientes:

- 1) El lograr difundir la prensa de eslabón, permitirá alcanzar una producción de alta calidad de los productos estampados y troquelados y un mejoramiento en la

productividad de empresas. Esto, naturalmente, fortalecerá el sistema de proveeduría de partes y componentes para empresas ensambladoras incluyendo aquellas con capital extranjero. En consecuencia esto conducirá al progreso de la industria manufacturera y consecutivamente contribuirá al desarrollo económico del país. Tiene un gran significado la actividad para difundir la prensa de eslabón que el CIDESI llevaría a cabo por medio de su asistencia técnica hacia las empresas utilizando la misma prensa para la prueba de materiales así como para probar herramientas.

- 2) El objetivo del Proyecto es la continuación posterior al término del Proyecto, de la asistencia técnica en el área del estampado y troquelado hacia las empresas conocimientos teóricos sobre la prensa que ya fueron transferidos, son armas para el equipo de CP en el momento de brindar asesoría. Aunado a esto, el desarrollo y fabricación de una prensa bajo la supervisión de los expertos de la JICA, permitirá que el conocimiento quede absorbido firmemente por el personal CP lo que esperamos les dará incalculable confianza a si mismos.

Está programado desarrollar y fabricar una prensa de eslabón con una capacidad de 45 toneladas, que es la capacidad más demandada por las PyMEs de estampado y troquelado, objeto del Proyecto. Comparada con la prensa cigüeñal tradicional, las características de la prensa de eslabón se puede resumir como sigue:

- La prensa cigüeñal generalmente usada, cambia su velocidad de transformación durante una rotación por lo que a veces se genera el problema de no poder contar con la velocidad óptima para la transformación. En cambio, la prensa de eslabón permite bajar y subir la carrera sin carga con alta velocidad pudiendo reducir su velocidad durante la transformación, convirtiendo su movimiento en uno con una cinética de velocidad casi equitativa. Con estas características se facilita el establecimiento de las condiciones de la transformación.
- La transformación se establece mejorando notablemente la precisión en la figura del producto estampado y troquelado. Actualmente entre las precisiones de figuras requeridas del producto estampado y troquelado, la más importante es la de planicidad. La prensa de eslabón permite lograr la transformación que requiere esta precisión.
- Por la función que tiene, la vida útil del herramental se alarga, se reduce el trabajo de reparación y se hace más fácil la administración del mismo. Como consecuencia aumentará la productividad.

- Por tener una estructura a prueba de tontos y seguridad sin fallas, que cuenta con medidas de seguridad sustanciales desde la etapa de diseño, propiciarán una operación segura. De igual forma se puede frenar la ocurrencia de accidentes y siniestros de prensa, y así establecer un sistema laboral con seguridad.
- El impacto de la transformación es mínimo, la generación de vibración y de ruido disminuye por lo que se puede mitigar daños a la salud no solamente de operadores sino también de la gente que se encuentra a su alrededor.

Nota 1) La difusión de la prensa de eslabón en Japón apenas empezó hace poco más de una década. Es bueno el grado de uso de esta prensa y son favorables sus resultados. De igual manera está manifestando su efecto. El precio de esta prensa es 1.5 a 2 veces más cara que la prensa cigüeñal convencional y todavía no se encuentra en el mercado de segunda mano.

Nota 2) Recientemente la prensa servo es el foco de la atención pública. Esta prensa es todavía más cara y consume mayor energía, sin embargo puede optar por cualquier característica cinemática de las correderas, del mecanismo cigüeñal, del de articulación y del de eslabón. Es una prensa óptima para probar tanto materiales como herramientas por lo que tiene un mayor valor usarla para instituciones de investigación y de asistencia técnica; el CIDESI recibió la donación de esta prensa en 2007 por la JICA.

Cabe mencionar que en México existen algunos pequeños y medianos fabricantes de prensa hidráulica, sin embargo no existe el de prensa mecánica.¹ La mayoría de las PyMEs de estampado y troquelado compran prensas antiguas sin especificaciones claras en el mercado de segunda mano o aquellas importadas muy costosas. Es decir, para la industria manufacturera mexicana, debe ser fuerte el deseo de ver nacer un fabricante en México de prensa de eslabón que cuente con excelente estructura, función y medidas de seguridad, además de un precio económico. El motivo por el que se agrega "el desarrollo y fabricación de la prensa de eslabón", a una de las actividades de transferencia de tecnología hacia el equipo de CP, está de acuerdo con el objetivo del Proyecto; "El CIDESI ofrece servicios técnicos adecuados para las PyMEs de estampado y troquelado", como se menciona en los incisos 1) y 2). En el futuro como una posibilidad, se puede esperar que el CIDESI transfiera el conocimiento práctico para desarrollar la prensa de eslabón, recibido bajo el Proyecto, a alguna

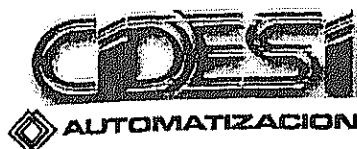
¹ La empresa japonesa KOMATSU que fue el único fabricante de prensas mecánicas cerró su planta y actualmente continúa su operación sólo para servicios técnicos.

empresa mexicana y que nazca una empresa regional de fabricación de prensa mecánica. Japón y Corea tienen en su historia que el desarrollo de fabricantes de prensas mecánicas contribuyó en gran medida al mejoramiento de la tecnología del estampado y troquelado de sus países.

Fin

Anexo-9

Convocatoria de asesoría técnica en ventanilla



Santiago de Querétaro, Querétaro a 31 de mayo de 2007

El **Centro de Ingeniería y desarrollo industrial** (en adelante **CIDESI**), una Institución Pública de Desarrollo Tecnológico, en colaboración con la **Agencia de Cooperación Internacional del Japón** (en adelante **JICA**), en el marco del proyecto denominado de "Transferencia de tecnología de estampado y troquelado para la industria de soporte", tiene a bien lanzar la siguiente

Convocatoria

A las pequeñas y medianas empresas (en adelante PyMEs) dedicadas a la producción de partes metálicas estampadas y/o al diseño y fabricación de troqueles; que se encuentren ubicadas en el Estado de Querétaro y Estados colindantes, a participar en el programa de asesoría técnica en tecnología de la producción.

Objetivo

Apoyar a las PyMEs en la solución de problemas técnicos a través de asesoría sistematizada.

Bases

La asesoría se proporcionará bajo los dos esquemas que a continuación se mencionan.

- 1. Asesoría en ventanilla.**
- 2. Asesoría por visita.**

Asesoría en ventanilla.

1. Este servicio se realizará en las instalaciones de CIDESI, previa cita. CIDESI esta ubicado en Av. Ple de la cuesta número 702, colonia Desarrollo San Pablo, Querétaro.
2. La solicitud del servicio de asesoría en ventanilla será vía telefónica. Teléfono 01 (442) 2119800 Ext.1244 con la Srta. Rosa Espíndola.
3. Solo se prestará el servicio un día a la semana (viernes) en horario de 9:00 a 13:30 hrs. y de 15:30 a 17:00 hrs.
4. El grupo de asesoría esta formado por un experto de JICA y dos personas de CIDESI.

5. Es indispensable que el solicitante presente la información necesaria o requerida durante la solicitud telefónica, para el adecuado análisis del problema en cuestión. La información puede incluir fotografías, planos de la pieza o troquel, especificaciones de la prensa, características del material, por citar algunos ejemplos.
6. La implementación de las recomendaciones propuestas por CIDESI durante la asesoría son decisión y responsabilidad del solicitante, así mismo, los costos de tales implementaciones deberán ser cubiertos por el solicitante. El solicitante está comprometido a retroalimentar a CIDESI sobre los resultados obtenidos.
7. Para la asesoría se recibirán máximo tres personas de la empresa.
8. Este tipo de asesoría será sin costo alguno para el solicitante.
9. En caso de requerir algún servicio complementario de CIDESI, fabricación de piezas, pruebas de materiales, etc. Estos servicios si tendrán un costo para el solicitante.

Asesoría por visita.

1. Este servicio se realizará en las instalaciones de la empresa después de una asesoría en ventanilla, donde se halla detectado la necesidad de analizar el problema en campo.
2. es requisito que la empresa llene el formato de solicitud donde se especificarán, entre otras cosas, la fecha y hora de las visitas.
3. La selección de los proyectos modelo se hará de acuerdo a siguientes lineamientos: La selección de los proyectos modelo corre a cargo del grupo consultor y bajo los siguientes lineamientos:
 - I. Que se tenga debidamente definida la necesidad.
 - II. Que el solicitante tenga plena disposición de participar e implementar las mejoras propuestas.
 - III. Se seleccionaran los temas relevantes como caso de estudio.

La selección de los proyectos modelo corre a cargo del grupo consultor.

Proyecto modelo es la solución de un problema representativo que es adecuado como objeto de estudio para el personal de CIDESI, que es factible que se resuelva y que sus beneficios sean cuantificables.

4. El solicitante debe cubrir los costos de viáticos que impliquen la visita del equipo de consultores de CIDESI.
5. La cobertura de este servicio esta limitada a la zona centro occidente del país que incluye a los estados de: Aguascalientes, Estado de México, Jalisco, San Luis Potosí, Guanajuato y Querétaro.
6. La implementación de las soluciones propuestas por CIDESI durante la asesoría es decisión y responsabilidad del solicitante.
7. La empresa está comprometida a retroalimentar los resultados de las implementaciones.
8. Solo se prestará el servicio dos días a la semana, previa cita. Pactada entre el grupo de consultores y la empresa.
9. En este tipo de asesoría únicamente se darán recomendaciones técnicas para la solución de los problemas planteados, no incluye actividades de mantenimiento o ensamble de dispositivos.
10. Al final del proyecto modelo, se hará un reporte de cierre del proyecto, en el cual se especificarán las mejoras obtenidas, el tiempo invertido tanto del experto de JICA, del personal de CIDESI y personal de la empresa. Esto con el objetivo de obtener el costo que represento en beneficio de la empresa. Dicho documento deberá firmarse de común acuerdo entre ambas partes.

Presentación de solicitudes.

1. El programa de CIDESI de *Asesorías para las PyMES* se inicia a partir del día 3 de septiembre de 2007 y se mantendrán hasta octubre del 2009. En este periodo se recibirán todas las solicitudes de las PyMES.
2. Todas las solicitudes que se presenten y cumplan con los requisitos de esta convocatoria serán analizados, revisados y se les dará respuesta.



Consideraciones generales:

Cualquier punto no indicado en la presente convocatoria será revisado por personal del área de tecnología de herramientas.

Toda la información relativa al proyecto derivada de la asesoría es estrictamente confidencial y propiedad de la empresa solicitante y sólo podrá ser divulgada previo consentimiento de la empresa.

La información que se presente debe ser verídica y comprobable.

Anexo-10

Relación de consultas de 41 casos y los resultados de asesoría

Resultado de la Asesoría

| No. | Fecha | Nombre de la empresa | Proceso asesorado | Antes | | | | Después | | | | Comentarios |
|-----|------------|---|-------------------------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|------------------------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|------------------------------------|--|
| | | | | Tasa de defectos(%) | Venta mensual (pesos) | No. de empl. activos | Venta mensual por empleado (pesos) | Tasa de defectos(%) | Venta mensual (pesos) | No. de empl. activos | Venta mensual por empleado (pesos) | |
| 1 | 28/09/2007 | SERVICIOS INTEGRALES DE MAQ. Y TROQUELADOS GADNA | Embalado | N/A | N/A | 10 | N/A | N/A | 10 | N/A | N/A | La asesoría sirvió a la empresa de servicios integrales de maquinados GADNA para tener una base y referencia de cómo hacer una cotización de un herramienta de tamaño considerable, ya que hasta el momento no ha tenido la oportunidad de fabricar una herramienta. |
| 2 | 05/10/2007 | BYPASA S.A. de C.V. | Doblado | 40 | 45,000 | 7 | 6,429 | 5 | 45,000 | 7 | 6,429 | Las personas de la empresa mostraron gran entusiasmo con el servicio de asesoría que les brindó CIDESI, están dispuestas a seguir en contacto para retroalimentar a CIDESI de los resultados que se vayan obteniendo. |
| 3 | 05/10/2007 | CORTINAS DE SEGURIDAD ALBA S.A. DE C.V. | Corte, laminado, doblado | 5 | 25,000 | 2 | 12,500 | 1 | 25,000 | 2 | 12,500 | Es muy importante el apoyo que está brindando CIDESI a las empresas ya que de esta manera y por medio de las asesorías en ventanilla se abre un espacio para brindar apoyo y ayudar a mejorar los productos que actualmente están fabricando. Así también nosalt. |
| 4 | 18/10/2007 | SAMA STAMPING AND MANUFACTURING MEXICO S.A. de C.V. | Corte de alabeta, embudo, doblado | 5 | 10,000 | 2 | 5,000 | N/A | N/A | N/A | N/A | La empresa SAMA me mostró satisfacción con la asesoría, se encargó de realizar los cambios propuestos aunque nos comentó que están pensando por un mal momento en su empresa, han estado mucho sus ventas. |
| 5 | 19/11/2007 | STAUBLE-DYTISA | Trimming, embudo, corte de alabeta | 100 | 8,400 | 10 | 840 | 30 | 840 | 6 | 140 | Agradeciendo por la atención y la asesoría que con ésta se logró contribuir la baja eficiencia y la mala calidad del producto, llevando en mente los conceptos de los expertos presentados se espera mejorar paulatinamente nuestros procesos de trabajo. |
| 6 | 26/10/2007 | INGENIERIA DE MAQUINADOS DEL CENTRO S.A. de C.V. | Doblado | 100 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | No tenemos comentarios sobre la asesoría. |
| 7 | 09/11/2007 | BYPASA S.A. de C.V. | Doblez | 15 | 45,000 | 7 | 6,429 | 2 | 200 | 8 | 25 | Las personas de la empresa se mostraron satisfechas con el servicio de asesoría que se les brindó, y están dispuestas a seguir en contacto para retroalimentar a CIDESI de los resultados que se vayan obteniendo. |
| 8 | 09/10/2007 | CHATEQ | Corte, embudo, doblado, troqueleado | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 650,000 | 5 | 130,000 | La asesoría fue base primordial para desarrollar la etapa de fabricación ya que CIDESI-JCA hizo un estudio del diseño y lo dio por visto bueno para su manufactura. |
| 9 | 20/02/2008 | PEASA AUTOPARTES, S.A. DE C.V. | Purzonado, doblado, corte | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | La empresa PEASA AUTOPARTES S.A. DE C.V. se mostró contenta por la asesoría recibida, los datos que se solicitan son de mucha importancia para ella, además mostraron su interés por mejorar no solo este producto sino aplicar algunas recomendaciones a la |
| 10 | 13/12/2007 | Corporación Manufacturera Automotriz | Capacidad de prensa | N/A | N/A | 85 | N/A | N/A | N/A | 85 | N/A | La empresa Corporación Manufacturera Automotriz agradece a CIDESI por haberles dado a conocer el método para conocer las capacidades de una prensa mecánica, de esta manera les ayudamos a mejorar sus procesos de estampado y troqueleado. |
| 11 | 13/12/2007 | A.D.F.-Herramiental | Purzonado de alta velocidad | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | A la empresa A.D.F. Herramental sirvió mucho la asesoría que le proporcionó CIDESI ya que tenía mucha incertidumbre en el calentamiento de los purzones a altas velocidades. Se comprometió a informar a CIDESI cuando su cliente le apruebe la fabricación de |
| 12 | 01/02/2008 | BYPASA S.A. de C.V. | Doblez | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | La empresa BYPASA ya había intentado algunas cosas para solucionar este problema, pero no había pensado en la recomendación propuesta, por lo que la asesoría fue productiva para ellos. |
| 13 | 15/02/2008 | BYPASA S.A. de C.V. | Formado de Base | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | Después de la asesoría hecha a la empresa BYPASA, se le mostraron con algunas dudas de cómo realizar las recomendaciones que se proporcionaron, tienen toda intención en el comportamiento de proceso de producción. |
| 14 | 22/02/2008 | TECNICO-CONTROL, Neumática Herramienta S.A. de C.V. | Comensación | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | Personas de la empresa se mostraron entusiasmadas con el servicio de asesoría que se les brindó y están dispuestas a seguir contacto para retroalimentar a CIDESI de los resultados que se vayan obteniendo. |
| 15 | 01/02/2008 | VRK | Layout | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | |

Resultado de la Asesoría

| No. | Fecha | Nombre de la empresa | Proceso asesorado | Antes | | | | Después | | | | Comentarios | |
|-----|------------|------------------------------------|--------------------------------|---------------------|------------------------|--------------------|-------------------------------------|---------------------|------------------------|--------------------|-------------------------------------|-------------|--|
| | | | | Tasa de defectos(%) | Venta mensual (piezas) | No. de empl. eadós | Venta mensual por empleado (piezas) | Tasa de defectos(%) | Venta mensual (piezas) | No. de empl. eadós | Venta mensual por empleado (piezas) | | |
| 16 | 15/05/2008 | MAQUILAS Y SERVICIOS INDUSTRIALES | Embalado, laminado | N/A | N/A | 10 | N/A | N/A | 10 | N/A | N/A | N/A | El cliente se necesitó más información en la forma de definir los pasos para fabricar la pieza y de ahí poder hacer cotización en forma que está dentro de las capacidades del cliente. Realizar un presupuesto más realista debido a buen entendimiento del |
| 17 | 23/05/2008 | SERVICIOS PLANOS | Doblez | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | |
| 18 | 07/05/2008 | ESTANMET | Corte, doblado | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | |
| 19 | 24/07/2008 | ELICAMEX S.A. DE C.V. | Procesado de múltiples niveles | 100 | N/A | 2 | N/A | N/A | 240,000 | 10 | 2 | 120,000 | La empresa está interesada en conocer el comportamiento de este tipo de transformación, así como el procedimiento para el cálculo de la fuerza de transformación y la energía necesaria para el proceso. Por lo que la asesoría se le agendó. |
| 20 | | HATCH STAMPING | | | | | | | | | | | |
| 21 | 09/06/2008 | ESMA MEXICO S.A. DE C.V. | Embalado | 10 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 2 | N/A | N/A | Las personas de la empresa EIMA se mostraron entusiasmadas con el servicio de asesoría que se les brindó y están dispuestas a seguir en contacto para reinscribirse a CIDES de los resultados que se vayan obteniendo. |
| 22 | 21/06/2008 | BYPASSA S.A. de C.V. | Embalado | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 0 | N/A | N/A | La empresa BYPASSA se mostró satisfecha con la asesoría recibida. |
| 23 | 11/05/2008 | PROMAQ | Troquelado, perforación | 10 | N/A | 1 | N/A | N/A | N/A | 2 | 1 | N/A | La empresa PROMAQ se mostró satisfecha por los datos que resultaron de la asesoría, está interesada en seguir trabajando con CIDES, principalmente para las producciones nuevas que desarrollan. |
| 24 | 23/06/2008 | SELLORET AUTOMOTRIZ S.A. DE C.V. | Embalado | 0.5 | N/A | 2 | N/A | N/A | N/A | 0.5 | 2 | N/A | El apoyo dado a la inquietud mensual por el Ing. Tolera fue adecuado. |
| 25 | 07/07/2008 | Manufacturas T-A.S.A. de C.V. | Expansión | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | La empresa Manufacturas T-A.S.A. de C.V. se mostró satisfecha por la respuesta que se le dio vía electrónica ya que para ellos se complicaba hacer el viaje para recibir la asesoría aquí en CIDES. |
| 26 | | NIHON PLASTA MEXICANA S.A. DE C.V. | | | | | | | | | | | |
| 27 | 29/07/2008 | RESORTES Y PARTES S.A. DE C.V. | Corte, doblado y formado | 3 | 9,000,000 | 1 | 9,000,000 | 1 | 9,000,000 | 1 | 1 | 9,000,000 | La empresa agradece la asesoría brindada y se muestra que seguir trabajando con CIDES. |
| 28 | 11/06/2008 | PROMAQ | Embalado rectangular | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | La empresa PROMAQ codizará los hornos de laminado como referencia los datos obtenidos de la asesoría, una vez más se muestra agradecida con la información obtenida y espera seguir en contacto con CIDES. |
| 29 | 22/06/2008 | DHIEL CONTROLS | Corte, doblado y formado | N/A | 17,000 | N/A | N/A | N/A | 17,000 | N/A | N/A | N/A | La empresa DHIEL CONTROLS se mostró satisfecha por toda la información que se les brindó en la presente asesoría, agradece mucho que se le ayude con el caso continuo de los hornos. |
| 30 | 11/06/2008 | PROMAQ | Embalado rectangular | N/A | N/A | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | 2 | N/A | La empresa PROMAQ se mostró satisfecha con la asesoría recibida, aunque si le gustaría que el análisis se profundizara más a manera de que se les pueda informar de los detalles finos en la formación de estas piezas en caso horizontal, esto para estar mejor |

Resultado de la Asesoría

| No. | Fecha | Nombre de la empresa | Proceso asesorado | Antes | | | | Después | | | | Comentarios | |
|-----|------------|--|-------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------|------------------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------|------------------------------------|-------------|---|
| | | | | Tasa de defectos(%) | Venta mensual (pesos) | No. de emp. en los | Venta mensual por empleado (pesos) | Tasa de defectos(%) | Venta mensual (pesos) | No. de emp. en los | Venta mensual por empleado (pesos) | | |
| 31 | 28/09/2008 | SUAVES Y TROQUELES PRESS | Embalado y troquelado | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | La empresa Suaves y Troqueles Press agradece la asesoría recibida, ya que como resultado de ella, se dieron a conocer los factores más importantes que afectan el proceso de embotado, del cual no tienen mucho conocimiento teórico, solamente se basan en la |
| 32 | 03/09/2008 | Centro de Ingeniería Avanzada en Turbomáquinas S de R.L. de C.V. | Corte, ablate y formado | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | La empresa CIAT tiene dudas sobre cómo aplicar la prensa adecuada para realizar el proceso, se trató el tema y se les propuso una siguiente asesoría con énfasis en su planta para medir una de sus piezas y enseñarles la metodología para determinar la exactitud |
| 33 | 10/10/2008 | SERVICEROS PLANDS MORTON | Doblar | 10 | N/A | N/A | N/A | 10 | N/A | N/A | N/A | N/A | La asesoría brindada por CIDESI es de mucho beneficio para la empresa, ya que se realizaron algunas recomendaciones para poder controlar el problema sin depender demasiado de la materia prima, además se apoyó en la interpretación las pruebas de materiales |
| 34 | | VOIT AUTOMOTIVE DE MEXICO S.A. DE C.V. | | | | | | | | | | | |
| 35 | 22/10/2008 | FRONMAQ | Embalado rectangular | N/A | N/A | 2 | N/A | N/A | N/A | 2 | N/A | N/A | La empresa FRONMAQ se mostró satisfecha con la asesoría recibida, además tiene un poco de inquietud en la fiabilidad que puede presentar la pieza y que no sea necesario agregar un herramienta más a los recomendados, ya que esto sí afectaría en gran medida |
| 36 | 05/11/2008 | RESORTES Y PARTES S.A. DE C.V. | Corte | 1 | 2,000,000 | 1 | 2,000,000 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | La empresa agradece la asesoría brindada y se muestra que seguir trabajando con CIDESI. |
| 37 | 10/11/2008 | MOLDE ART S.A. DE C.V. | Embalado, troquelado | N/A | 600 | 2 | 300 | N/A | 600 | 2 | 300 | 300 | La empresa MOLDE ART S.A. DE C.V. expone un resultado diferente de la asesoría, ellos continúan en que reconocen las confirmaciones su idea de que el producto se podrá fabricar en 1 o 2 procesos, cosa que se analizó y se determinó que no era viable, ya |
| 38 | 30/11/2008 | INDUSTRIA DE ESTAMPACIONES METALICAS S.A. DE C.V. | Troquelado | N/A | N/A | 10 | N/A | N/A | N/A | 10 | N/A | N/A | Asesoría vivió para la empresa para tener una base y referencia de cómo hacer una cotización de un herramienta de tamaño considerable |
| 39 | | TROPLAN | | | | | | | | | | | |
| 40 | | INDUSTRIA DE ESTAMPACIONES METALICAS S.A. DE C.V. | | | | | | | | | | | |
| 41 | 09/12/2008 | MANUFACTURAS DIVERSAS S.A. DE C.V. | Embalado | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |

Suspendido.

Anexo-11

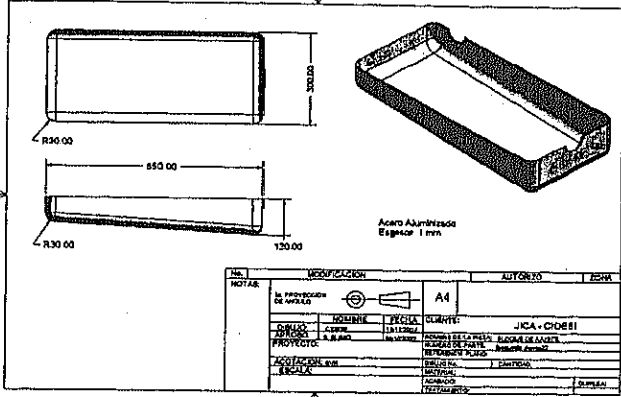
Ejemplos del registro de asesoría

CENTRO DE INGENIERÍA Y DESARROLLO INDUSTRIAL

INFORME DE ASESORIA TÉCNICA A EMPRESA

HERRAMENTALES Y PROCESOS DE ENSAMBLE

| | |
|--|-----------------------------|
| Nombre de la Empresa | Fecha / Período |
| SERVICIOS INTEGRALES DE MAQ. Y TROQUELADOS GAONA | 28/09/2007 Cuarto (Sep-Nov) |

| Características del Producto / Herramental | Proceso: | Embutido |
|--|----------|----------|
| <p>a) Nombre de la Pieza: Concha para Escape</p> <p>b) Forma :</p>  <p>c) Material: Acero Aluminizado CB= 40 Kg/mm²</p> <p>d) Observaciones: Los planos son únicamente para efectos de cotización y no están actualizados a último nivel de Ingeniería.</p> | | |

| Condiciones Actuales | | |
|---|------------------------|------------------|
| <p>Actualmente está realizando la cotización del troquel para este producto, es por esto que no lo están produciendo.</p> <p>Se pretende realizar la operación en una prensa de 600 ton., pero las especificaciones las traerá en la próxima asesoría. Debido a que sólo es un plano para cotización del herramental para fabricar el producto, no aplica la cantidad de productos defectuosos.</p> | | |
| a) Tasa de defectos del producto: | N/A es para cotización | % |
| b) Productividad: | N/A es para cotización | Piezas mensuales |
| Número de Empleados: | 10 | |
| Venta Mensual: | \$400,000.00 | |

Planteamiento del Problema:

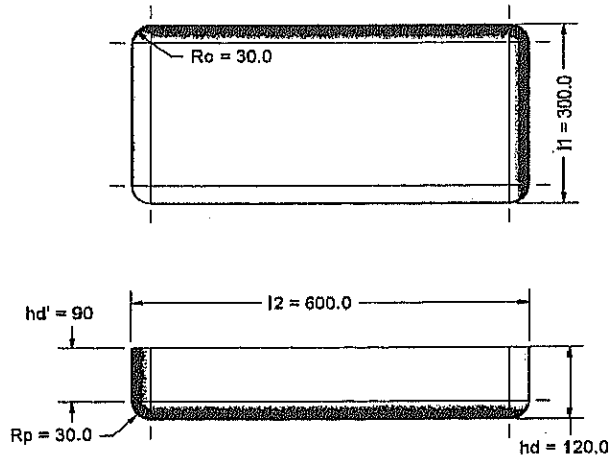
Tomando como base uno de los planos de los productos que se quieren fabricar, realizaremos los siguientes cálculos para saber las características que tendrá el proceso:

- Cálculo para determinar la silueta.
- Cálculo de la tasa límite de embutido.
- Cálculo de la fuerza requerida para el proceso.
- Cálculo de la fuerza del pisador.
- Cálculo de la energía requerida para el proceso.
- Cálculos para seleccionar la prensa.
- Resumen de cálculos

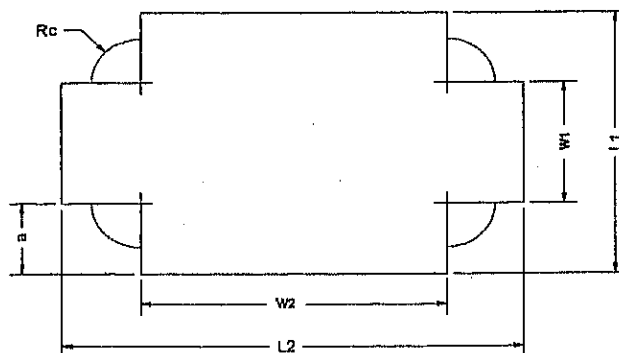
Análisis y Posibles Soluciones

a) Cálculo para determinar la silueta.

Para realizar los cálculos para la silueta tomamos como referencia uno de los planos de los productos que se realizarán, el cual tiene las siguientes dimensiones:



La silueta para este producto debe de tener la siguiente forma:



Y se utilizan las siguientes relaciones:

Para determinar el radio de las esquinas de la silueta utilizamos la siguiente fórmula:

$$R_c = \sqrt{(2r_c \cdot h_d') + r_c^2 + (1.14r_c \cdot r_p)} \quad [mm] \quad (1)$$

Donde :

R_c = Radio de las esquinas de la silueta [mm]

r_c = Radio del embutido [mm]

h_d' = Altura del embutido [mm]

r_p = Radio del fondo del embutido [mm]

Sustituyendo los valores obtenemos:

$$R_c = \sqrt{(2r_c \cdot h_d') + r_c^2 + (1.14r_c \cdot r_p)} \quad [mm]$$

$$R_c = \sqrt{(2(30mm)(90mm)) + (30mm)^2 + (1.14(30mm)(30mm))} \Rightarrow R_c = 85.6mm$$

Para determinar la longitud a utilizamos la siguiente relación:

$$a = h_d' + \frac{\pi \cdot r_p}{2} \quad [mm] \quad (2)$$

Donde :

a = Longitud de a partir del radio [mm]

h_d' = Ancho del embutido [mm]

r_p = Radio del fondo del embutido [mm]

Por lo tanto obtenemos un valor de :

$$a = h_d' + \frac{\pi \cdot r_p}{2} \quad [mm]$$

$$a = 90mm + \frac{\pi \cdot (30mm)}{2} \Rightarrow a = 137.1mm$$

Para determinar la longitud w_1 , utilizamos la siguiente fórmula:

$$W_1 = l_1 - 2(r_p + t) \quad [mm] \quad (3)$$

Donde :

W_1 = Longitud de silueta [mm]

l_1 = Ancho del embutido [mm]

t = Espesor del material [mm]

r_p = Radio del fondo del embutido [mm]

Por lo tanto:

$$W_1 = l_1 - 2(r_p + t) \quad [mm]$$

$$W_1 = 300mm - 2(30mm + 1mm) \Rightarrow W_1 = 238mm$$

Para determinar la longitud w2, utilizamos la siguiente fórmula:

$$W_2 = l_2 - 2(r_p + t) \quad [mm] \quad (4)$$

Donde :

$$W_2 = \text{Longitud de silueta} \quad [mm]$$

$$l_2 = \text{Ancho del embutido} \quad [mm]$$

$$t = \text{Espesor del material} \quad [mm]$$

$$r_p = \text{Radio del fondo del embutido} \quad [mm]$$

Por lo tanto:

$$W_2 = l_2 - 2(r_p + t) \quad [mm]$$

$$W_2 = 600mm - 2(30mm + 1mm) \Rightarrow W_2 = 538mm$$

Para calcular la longitud L1 utilizamos la siguiente fórmula:

$$L_1 = W_1 + 2 \cdot a \quad [mm] \quad (5)$$

Donde :

$$L_1 = \text{Longitud de silueta} \quad [mm]$$

$$W_1 = \text{Longitud de silueta sin radio} \quad [mm]$$

$$a = \text{Longitud a partir del radio} \quad [mm]$$

La longitud de L1 será:

$$L_1 = W_1 + 2 \cdot a \quad [mm]$$

$$L_1 = 238mm + 2 \cdot (137.1mm) \Rightarrow L_1 = 512.2mm$$

Para calcular la longitud L2 utilizamos la siguiente fórmula:

$$L_2 = W_2 + 2 \cdot a \quad [mm] \quad (6)$$

Donde :

$$L_2 = \text{Longitud de silueta} \quad [mm]$$

$$W_2 = \text{Longitud de silueta sin radio} \quad [mm]$$

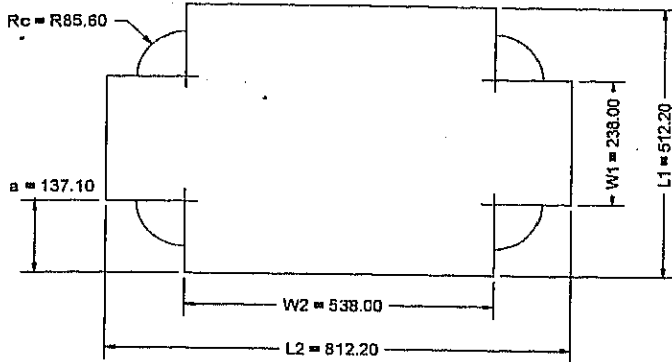
$$a = \text{Longitud a partir del radio} \quad [mm]$$

La longitud de L2 será:

$$L_2 = W_2 + 2 \cdot a \quad [mm]$$

$$L_2 = 538mm + 2 \cdot (137.1mm) \Rightarrow L_2 = 812.2mm$$

Por lo tanto la silueta deberá tener las siguientes dimensiones:



b) Cálculo de la tasa límite de embutido.

Para calcular la tasa límite de embutido tomamos como referencia la siguiente tabla.

Tasa Límite de Embutido $\frac{h}{r_c}$

| | Embutido Cuadrado | | | Embutido Rectangular | | |
|------|-------------------|---------|-------|----------------------|---------|-------|
| | 0.1 ~ 0.3 | 0.3 ~ 1 | 1 ~ 2 | 0.1 ~ 0.3 | 0.3 ~ 1 | 1 ~ 2 |
| 0.4 | 2.2 | 2.5 | 2.8 | 2.5 | 2.8 | 3.1 |
| 0.3 | 2.8 | 3.2 | 3.5 | 3.2 | 3.5 | 3.8 |
| 0.2 | 3.5 | 3.8 | 4.2 | 3.8 | 4.2 | 4.6 |
| 0.1 | 4.5 | 5.0 | 5.5 | 4.5 | 5.0 | 5.5 |
| 0.05 | 5.0 | 5.5 | 6.0 | 5.0 | 5.5 | 6.0 |

El valor a tomar en la columna es:

$$\frac{r_c}{W} = \frac{30mm}{300mm} = 0.1$$

Para K1 tenemos.

$$K_1 = (W - 2 \cdot r_c) + 2 \cdot L$$

$$K_1 = (300mm - 2 \cdot (30mm)) + 2 \cdot (600mm) \Rightarrow K_1 = 1440mm$$

El valor que tomaremos en el embutido rectangular es:

$$\frac{t}{K_1} \cdot 100 = \left(\frac{1mm}{1440mm} \right) 100 = 0.07$$

Por lo tanto aplicando la relación que marca la tasa límite de embutido obtenemos:

$$\frac{h}{r_c} = 4.5$$

$$h = 4.5 \cdot r_c \Rightarrow h = 4.5 \cdot (30mm) \Rightarrow h = 135mm$$

Por lo tanto la altura máxima que se puede embutir es de $h = 135 \text{ mm}$, como el producto que pretendemos fabricar tiene una altura de 120 mm , es posible realizarlo en un sólo proceso.

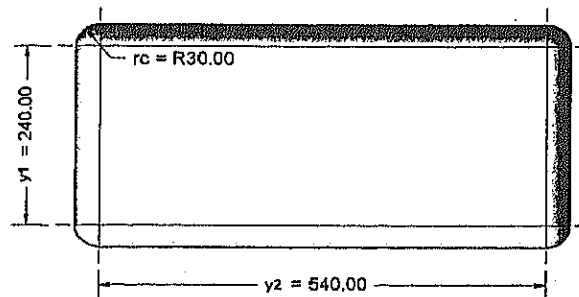
c) Cálculo de la fuerza requerida para el proceso

La fórmula para determinar la fuerza requerida para el embutido es:

$$P_{Dr} = \frac{t \cdot \sigma_B \cdot (2\pi \cdot r_c \cdot C_1 + y_t \cdot C_2)}{1000} \quad [tf] \quad (7)$$

Donde:

- P_{Dr} = Fuerza requerida para la transformación (tf)
- r_c = Radio de esquina de embutido (mm)
- y_t = Longitud total del perímetro recto (mm)
- σ_B = Resistencia a la tensión del acero 40 kgf/mm^2
- $C_1 = 1.3$ Coeficiente
- $C_2 = 0.3$ Coeficiente



Para obtener la longitud de y_t tenemos:

$$y_t = 2(y_1 + y_2)$$

$$y_t = 2(240 \text{ mm} + 540 \text{ mm}) \Rightarrow y_t = 1560 \text{ mm}$$

La fuerza requerida para la transformación es:

$$P_{Dr} = \frac{t \cdot \sigma_B \cdot (2\pi \cdot r_c \cdot C_1 + y_t \cdot C_2)}{1000} \quad [tf]$$

$$P_{Dr} = \frac{(1 \text{ mm}) \cdot (24 \text{ kgf/mm}^2) \cdot ((2\pi \cdot (30 \text{ mm})) \cdot (1.3)) + (1560 \text{ mm} \cdot (0.3))}{1000} \Rightarrow P_{Dr} = 17 \text{ tf}$$

d) Cálculo de la fuerza del pisador.

Para saber la fuerza adecuada que debemos de aplicar al pisador, utilizamos:

$$P_{rB} = \frac{P_{Dr}}{3} \quad [tf] \quad (8)$$

Donde :

P_{rB} = Fuerza del pisador (tf)

P_{Dr} = Fuerza requerida para la transformación (tf)

Por lo tanto el pisador debe de tener una fuerza de:

$$P_{rB} = \frac{P_{Dr}}{3} \quad [tf]$$

$$P_{rB} = \frac{17tf}{3} \Rightarrow P_{rB} = 5.7tf$$

e) Cálculo de la energía requerida para el proceso.

Para saber cuanta energía demandara el proceso se utiliza la siguiente formula:

$$E_{Dr} = (P_{Dr} + P_{rB})h \cdot C_D \quad [tf] \quad (9)$$

Donde :

E_{Dr} = Energía requerida para la transformación (tf)

P_{Dr} = Fuerza requerida para la transformación (tf)

P_{rB} = Fuerza de pisador (tf)

h = Longitud de carrera (mm)

C_{Dr} = Coeficiente segun cuadro.

Embutido Rectangular

| | | | | | | |
|----------|------|------|------|------|------|------|
| | 0.55 | 0.60 | 0.65 | 0.70 | 0.75 | 0.80 |
| C_{Dr} | 0.80 | 0.77 | 0.74 | 0.70 | 0.67 | 0.64 |

Para saber el valor de CDr consideramos la siguiente relación y la tabla de arriba:

$$\frac{l_1}{L_1} = \frac{300mm}{512.2mm} = 0.58 \approx 0.6$$

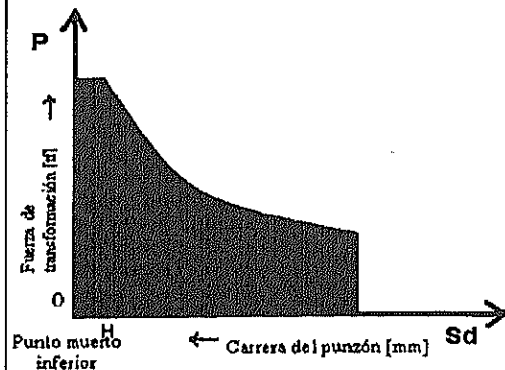
Por lo tanto la energía que se requiere para realizar el embutido es:

$$E_{Dr} = (P_{Dr} + P_{rB})h \cdot C_D \quad [tf]$$

$$E_{Dr} = (17tf + 5.7tf)(120mm)(0.77) \Rightarrow E_{Dr} = 2097.5kgf \cdot m$$

f) cálculos para seleccionar la prensa.

La fórmula para calcular la energía de una prensa mecánica es:



$$E = P \cdot H \quad [kgf \cdot m] \quad (10)$$

Donde :

E = Energía de la Prensa ($kgf \cdot m$)

P = Capacidad de la Prensa (tf)

H = Posición donde aplica la fuerza máxima (mm)

Como muestra la gráfica, cuando la corredera va en descenso, la fuerza o capacidad de la prensa va aumentando, hasta llegar a su capacidad máxima en el punto H de la carrera de la corredera, este punto se mide tomando como referencia el punto muerto inferior.

La energía de la prensa debe ser como mínimo la energía que calculamos para realizar el proceso, consideramos:

$$E = E_{Dr} = 2097.5kgf \cdot m$$

Tomando la fórmula 10 obtenemos:

$$E = P \cdot H \quad \Rightarrow \quad P = \frac{E}{H} \quad [tf]$$

Suponiendo que la prensa tiene una $H = 5$ mm, la prensa deberá tener la siguiente capacidad:

$$P = \frac{E_{Dr}}{H} \quad [tf]$$

$$P = \frac{2097.5kgf \cdot m}{5mm} \quad \Rightarrow \quad P = 420tf$$

Por lo tanto la prensa que se necesita para realizar este proceso debe tener las siguientes características:

| | |
|-----------|--------------------------|
| Capacidad | $P = 420$ tf |
| Energía | $E = 2100$ $kgf \cdot m$ |
| Posición | $H = 5$ mm |

Como se observa el valor de H es muy importante para determinar la capacidad de la prensa, durante los cálculos se obtuvo un valor de sólo 22 tf para el proceso, pero al considerar la energía que requiere el proceso, resulta que la prensa debe tener una capacidad de 420 tf, con un valor de H igual a 5 mm.

Si el valor de H aumenta la capacidad de la prensa puede ser menor, por el contrario si el valor de H baja la capacidad de la prensa debe de ser mayor.

e) Resumen de cálculos

Los cálculos realizados se pueden resumir en la siguiente tabla:

| | Fuerza de Transf. (tf) | Fuerza del pisador (tf) | Fuerza Total (tf) | Energía (kgf-m) | Cap. de prensa (tf) | Valor de H (mm) |
|-----------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------|-----------------|---------------------|-----------------|
| Embutido Rectangular | 17 | 5.7 | 22.7 | 2097.5 | 420 | 5 |

Recomendaciones a Implementar

- 1) Realizar la cotización con base a los resultados que se obtuvieron de los cálculos.
- 2) El producto se puede realizar en un solo proceso.
- 3) La energía que requiere el proceso es muy alta, ya que el embutido tiene una altura considerable, por esto se debe cuidar la selección adecuada de la prensa, esta debe de tener un valor alto de H.

Resultados:

La empresa Servicios Integrales en Maquinados GAONA, realizó la cotización del troquel pero tendrá que esperar a que su cliente pueda darle alguna respuesta, el objetivo de la asesoría fue ayudarlo a realizar la cotización.

| | | |
|--|------------------------|------------------|
| a) Tasa de defectos de producto después de asesoría: | N/A es para cotización | % |
| b) Productividad de la Empresa: | N/A es para cotización | Piezas mensuales |
| Número de Empleados: | 10 | |
| Venta Mensual: | \$400,000.00 | |

Retroalimentación hecha por la empresa:

La Cotización se presentó al cliente y todavía no han liberado el proyecto debido a que es un producto que se empezará a fabricar hasta el 2010.

Comentarios sobre asesoría de CIDESI

La asesoría sirvió a la empresa de servicios Integrales de maquinados Gaona para tener una base y referencia de cómo hacer una cotización de un herramental de tamaño considerable, ya que hasta el momento no ha tenido la oportunidad de fabricar una herramienta de tales dimensiones.

| Temas de Estudio | Referencia |
|---|------------|
| Cálculo de Capacidad de Transformación, Embutido Rectangular. | Capítulo 9 |

Lecciones Aprendidas

Se realizó el cálculo de la silueta para el embutido rectangular, la fuerza y la energía requerida para el proceso, además se realizó la selección de prensa para poder fabricar el producto.

CIERRE DE PROYECTO

| Participantes | | |
|-------------------|------------------------|-------------------------------|
| Empresa | Expertos | CIDESI |
| Ing. Alonso Gaona | Ing. Shohachi Kurihara | Ing. Saúl Rublo Rodríguez |
| | Ing. Shulchi Kurozumi | Ing. Ariel Dorantes Campuzano |
| | Ing. Kazuo Kanazawa | Ing. José Ruiz Luna |

| Balance de Asesoría | | | | |
|--------------------------------------|-------|---------------------|-------|-------|
| Descripción | Horas | Diseño/ Fabricación | Costo | Total |
| CIDESI | | | | |
| Tiempo de asesoría de Expertos | | | | |
| 1) Ing. Kurihara | 1.5 | | | |
| 2) Ing. Kurozumi | 1.5 | | | |
| 3) Ing. Kanazawa | 1.5 | | | |
| Tiempo de asesoría de Contraparte | | | | |
| 1) Saúl Rublo | 1.5 | | | |
| 2) Ariel Dorantes | 1.5 | | | |
| 3) José Ruiz | 1.5 | | | |
| Empresa: | | | | |
| Fabricación de piezas o dispositivos | N/A | | | |
| 1) | | | | |
| 2) | | | | |
| 3) | | | | |
| Implementación de cambios | N/A | | | |
| Prueba de Materiales | N/A | | | |
| Viáticos de visita | N/A | | | |

Total: 0

Ing. Alonso Gaona
Empresa

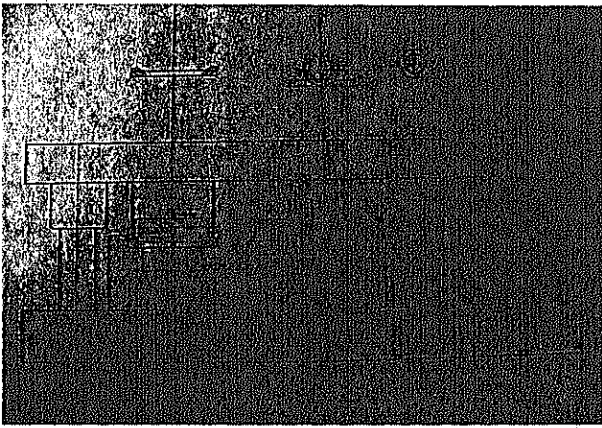
Ing. Ariel Dorantes Campuzano
CIDESI

Firmas de Conformidad

CENTRO DE INGENIERÍA Y DESARROLLO INDUSTRIAL
INFORME DE ASESORIA TECNICA A EMPRESA

HERRAMIENTALES Y PROCESOS DE ENSAMBLE

| | |
|---|--|
| Nombre de la Empresa BYPASA S.A de C.V. | Fecha / Periodo 09/Nov/2007 Cuarto (Sep-Nov) |
|---|--|

| Características del Producto / Herramental | Proceso: Doblado |
|--|---|
| a) Nombre de Producto: Tubo de Suspensión DHN-014 | |
| b) Forma : |  |
| c) Material: Lámina calibre 8 (4 mm) | |
| d) Observaciones: | El diseño del troquel en general es bueno, debido a que las fuerzas están bien balanceadas. Actualmente tienen varios proveedores de material, por lo tanto deben tener un buen control de las propiedades de los diferentes materiales para evitar variaciones de formado. |

Condiciones Actuales del Producto

Actualmente se encuentran desarrollando este troquel de 3 estaciones, el troquel es para lograr el formado del tubo a partir de solera de 1/4". El motivo de la asesoría es presentar el diseño del troquel a expertos Japoneses y que ellos expresen sus recomendaciones. El principal problema que se les está presentado es que no logran el cierre total del tubo. La alimentación es manual.

| | | |
|---|-------------|------------------|
| a) Tasa de defectos del producto: | 15 | % |
| b) Productividad: | 45000 | Piezas mensuales |
| Número de Empleados (para este producto): | 7 | |
| Venta Mensual: | \$50,000.00 | |

Planteamiento del Problema:

Se presenta el diseño y estructura del herramental para realizar un análisis y hacer algunas recomendaciones referente a las especificaciones de la prensa para lograr el formado óptimo del producto.

El troquel está diseñado para lograr el formado de la siguiente pieza.



Figura 2.2: Producto con problemas.

El diseño que presenta BYPASA consta de 3 estaciones, figura 2.1.

Estación 1: Doblado de puntas

En este proceso realizan el doblado de los extremos, este doblado lo hacen con el radio final del producto y con un ángulo de 30° .

Estación 2: Doble del centro

En esta estación se realiza el formado de la pieza aplicando la fuerza en el centro de la misma, el radio que tiene el punzón es igual al radio del producto final. La forma de sacar el producto es manual.

Estación 3: Cierre del Producto

En esta estación se realiza el cierre del producto, para lograr controlar la dimensión final del diámetro interior, se coloca una pieza que actúa como corazón para formar el producto, este proceso es semi - automático, consta de un cilindro neumático que introduce y retira la pieza en cada proceso.

Análisis y Posibles Soluciones

- 1) Es un buen diseño, debido a que las fuerzas están bien balanceadas, con esto podemos evitar tener carga excéntrica en la prensa.
- 2) Para el primer proceso solo se corroboró si el radio y el ángulo que estaban utilizando era el adecuado.
- 3) Al analizar el segundo proceso sólo se sugirió que se implementara una guía para lograr que el producto proveniente de la estación 1, pueda quedar correctamente centrado para realizar esta segunda operación.

Recomendaciones a Implementar

- 1) Para lograr obtener un buen cierre de producto, tenemos que evitar el rebote del material y para esto tenemos que considerar y tener muy en cuenta las características del material a procesar especialmente su valor n.
- 2) En la silueta, debemos de verificar que la dirección de ambos cortes sea en el mismo sentido.
- 3) En el tercer proceso se recomendó que en el herramental superior se realizara un pequeño chafán, esto para darle un poco de espacio al material.
- 4) Se estimó que para realizar cada proceso se necesita alrededor de 23 tf, por lo que necesitaríamos una prensa de más de 70 tf.
- 5) En cuanto a la energía requerida para el proceso se estima que sea alrededor de 300 kgf-m, por lo que la prensa seleccionada deberá ser capaz de desarrollar esta energía. Este es el punto en el que debemos de tener cuidado.
- 6) El cliente nos confirmó que utilizará una prensa de 100 tf.
- 7) Como la energía que requiere el formado es de aproximadamente 300 kgf – m, la prensa deberá tener una H de 3 o más.

Resultados:

La empresa ha hecho las implementaciones y se ha mejorado el producto, tiene algunas dudas en cuanto al cálculo de la fuerza de transformación y energía requerida. Tienen aún problemas para cumplir las dimensiones finales y el cierre del tubo, pero se le seguirá dando seguimiento a este producto para mejorarlo en lo posible.

| | | |
|--|-------------|------------------|
| a) Tasa de defectos de producto después de asesoría: | 2 | % |
| b) Productividad de la Empresa: | 200 | Piezas mensuales |
| Número de Empleados (para este producto): | 8 | |
| Venta Mensual: | \$50,000.00 | |

Retroalimentación hecha por la empresa:

Cabe mencionar que después de la asesoría sólo se ha hecho una corrida de 200 pzs. Por lo que el dato de la tasa de defectivo puede variar en la corrida piloto programada en la semana del 10-14-mar-08 que serán aproximadamente 1000 pzs.

Comentarios sobre asesoría de CIDESI

Las personas de la empresa se mostraron entusiasmadas con el servicio de asesoría que se les brindó, y están dispuestos a seguir en contacto para retroalimentar a CIDESI de los resultados que se vayan obteniendo.

| Temas de Estudio | Referencia |
|--|--|
| Corte de Silueta, Doblado, Cálculo de dimensiones de Silueta y Calculo de especificaciones de la Prensa. | Capitulo 21. Segundo Periodo del Ing. Shuichi Kurozumi Capitulo 7. Segundo Periodo Ing. Shohachi Kurihara |

Lecciones Aprendidas

La importancia del valor "n" y orientación de zona de rebaba para el proceso de doblado y además de un adecuado diseño de proceso para determinado producto. La importancia de cumplir con las condiciones mínimas necesarias para el buen funcionamiento de la prensa.

Seguimiento al Producto

| Ventanilla | Planta | Fecha |
|------------|--------|------------|
| 1 | | 26/09/2007 |
| 1 | | 05/10/2007 |
| | | |
| 2 | 0 | Total |

Informe escrito por: Ing. Jesús Ayala Torres

CIERRE DE PROYECTO

| Participantes | | |
|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|
| Empresa | Expertos | CIDESI |
| Ing. Armando León | Ing. Shohachi Kurihara | Ing. Saúl Rubio Rodríguez |
| Ing. Eduardo Laureano Cuadros | Ing. Shuichi Kurozumi | Ing. Ariel Dorantes Campuzano |
| | | Ing. José Ruiz Luna |

| Balance de Asesoría | | | | |
|--------------------------------------|-------|---------------------|-------|-------|
| Descripción | Horas | Diseño/ Fabricación | Costo | Total |
| CIDESI | | | | |
| Tiempo de asesoría de Expertos | | | | |
| 1) Ing. Shohachi Kurihara | 2 | | | |
| 2) Ing. Shuichi Kurozumi | 2 | | | |
| 3) Ing. Kazuo Kanazawa | 2 | | | |
| Tiempo de asesoría de Contraparte | | | | |
| 1) Ing. Saúl Rubio R. | 2 | | | |
| 2) Ing. Ariel Dorantes C. | 2 | | | |
| 3) Ing. José Ruiz Luna | 2 | | | |
| Empresa: | | | | |
| Fabricación de piezas o dispositivos | N/A | | | |
| 1) | | | | |
| 2) | | | | |
| 3) | | | | |
| Implementación de cambios | N/A | | | |
| Prueba de Materiales | N/A | | | |
| Viáticos de visita | N/A | | | |

Total:

Ing. Armando León

Empresa

Ing. Ariel Dorantes Campuzano

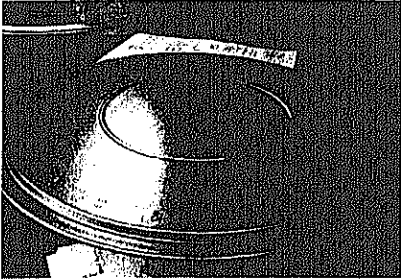
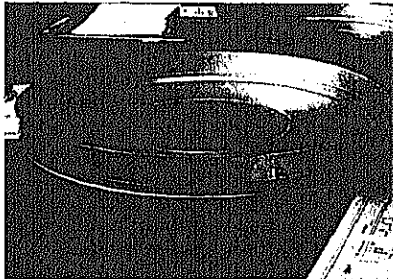
CIDESI

Firmas de Conformidad

CENTRO DE INGENIERÍA Y DESARROLLO INDUSTRIAL
INFORME DE ASESORIA TECNICA A EMPRESA

HERRAMIENTALES Y PROCESOS DE ENSAMBLE

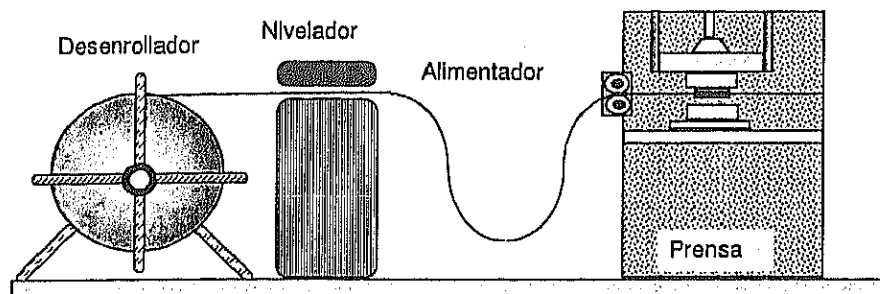
| | |
|--|---|
| Nombre de la Empresa EIKA MEXICO S.A DE C.V. | Fecha / Periodo 09/Jun/2008 Sexto (May-Jul) |
|--|---|

| Características del Producto / Herramental | Proceso: Embutido |
|---|--------------------------|
| <p>a) Nombre de Producto: Cazoleta Ø 300</p> <p>b) Forma :</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>c) Material: Acero Galvanizado espesor de 0.6 mm</p> <p>d) Observaciones: Anteriormente la empresa ya estaba fabricando esta pieza sin problema aparente, este surgió a partir del cambio de lote de materia prima.</p> | |

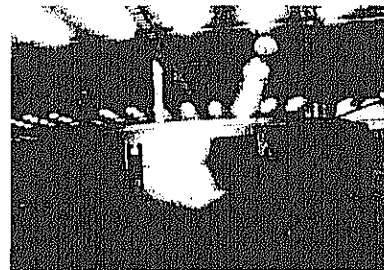
| Condiciones Actuales del Producto | |
|--|------------------------|
| <p>El producto actualmente no se realiza en la planta de Eika, se subcontrata a otra empresa para su maquila, aunque Eika les proporciona el material para su fabricación, el proceso de fabricación es el siguiente, teniendo el material en rollo, se utiliza un desenrollador para alimentar a la prensa y de un golpe se realiza el corte de la silueta y el embutido de la misma, posteriormente se le aplican otros procesos, pero es en este punto donde se presenta el problema de planicidad.</p> <p>Un punto muy importante que nos mencionan es que el proveedor cambio de línea para fabricar el material, posteriormente las piezas resultaron con defectos, además que en el reporte de las propiedades del material no aparecen los valores de "n" y "r".</p> | |
| a) Tasa de defectos del producto: | 10 % |
| b) Productividad: | Confidencial Pzas./mes |
| Número de Empleados (para este producto): | Confidencial |
| Venta Mensual: | Confidencial |

Planteamiento del Problema:

El producto que se fabrica es una Cazoleta de diámetro de 300 mm, el material esta en rollo y es alimentado por medio de un desenrollador, (no utilizan nivelador), posterior a esto se realiza un proceso donde se realiza el corte de silueta y el embutido, aquí es el punto donde se presenta el problema.



El problema que se presenta es que el producto embutido no cumple con la planicidad que se pide en el plano,



En las figuras anteriores se puede observar que la cazoleta esta sufriendo deformación (pandeo).

Análisis y Posibles Soluciones

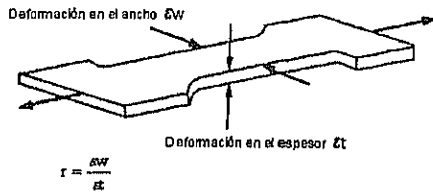
1.- El problema se puede estar presentando solamente por el cambio de materia prima, por lo general cuando se compra material a cualquier proveedor, se recomienda solicitarle un reporte de las propiedades físicas que contiene el material, como lo es su punto de cedencia, la elongación, valor "n", valor "r", etc. Estos valores nos servirán para poder mantener controlado el proceso, en este caso el valor crítico es el valor "n" que tenga el material, ya que nos afecta directamente en la formabilidad para el proceso de embutido.

El proveedor de Elka les proporciona un reporte de las propiedades del material, pero no incluyen el valor de "r", que es el punto importante para nosotros, se mencionó que con el material anterior las piezas no estaban presentando este problema, una solución será calcular el valor de "r" que tiene el material anterior y calcular también el valor de "r" del material nuevo, y ver la diferencia que existe, se debe de controlar el valor de "r" con el que la pieza resultó bien.

El método para realizar el cálculo del valor de "r", es el siguiente:

En la prueba de tensión, el valor "r" es la relación entre la deformación logarítmica en la dirección del ancho de la lámina " ϵ_w " y la deformación logarítmica en la dirección del espesor " ϵ_t " de la porción paralela de la probeta.

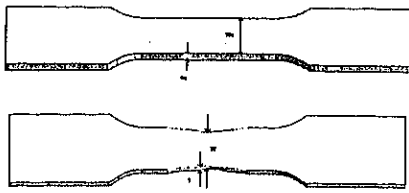
Para realizar el cálculo del valor de "r" se necesita maquinar 3 probetas del material a evaluar, estas probetas ya están normalizadas, se requiere cortar una probeta a 0° con respecto a la laminación del material, otra a 45° y una mas a 90°.



Las probetas son:

- 0°
- 45°
- 90°

Se marcan 2 puntos en la probeta, después se aplica una deformación del 20% en una máquina de tensión y se miden las deformaciones sufridas en dirección " ξw " (ancho de la probeta) y " ξt " (largo de probeta), para saber la deformación de solamente utilizamos un Vernier para medir la disminución del espesor w , y para saber las deformación medimos la distancia a la que quedaron los puntos marcados al inicio de la prueba. El cociente de estos valores representa el valor de r .



$$r = \frac{\Delta w}{\Delta t} = \frac{\ln \frac{w_0}{w}}{\ln \frac{t_0}{t}}$$

Se calcula un valor de " r " para cada probeta, y como estos valores tendrán variación se utiliza un valor de " r " promedio, calculado mediante la siguiente fórmula:

$$r = \frac{(r_0 + 2r_{45} + r_{90})}{4}$$

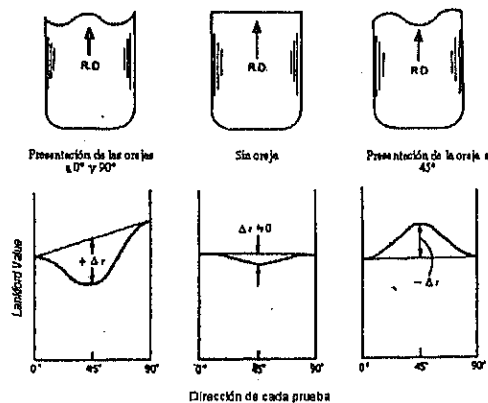
El valor " r " tiene una correlación estrecha con la formabilidad para embutido profundo; cuanto mayor sea el valor " r " de los materiales, se considera que tendrán mejor formabilidad para el embutido.

La anisotropía plana de la probeta se representa por " Δr ".

$$\Delta r = \frac{(r_0 + r_{90} - 2r_{45})}{2}$$

" Δr " tiene una relación con las orejas que se producen en un recipiente conformado por embutido profundo. Como se indica en la Figura, bajo la condición de:

- $\Delta r > 0$, las orejas se forman en la dirección de 0 y 90 grados,
- $\Delta r < 0$, se forman en la dirección de 45 grados.



Recomendaciones a Implementar

- 1) Realizar la prueba del material con el que la pieza no estaba presentando problemas para conocer sus propiedades mecánicas, y principalmente el valor "r", posteriormente realizar la misma prueba con el material nuevo y también calcular su valor "r" seguramente el valor "r" del material nuevo es mas bajo que el del material anterior, lo que debemos de controlar es que el material a utilizar tenga un valor "r" adecuado, se debe solicitar al proveedor que el material que nos venda tenga el valor "r" optimo para realizar la transformación de embutido.
- 2) Se recomienda también el uso de un alimentador de material que contenga un nivelador, ya que esto ayuda a liberar esfuerzos en el material, el rango del nivelador debe ser de 0.3 - 0.9 mm.
- 2) El control de calidad de Eika debe de verificar que las propiedades mecánicas del material sean las adecuadas cada que se compre un lote de material, para evitar variaciones en sus productos y pérdida de tiempo y dinero por defectos en los mismos.

Resultados:

| | | |
|---|--------------|-------|
| a) Tasa de defectos de producto después de asesoría: | 2 % | |
| b) Productividad de la Empresa: | Confidencial | Pzas. |
| Número de Empleados (para este producto): | Confidencial | |
| Venta Mensual: | Confidencial | |
| Retroalimentación hecha por la empresa: | | |
| Actualmente se encuentran negociando con proveedor de la materia prima la calidad de su material, es el primer paso para poder controlar el defecto del producto. | | |
| Comentarios sobre asesoría de CIDESI | | |
| Las personas de la empresa Eika se mostraron entusiasmadas con el servicio de asesoría que se les brindó, y están dispuestos a seguir en contacto para retroalimentar a CIDESI de los resultados que se vayan obteniendo. | | |

| Temas de Estudio | Referencia |
|---|--|
| Características del material para procesar en estampado y troquelado. | Capítulo 10. Segundo Periodo del Ing. Kurihara Capítulo 18. Tercer Periodo Ing. Shohachi Kurihara |

Lecciones Aprendidas

Dentro del trabajo del estampado metálico es de suma importancia tomar en cuenta las propiedades del material a procesar, en este caso el valor "r" es el crítico para nuestra transformación, por lo tanto debemos evitar que exista mucha variación entre un lote y otro. Este trabajo le corresponde al control de calidad de la empresa.

Seguimiento al Producto

| Ventanilla | Planta | Fecha |
|------------|--------|------------|
| 1 | | 09/06/2008 |
| | | |
| | | |
| 1 | | Total |

Informe escrito por: Ing. José Ruiz Luna

CIERRE DE PROYECTO

| Empresa | Participantes Expertos | CIDESI |
|-------------------------------|--|--|
| Ing. Vanesa Sánchez Velásquez | Ing. Shohachi Kurihara Ing. Kazuo Kanazawa Ing. Koyu Shimizu | Ing. Cristian Ávila Altamirano Ing. Ariel Dorantes Campuzano Ing. José Ruiz Luna |

| Balance de Asesoría | | | | |
|--------------------------------------|-------|---------------------|-------|-------|
| Descripción | Horas | Diseño/ Fabricación | Costo | Total |
| CIDESI | | | | |
| Tiempo de asesoría de Expertos | | | | |
| 1) Ing. Shohachi Kurihara | 2 | | | |
| 2) Ing. Koyu Shimizu | 2 | | | |
| 3) Ing. Kazuo Kanazawa | 2 | | | |
| Tiempo de asesoría de Contraparte | | | | |
| 1) Ing. Cristian Ávila Altamira | 2 | | | |
| 2) Ing. Ariel Dorantes Campuzano | 2 | | | |
| 3) Ing. José Ruiz Luna | 2 | | | |
| Empresa: | | | | |
| Fabricación de piezas o dispositivos | N/A | | | |
| 1) | | | | |
| 2) | | | | |
| 3) | | | | |
| Implementación de cambios | N/A | | | |
| Prueba de Materiales | N/A | | | |
| Viáticos de visita | N/A | | | |

Total:

Ing. Vanesa Sánchez Velásquez
 Empresa

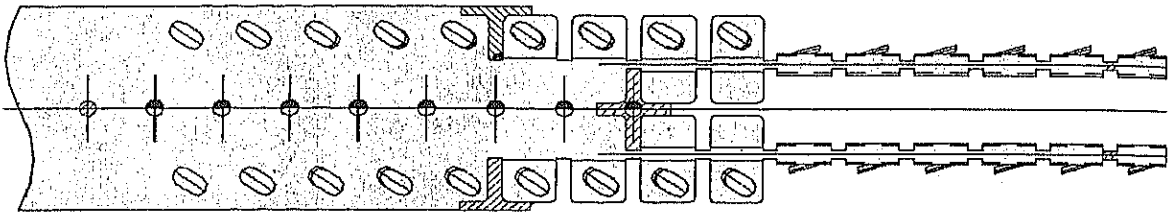
Ing. Ariel Dorantes Campuzano
 CIDESI

Firmas de Conformidad

CENTRO DE INGENIERÍA Y DESARROLLO INDUSTRIAL
INFORME DE ASESORIA TECNICA A EMPRESA

HERRAMENTALES Y PROCESOS DE ENSAMBLE

| | |
|---|---|
| Nombre de la Empresa RESORTES Y PARTES S.A. DE C.V. | Fecha / Periodo 28-JUL-08 / SEXTO |
|---|---|

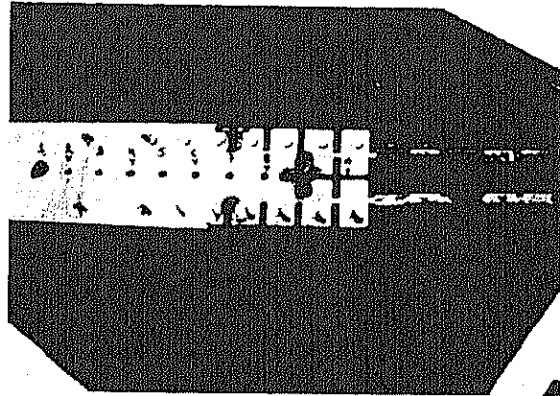
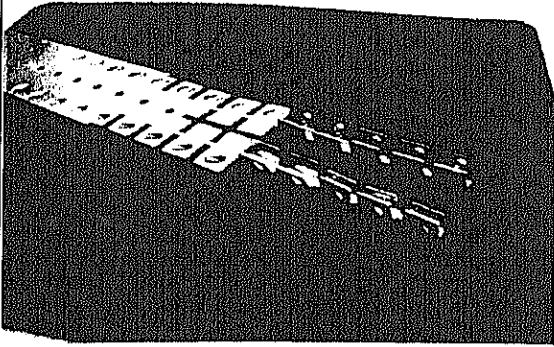
| Características del Producto / Herramental | Proceso: CORTE, DOBLEZ Y FORMADO |
|--|----------------------------------|
| <p>a) Nombre de Producto: CORTADOR DE HILO DENTAL</p> <p>b) Forma :</p>  | |
| <p>c) Material: Acero Inoxidable 304</p> | |
| <p>d) Observaciones: Esta pieza ya la producen, solo que se requiere realizar un cambio, para ello están diseñando un nuevo herramental.</p> | |

| Condiciones Actuales del Producto | |
|---|----------------------|
| <p>Actualmente ya están produciendo esta pieza de manera correcta, el herramental es progresivo, el volumen de producción es de 9,000,000 pzas / mes, la prensa tiene una capacidad de 35 T, uno de sus problemas es el continuo despostillamiento del punzón o de la matriz, por lo que requieren que se analice su proceso de fabricación y realizar algunas recomendaciones para mejorar su proceso.</p> <p>Otro punto es que actualmente se encuentran diseñando un nuevo troquel para fabricar esta misma pieza, el motivo de este nuevo troquel es que por especificaciones de su cliente la pieza sufrirá un pequeño cambio.</p> | |
| a) Tasa de defectos del producto: | 3 % |
| b) Productividad: | |
| Número de Empleados (para este producto): | 1 persona/turno |
| Venta Mensual: | 9,000,000 piezas/mes |

Planteamiento del Problema:

Para realizar el planteamiento del problema lo dividiremos en 2 partes:

Como primer punto nos enfocaremos en el herramental que ya están produciendo, analizaremos los cálculos de fuerza y energía de cada proceso, cálculos de claros adecuados, y una revisión general del herramental. Además de analizar la prensa donde se está trabajando este herramental.



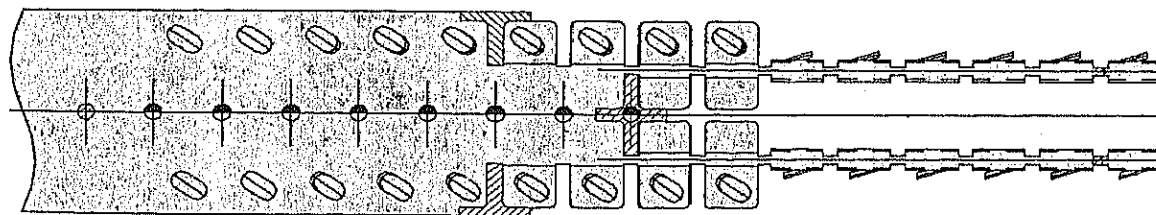
El diseño de la tira consta de 15 estaciones para realizar el producto.

Como segundo punto analizaremos el nuevo diseño que esta desarrollando la empresa Resortes y Partes, y se realizaran observaciones respecto al herramental.

Análisis y Posibles Soluciones

A) Análisis de diseño de tira de Herramental Actual:

1) Realizaremos el análisis de la tira del herramental progresivo:

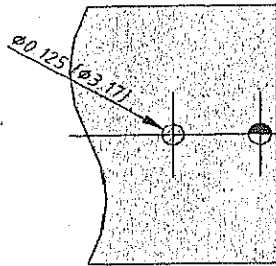


La tira consta de 16 estaciones, las cuales describiremos y analizaremos a continuación:

- Estación 1: Punzonado.
- Estación 2: Vacía.
- Estación 3: Formado.
- Estación 4: Vacía.

- Estación 5: Corte de lengüeta.
- Estación 6: Vacía.
- Estación 7: Corte de Silueta lateral.
- Estación 8: Vacía.
- Estación 9: Corte de Silueta central.
- Estación 10: Vacía.
- Estación 11: Vacía.
- Estación 12: Predoble en U.
- Estación 13: Vacía.
- Estación 14: Doble en U.
- Estación 15: Vacía.
- Estación 16: Corte de la pieza.

Estación 1: Punzonado.



Realizaremos los cálculos para este proceso:

Calculo de Fuerza de transformación:

Utilizamos la siguiente formula:

$$P_s = \frac{l \cdot t \cdot k_s}{1000} \quad (1)$$

Donde :

P_s : Fuerza para corte o troquelado [tf o kN]

l : Longitud de corte [mm]

t : Espesor de la lámina [mm]

k_s : Resistencia del corte $\left[\frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} \text{ o Mpa} \right]$

$$k_s = 0.8 \sigma_B$$

Para nuestro caso :

$$\sigma_B = 65 \frac{\text{Kgf}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad k_s = 0.8 \times 65 = 52 \frac{\text{Kgf}}{\text{mm}^2}$$

Y la longitud de corte será.

$$l = \pi \cdot D \quad [\text{mm}]$$

Por lo tanto :

$$l = \pi \cdot (3.17\text{mm}) \Rightarrow l = 9.95\text{mm}$$

Sustituyendo en la formula 1, obtenemos:

$$P_s = \frac{l \cdot t \cdot k_s}{1000}$$

$$P_s = \frac{(9.95\text{mm}) \cdot (0.5\text{mm}) \cdot (52 \text{kgf}/\text{mm}^2)}{1000} \Rightarrow P_s = 0.26\text{tf}$$

Calculo de Fuerza del Pisador:

La fuerza del pisador la calculamos con la siguiente formula:

$$P_{SB} = \alpha_2 \cdot P_s \quad [tf] \quad (2)$$

Donde :

P_{SB} = Fuerza de Pisador [tf]

P_s = Fuerza para realizar el corte.

α_2 = Coeficiente

Operación de un recorrido 0.1 - 0.2

Operación continua 0.2 - 0.3

Para nuestro caso utilizamos el coeficiente igual a 0.3 ya que es operación continua, sustituyendo en la formula 2 obtenemos:

$$P_{SB} = \alpha_2 \cdot P_s \quad [tf]$$

$$P_{SB} = (0.3) \cdot (0.26tf) \Rightarrow P_{SB} = 0.08tf$$

Calculo de la Energía:

La energía que requiere el proceso lo calculamos de la siguiente manera:

$$E_{ST} = [(P_s \times f_p) + P_{SB}] \times t \quad (3)$$

Donde :

E_{ST} = Energía para realizar el corte [kgf · m]

P_s = Fuerza para realizar el corte [tf]

P_{SB} = Fuerza de pisador [tf]

f_p = Tasa del espesor del material

Para nuestro caso $f_p = 0.5$, por lo tanto:

$$E_{ST} = [(P_s \cdot f_p) + P_{SB}] \cdot t$$

$$E_{ST} = [((0.26) \cdot (0.5))tf + 0.08tf] \cdot (0.5mm) \Rightarrow E_{ST} = 0.11kgf/mm^2$$

Calculo de Claro adecuado:

Para saber cual es el claro que debe existir entre matriz y punzón, utilizamos la siguiente formula:

$$C = \left(1 - \frac{e}{t}\right) \cdot t \cdot \tan \theta \quad [mm] \quad (4)$$

Donde :

C = Claro de Transformación (mm)

$\frac{e}{t}$ = Tasa de penetración

t = Espesor del material (mm)

θ = Angulo de grieta ($6^\circ \approx 7^\circ$)

$\tan \theta = 0.11$

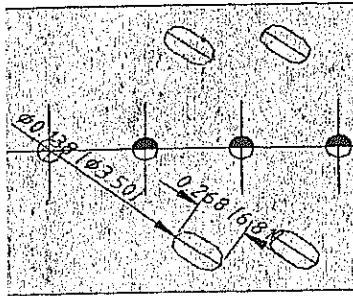
Para nuestro caso el valor de $e/t = 0.5$, sustituyendo los valores en la formula 4, obtenemos:

$$C = \left(1 - \frac{e}{t}\right) \cdot t \cdot \tan \theta \quad [mm]$$

$$C = (1 - 0.5) \cdot (0.5mm) \cdot (0.11) \Rightarrow C = 0.027mm$$

Estación 2: Vacía.

Estación 3: Formado / Embutido.



Área Comprimida

$$Ac = 3.5 \times 6.8$$

$$Ac = 23.8$$

$$Ac = 25 \text{ mm}^2$$

Los cálculos que realizaremos para este proceso serán:

Calculo de Fuerza de transformación:

Utilizamos la siguiente formula para determinar la fuerza de la transformación:

$$P_c = \frac{A_c \cdot kfm \cdot C_e}{1000} \quad [tf] \quad (5)$$

Donde :

P_c = Fuerza de formado [tf]

A_c = Area comprimida [mm^2]

kfm = Resistenci a promedio de transform acción [kgf/mm^2]

C_e = Coeficient e restrictiv o.

$P_y = kfm \cdot C_e$ (Por tabla)

Para nuestro caso el valor de $P_y = 65 \text{ kgf}/\text{mm}^2$, ya que estamos trabajando con acero inoxidable, y el valor del área comprimida la determinamos midiendo al área que estamos comprimiendo, que será igual a $A_c1 = 25 \text{ mm}^2$, como son 2 formados el área será $A_c = 50 \text{ mm}^2$, sustituyendo estos valores en la formula 5, obtenemos:

$$P_c = \frac{A_c \cdot kfm \cdot C_e}{1000}$$

$$P_c = \frac{(50\text{mm}^2) \cdot (65 \text{ kgf}/\text{mm}^2)}{1000} \Rightarrow P_c = 3.3tf$$

Calculo de la energía:

Para saber cual es la energía que requiere la transformación, utilizamos la siguiente formula:

$$E_c = P_c \cdot h_v \cdot C_v \quad [kgf \cdot m] \quad (6)$$

Donde :

P_c = Fuerza de formado [tf]

h_v = Longitud de carrera para la transformación [mm]

C_v = Coeficiente (0.7 ~ 0.95)

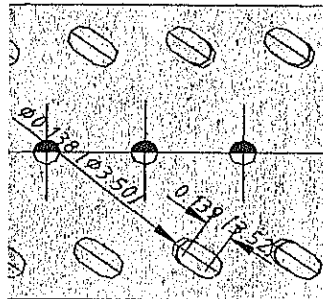
La longitud de carrera de transformación será la altura de formado, la cual es de $h_v = 0.5$ mm, y el coeficiente lo tomaremos como $C_v = 0.95$, sustituyendo los valores en la fórmula 6, obtenemos:

$$E_c = P_c \cdot h_v \cdot C_v \quad [kgf \cdot m]$$

$$E_c = (3.3tf) \cdot (0.5mm) \cdot (0.95) \Rightarrow E_c = 1.6kgf \cdot m$$

Estación 4: Vacía.

Estación 5: Corte de Lengüeta.



Longitud de Corte

$$l = 3.5 + 3.5 + 3.5$$

$$l = 10.5 \text{ mm}$$

Tomamos

$$l = 11 \text{ mm}$$

Los cálculos que realizaremos serán:

Calculo de Fuerza de transformación:

Utilizamos nuevamente la fórmula 1:

$$P_s = \frac{l \cdot t \cdot k_s}{1000}$$

Como son 2 cortes, la longitud de corte será: $l = 22mm$

Sustituyendo en la fórmula 1, obtenemos:

$$P_s = \frac{l \cdot t \cdot k_s}{1000}$$

$$P_s = \frac{(22mm) \cdot (0.5mm) \cdot (52kgf/mm^2)}{1000} \Rightarrow P_s = 0.6tf$$

Calculo de Fuerza del Pisador:

Para la fuerza del pisador utilizamos la fórmula 2:

$$P_{SB} = \alpha_2 \cdot P_s \quad [tf]$$

Para nuestro caso utilizamos el coeficiente igual a 0.3 ya que es operación continua, sustituyendo en la formula 2 obtenemos:

$$P_{SB} = \alpha_2 \cdot P_S \quad [tf]$$

$$P_{SB} = (0.3) \cdot (0.6tf) \Rightarrow P_{SB} = 0.2tf$$

Calculo de la Energía:

La energía que requiere el proceso lo calculamos con la formula 3:

$$E_{ST} = [(P_S \times f_p) + P_{SB}] \times t$$

Para nuestro caso $f_p = 0.5$, por lo tanto:

$$E_{ST} = [(P_S \cdot f_p) + P_{SB}] \cdot t$$

$$E_{ST} = [(0.6) \cdot (0.5)tf + 0.2tf] \cdot (0.5mm) \Rightarrow E_{ST} = 0.3 kgf/mm^2$$

Calculo de Claro adecuado:

Para saber cual es el claro que debe existir entre matriz y punzón, utilizamos la formula 4:

$$C = \left(1 - \frac{e}{t}\right) \cdot t \cdot \tan \theta \quad [mm]$$

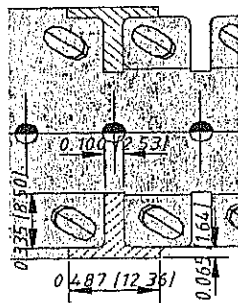
Para nuestro caso el valor de $e/t = 0.5$, sustituyendo los valores en la formula 4, obtenemos:

$$C = \left(1 - \frac{e}{t}\right) \cdot t \cdot \tan \theta \quad [mm]$$

$$C = (1 - 0.5) \cdot (0.5mm) \cdot (0.11) \Rightarrow C = 0.027mm$$

Estación 6: Vacía.

Estación 7: Corte de Silueta Lateral.



Longitud de Corte:

$$l = 1.7 + 5 + 8.5 + 2.5 + 8.5 + 5$$

$$l = 31.2 \text{ mm}$$

Tomamos:

$$l = 32 \text{ mm}$$

Los cálculos que realizaremos serán:

Calculo de Fuerza de transformación:

Utilizamos la formula 1:

$$P_s = \frac{l \cdot t \cdot k_s}{1000}$$

Como son 2 cortes, la longitud total será: $l = 64mm$

Sustituyendo en la formula 1, obtenemos:

$$P_s = \frac{l \cdot t \cdot k_s}{1000}$$

$$P_s = \frac{(64mm) \cdot (0.5mm) \cdot (52kgf/mm^2)}{1000} \Rightarrow P_s = 1.7tf$$

Calculo de Fuerza del Pisador:

Para la fuerza del pisador utilizamos la formula 2:

$$P_{SB} = \alpha_2 \cdot P_s \quad [tf]$$

Para nuestro caso utilizamos el coeficiente igual a 0.3 ya que es operación continua, sustituyendo en la formula 2 obtenemos:

$$P_{SB} = \alpha_2 \cdot P_s \quad [tf]$$

$$P_{SB} = (0.3) \cdot (1.7tf) \Rightarrow P_{SB} = 0.5tf$$

Calculo de la Energía:

La energía que requiere el proceso lo calculamos con la formula 3:

$$E_{ST} = [(P_s \times f_p) + P_{SB}] \times t$$

Para nuestro caso $f_p = 0.5$, por lo tanto:

$$E_{ST} = [(P_s \cdot f_p) + P_{SB}] \cdot t$$

$$E_{ST} = [((1.7) \cdot (0.5))tf + 0.5tf] \cdot (0.5mm) \Rightarrow E_{ST} = 0.7kgf/mm^2$$

Calculo de Claro adecuado:

Para saber cual es el claro que debe existir entre matriz y punzón, utilizamos la formula 4:

$$C = \left(1 - \frac{e}{t}\right) \cdot t \cdot \tan \theta \quad [mm]$$

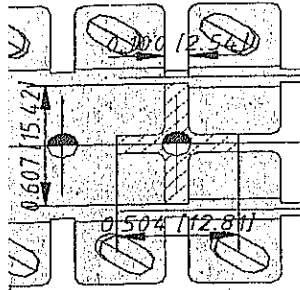
Para nuestro caso el valor de $e/t = 0.5$, sustituyendo los valores en la formula 4, obtenemos:

$$C = \left(1 - \frac{e}{t}\right) \cdot t \cdot \tan \theta \quad [mm]$$

$$C = (1 - 0.5) \cdot (0.5mm) \cdot (0.11) \Rightarrow C = 0.027mm$$

Estación 8: Vacía.

Estación 9: Corte de Silueta Central.



Longitud de Corte:

$$l = (2 \cdot (12.81 - 2.54)) + (2 \cdot (15.42 - 2.54)) + (3 \cdot 2.54)$$

$$l = 20.54 + 25.76 + 7.62$$

$$l = 53.96$$

Tomamos:

$$l = 54 \text{ mm}$$

Los cálculos que realizaremos serán:

Calculo de Fuerza de transformación:

Utilizamos la formula 1:

$$P_s = \frac{l \cdot t \cdot k_s}{1000}$$

Y la longitud de corte será: $l = 54 \text{ mm}$

Sustituyendo en la formula 1, obtenemos:

$$P_s = \frac{l \cdot t \cdot k_s}{1000}$$

$$P_s = \frac{(54 \text{ mm}) \cdot (0.5 \text{ mm}) \cdot (52 \text{ kgf/mm}^2)}{1000} \Rightarrow P_s = 1.4 \text{ tf}$$

Calculo de Fuerza del Pisador:

Para la fuerza del pisador utilizamos la formula 2:

$$P_{SB} = \alpha_2 \cdot P_s \quad [tf]$$

Para nuestro caso utilizamos el coeficiente igual a 0.3 ya que es operación continua, sustituyendo en la formula 2 obtenemos:

$$P_{SB} = \alpha_2 \cdot P_s \quad [tf]$$

$$P_{SB} = (0.3) \cdot (1.4 \text{ tf}) \Rightarrow P_{SB} = 0.4 \text{ tf}$$

Calculo de la Energía:

La energía que requiere el proceso lo calculamos con la formula 3:

$$E_{ST} = [(P_s \times f_p) + P_{SB}] \times t$$

Para nuestro caso $f_p = 0.5$, por lo tanto:

$$E_{ST} = [(P_s \cdot f_p) + P_{SB}] \cdot t$$

$$E_{ST} = [(1.4) \cdot (0.5) \text{ tf} + 0.4 \text{ tf}] \cdot (0.5 \text{ mm}) \Rightarrow E_{ST} = 0.6 \text{ kgf/mm}^2$$

Calculo de Claro adecuado:

Para saber cual es el claro que debe existir entre matriz y punzón, utilizamos la formula 4:

$$C = \left(1 - \frac{e}{t}\right) \cdot t \cdot \tan \theta \quad [mm]$$

Para nuestro caso el valor de $e/t = 0.5$, sustituyendo los valores en la formula 4, obtenemos:

$$C = \left(1 - \frac{e}{t}\right) \cdot t \cdot \tan \theta \quad [mm]$$

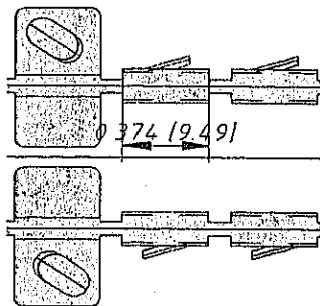
$$C = (1 - 0.5) \cdot (0.5mm) \cdot (0.11) \Rightarrow C = 0.027mm$$

Estación 10: Vacía.

Estación 11: Vacía.

Estación 12: Doble en U.

Aquí se realiza un predoble en U, no se realiza completo el doble en U.



La longitud de doblado:

$$w = 9.5 \text{ mm}$$

Los cálculos que realizaremos serán:

Calculo de fuerza de transformación:

Para determinar la fuerza que se requiere para el doble en U, utilizamos la siguiente formula:

$$P_U = \frac{k_3 \cdot \sigma_B \cdot t \cdot w}{1000} \quad (7)$$

Donde :

P_U = Fuerza de doblado en U [tf]

K_3 = Coeficiente ($K_3 = 0.4$)

t = Espesor del material [mm]

w = Longitud de doblado [mm]

σ_B = Resistencia a la tension (acero inox = 65 kgf/mm^2)

La longitud de doblez es de $w = 9.5 \text{ mm}$, sustituyendo los valores en la formula 7, obtenemos.

$$P_U = \frac{k_3 \cdot \sigma_B \cdot t \cdot w}{1000}$$

$$(0.4) \cdot (65 \text{ kgf/mm}^2) \cdot (0.5mm) \cdot (9.5mm)$$

$$P_U = \frac{(0.4) \cdot (65 \text{ kgf/mm}^2) \cdot (0.5 \text{ mm}) \cdot (9.5 \text{ mm})}{1000} \Rightarrow P_U = 0.12 \text{ tf}$$

Calculo de fuerza para el cojín:

La fuerza que se requiere para el cojín la calculamos con la siguiente fórmula:

$$P_{UB} = \frac{P_U}{4} \quad (8)$$

Donde :

P_U = Fuerza de doblado en U [tf]

Por lo que al sustituir en la formula obtenemos:

$$P_{UB} = \frac{P_U}{4}$$

$$P_{UB} = \frac{0.12 \text{ tf}}{4} \Rightarrow P_{UB} = 0.03 \text{ tf}$$

Calculo de la fuerza total:

La fuerza total de la transformación es la suma de las 2 fuerzas calculadas anteriormente:

$$P_T = P_U + P_{UB} \quad (9)$$

Donde :

P_T = Fuerza total para el doblado en U (tf)

P_U = Fuerza para el doblado en U (tf)

P_{UB} = Fuerza del cojín (tf)

Sustituyendo los valores en la formula, obtenemos:

$$P_T = P_U + P_{UB}$$

$$P_T = 0.12 \text{ tf} + 0.03 \text{ tf} \Rightarrow P_T = 0.15 \text{ tf}$$

Calculo de la energía:

Para calcular la energía que se requiere para realizar el doblado en U, se utiliza la siguiente formula:

$$E_U = P_T \cdot h_U \cdot k_4 \quad [\text{kgf} \cdot \text{m}] \quad (10)$$

Donde :

E_U = Energía requerida para el doblado en U [kgf · m]

P_T = Fuerza total requerida para el doblado en U [tf]

h_U = Longitud de carrera para la transformación [mm]

k_4 = Coeficiente ($k_4 = 0.6$)

La longitud del dobléz será de $h_u = 2\text{mm}$, por lo tanto si sustituimos los valores en la formula 10, obtenemos:

$$E_U = P_T \cdot h_U \cdot k_4$$

$$E_U = (0.15\text{tf}) \cdot (2\text{mm}) \cdot (0.6) \Rightarrow E_U = 0.2\text{kgf} \cdot \text{m}$$

Calculo de Claro adecuado:

Para el caso del proceso de dobléz el claro que debe existir entre punzón y matriz lo definiremos igual al espesor del material, es decir:

$$C = t \quad [\text{mm}] \quad (11)$$

Donde :

$$t = \text{Espesor del material} \quad [\text{mm}]$$

Por lo tanto el claro que debe de existir entre la matriz y el punzón es:

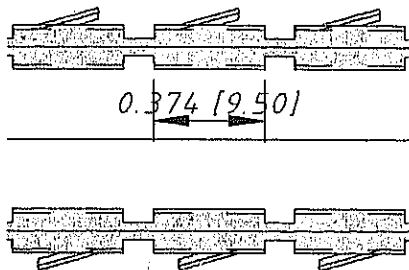
$$C = t \quad [\text{mm}]$$

$$C = 0.5\text{mm}$$

Estación 13: Vacía.

Estación 14: Doblar laterales.

Aquí se complementa el dobléz en U, realizado en la estación anterior:



Longitud de doblado:

$$w = 9.5 \text{ mm}$$

Los cálculos que realizaremos serán:

Calculo de fuerza de transformación:

Para determinar la fuerza que se requiere para el dobléz en U, utilizamos la formula 7:

$$P_U = \frac{k_3 \cdot \sigma_B \cdot t \cdot w}{1000}$$

La longitud de dobléz también es $w = 9.5 \text{ mm}$, sustituyendo los valores en la formula 7, obtenemos.

$$P_U = \frac{k_3 \cdot \sigma_B \cdot t \cdot w}{1000}$$

$$P_U = \frac{(0.4) \cdot (65 \text{ kgf/mm}^2) \cdot (0.5 \text{ mm}) \cdot (9.5 \text{ mm})}{1000} \Rightarrow P_U = 0.12\text{tf}$$

Calculo de fuerza para el cojin:

La fuerza que se requiere para el cojin la calculamos con la formula 8:

$$P_{UB} = \frac{P_U}{4}$$

Por lo que al susstituir en la formula obtenemos:

$$P_{UB} = \frac{P_U}{4}$$

$$P_{UB} = \frac{0.12tf}{4} \Rightarrow P_{UB} = 0.03tf$$

Calculo de la fuerza total:

La fuerza total de la transformación es la suma de las 2 fuerzas calculadas anteriormente, y utilizamos la formula 9:

$$P_T = P_U + P_{UB}$$

Sustituyendo los valores en la formula, obtenemos:

$$P_T = P_U + P_{UB}$$

$$P_T = 0.12tf + 0.03tf \Rightarrow P_T = 0.15tf$$

Calculo de la energía:

Para calcular la energía que se requiere para realizar el dobléz en U, la obtenemos con la formula 10:

$$E_U = P_T \cdot h_U \cdot k_4 \quad [kgf \cdot m]$$

Ahora la longitud del dobléz será de $h_U = 6 \text{ mm}$, por lo tanto si susstituímos los valores en la formula 10, obtenemos:

$$E_U = P_T \cdot h_U \cdot k_4$$

$$E_U = (0.15tf) \cdot (1mm) \cdot (0.6) \Rightarrow E_U = 0.54kgf \cdot m$$

Calculo de Claro adecuado:

Para el caso del proceso de dobléz como lo mencionamos anteriormente, el claro que debe existir entre punzón y matriz será igual al espesor del material:

$$C = t \quad [mm]$$

Por lo tanto el claro que debe de existir entre la matriz y el punzón es:

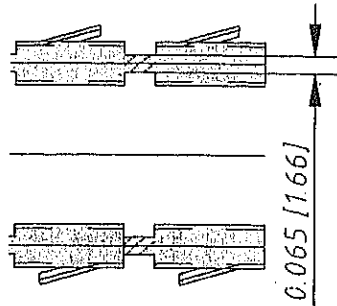
$$C = t \quad [mm]$$

$$C = 0.5mm$$

Estación 15: Vacía.

Estación 16: Corte de la pieza.

En esta estación se realiza el corte para obtener el producto, se utilizan las formulas que se mencionaron anteriormente:



Longitud de corte:

$$l = 4 \cdot 1.7$$

$$l = 6.8 \text{ mm}$$

Tomamos:

$$l = 7 \text{ mm}$$

Los cálculos que realizaremos serán:

Calculo de Fuerza de transformación:

Utilizamos la formula 1:

$$P_s = \frac{l \cdot t \cdot k_s}{1000}$$

Y la longitud de corte será el ancho del puente, por lo tanto: $l = 7 \text{ mm}$

Sustituyendo en la formula 1, obtenemos:

$$P_s = \frac{l \cdot t \cdot k_s}{1000}$$

$$P_s = \frac{(7 \text{ mm}) \cdot (0.5 \text{ mm}) \cdot (52 \text{ kgf/mm}^2)}{1000} \Rightarrow P_s = 0.2 \text{ tf}$$

Calculo de Fuerza del Pisador:

Para la fuerza del pisador utilizamos la formula 2:

$$P_{SB} = \alpha_2 \cdot P_s \quad [\text{tf}]$$

Para nuestro caso utilizamos el coeficiente igual a 0.3 ya que es operación continua, sustituyendo en la formula 2 obtenemos:

$$P_{SB} = \alpha_2 \cdot P_s \quad [\text{tf}]$$

$$P_{SB} = (0.3) \cdot (0.04 \text{ tf}) \Rightarrow P_{SB} = 0.06 \text{ tf}$$

Calculo de la Energía:

La energía que requiere el proceso lo calculamos con la formula 3:

$$E_{ST} = [(P_s \times f_p) + P_{SB}] \times t$$

Para nuestro caso $f_p = 0.5$, por lo tanto:

$$E_{ST} = [(P_s \cdot f_p) + P_{SB}] \cdot t$$

$$E_{ST} = [(0.2) \cdot (0.5) \text{ tf} + 0.06 \text{ tf}] \cdot (0.5 \text{ mm}) \Rightarrow E_{ST} = 0.1 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Calculo de Claro adecuado:

Para saber cual es el claro que debe existir entre matriz y punzón, utilizamos la formula 4:

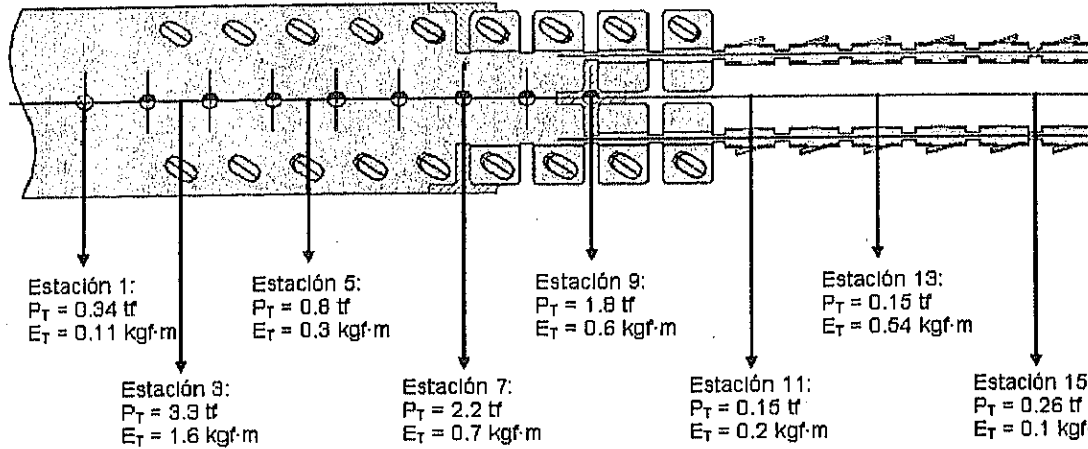
$$C = \left(1 - \frac{e}{t}\right) \cdot t \cdot \tan \theta \quad [mm]$$

Para nuestro caso el valor de $e/t = 0.5$, sustituyendo los valores en la formula 4, obtenemos:

$$C = \left(1 - \frac{e}{t}\right) \cdot t \cdot \tan \theta \quad [mm]$$

$$C = (1 - 0.5) \cdot (0.5mm) \cdot (0.11) \Rightarrow C = 0.027mm$$

Resumen de Cálculos Realizados:



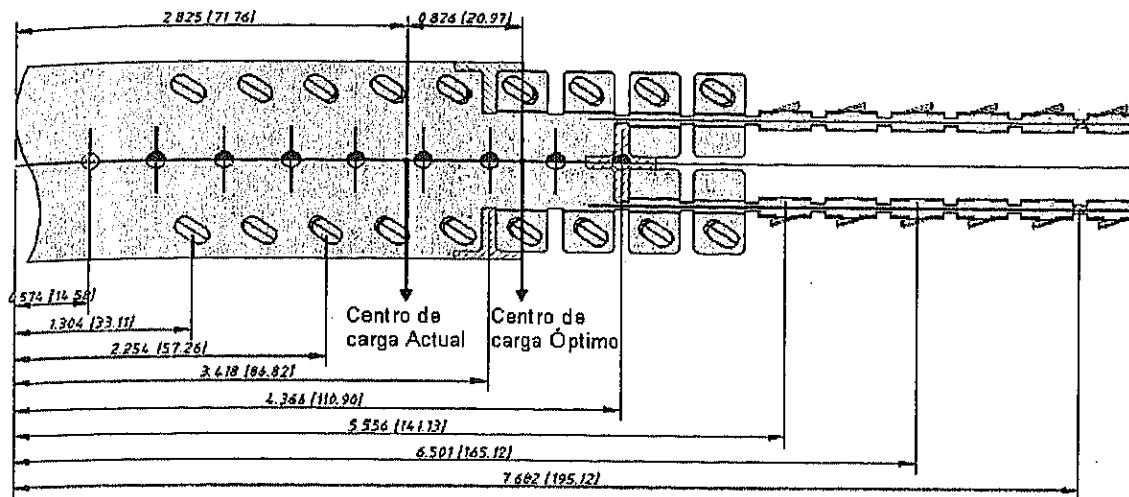
| | Estación 1 | Estación 3 | Estación 5 | Estación 7 | Estación 9 | Estación 11 | Estación 13 | Estación 15 |
|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| Fuerza de Transf. | 0.26 | 3.3 | 0.6 | 1.7 | 1.4 | 0.12 | 0.12 | 0.2 |
| Fuerza de Pisador. | 0.08 | - | 0.2 | 0.5 | 0.4 | 0.03 | 0.03 | 0.06 |
| Fuerza Total | 0.34 | 3.3 | 0.8 | 2.2 | 1.8 | 0.15 | 0.15 | 0.26 |
| Energía de Transf. | 0.11 | 1.6 | 0.3 | 0.7 | 0.6 | 0.2 | 0.5 | 0.1 |
| Claro óptimo | 0.027 | - | 0.027 | 0.027 | 0.027 | 0.5 | 0.5 | 0.027 |

Fuerza Total de Proceso: 9 tf

Energía Total de Proceso: 4 kgf·m

2) Cálculo del centro de carga del herramental:

El centro de carga será:



El análisis de cargas nos arroja que el herramental está ligeramente desbalanceado, el centro de carga se ubica aproximadamente 21 mm a la izquierda del centro de carga óptimo, esto puede provocar problemas ya que se está trabajando la prensa con carga excéntrica.

B) Análisis de Capacidad de Presas:

El producto se fabrica en 2 prensas, una de ellas tiene las siguientes características:

| | | |
|---------------------------|----|---------------------------------|
| Marca de Prensa: | | Niágara PD2 - 35 M |
| Capacidad P | P | 35 Ton. |
| Posición de Cap. Máx. H | H | 1/32 " (0.8 mm) |
| Longitud de Carrera SL | SL | 2.5 " (63.5 mm) |
| Altura del Herramental HD | HD | 13 " (330.2 mm) |
| Ajuste de corredera I | I | 2 " (50.8 mm) |
| Área de Bolster | B | 36 " x 15 " (914.4 mm x 381 mm) |
| Área de Corredera | A | 36 " x 15 " (914.4 mm x 381 mm) |
| Golpes por minuto | nz | 100 - 300 |

1) Cálculo de la energía de la Prensa:

Para realizar el cálculo de la energía que la prensa puede desarrollar vamos a utilizar la siguiente fórmula:

$$E = P \cdot H \quad [kgf \cdot m] \quad (11)$$

Donde :

E = Energía de la Prensa [kgf · m]

P = Capacidad de la Prensa [tf]

H = Posición de la Capacidad Máxima [mm]

Por lo tanto, tomando los valores que se obtuvieron de la placa de datos de la prensa, calculamos su energía:

$$E = P \cdot H \quad [kgf \cdot m]$$

$$E = (35ton)(0.8mm) \Rightarrow E = 28kgf \cdot m$$

$$E = (35\text{ton})(0.8\text{mm}) \Rightarrow E = 28\text{kgf}\cdot\text{m}$$

La segunda prensa donde se fabrica este producto tiene las siguientes características:

| | | | |
|---------------------------|-------------------------|-------------|-----------------------|
| Marca de Prensa: | Nágara SA2 30 - 24 - 18 | | |
| Capacidad P | P | 30 Ton. | |
| Posición de Cap. Máx. H | H | 1/16 " | (1.5 mm) |
| Longitud de Carrera SL | SL | 2 " | (50,8 mm) |
| Altura del Herramental HD | HD | 10 1/2 " | (266.7 mm) |
| Ajuste de corredera I | i | 2 " | (50,8 mm) |
| Área de Bolster | B | 24 " x 18 " | (609.6 mm x 457.2 mm) |
| Área de Corredera | A | 24 " x 12 " | (609.6 mm x 304.8 mm) |
| Golpes por minuto | nz | 100 - 500 | |

1) Cálculo de la energía de la Prensa:

Utilizamos la fórmula 11 para determinar la energía que la prensa, por lo tanto:

$$E = P \cdot H \quad [\text{kgf} \cdot \text{m}]$$

$$E = (30\text{ton})(1.5\text{mm}) \Rightarrow E = 45\text{kgf}\cdot\text{m}$$

Si comparamos la fuerza y energía que se requiere para realizar el proceso contra los valores que tiene la prensa, tenemos:

| Proceso | Prensa PD2 - 35M | Prensa SA2 30-24-18 |
|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Fuerza Total FT = 9 tf | Cap. de Prensa P = 35 tf | Cap. de Prensa P = 30 tf |
| Energía Total ET = 4 kgf·m | E. de Prensa E = 28 kgf·m | E. de Prensa E = 28 kgf·m |

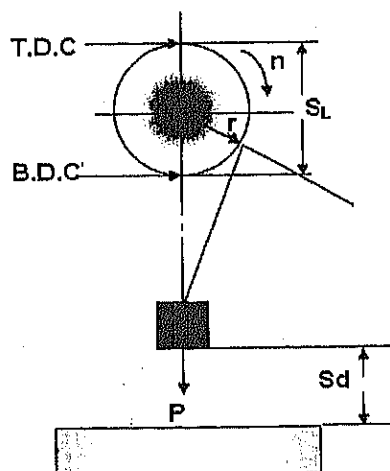
Por lo tanto la prensa donde se está realizando el proceso es correcta en cuestión de capacidad y energía.

2) Velocidad de Transformación:

Ahora realizaremos el cálculo para determinar la velocidad de bajada de la corredera, conocer este valor es muy importante, ya que cada material con el que trabajamos tiene una velocidad límite de transformación, que es la velocidad máxima permitida para transformar el material en forma adecuada, por lo tanto realizaremos el cálculo para saber la velocidad de transformación de la prensa que estamos ocupando.

Teniendo como base los datos que se obtuvieron de la medición de esta prensa, se puede realizar este análisis.

Utilizaremos las siguientes fórmulas:



$$v = \frac{\pi n}{30} S_d \sqrt{\frac{2r}{S_d} - 1} \quad \left[\frac{mm}{s} \right] \quad (12)$$

Donde :

v = Vel. de descenso de la corredera $\left[\frac{mm}{s} \right]$

n = Numero de carreras de corredera $[spm]$

S_d = Posición de la corredera $[mm]$

r = Radio cigueñal de prensa $[mm]$

$$V = \frac{6v}{100} \quad \left[\frac{m}{min} \right] \quad (13)$$

Donde :

V = Vel. de corredera $\left[\frac{m}{min} \right]$

v = Vel. de corredera $\left[\frac{mm}{s} \right]$

Para la prensa Niágara PD2 - 35M

Utilizamos la fórmula 12 y tomamos las condiciones a las que esta trabando la prensa:

$$v = \frac{\pi n}{30} S_d \sqrt{\frac{2r}{S_d} - 1} \quad \left[\frac{mm}{s} \right]$$

Donde :

$$n = 120spm$$

$$S_d = 1.25in (31.75mm)$$

$$r = 1.25in (31.75mm)$$

$$v = \frac{\pi \cdot (120)}{30} \cdot (31.75) \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (31.75)}{31.75} - 1} \Rightarrow v = 399 \frac{mm}{s}$$

Aplicamos la fórmula 13 para transformar el valor a m/min.

$$V = \frac{6v}{100} \quad \left[\frac{m}{min} \right]$$

$$V = \frac{6 \cdot (399)}{100} \Rightarrow V = 24 \frac{m}{min}$$

Para la prensa Niágara SA2 30-24-18

Utilizamos la fórmula 12 y tomamos las condiciones a las que esta trabando la prensa:

$$v = \frac{\pi n}{30} S_d \sqrt{\frac{2r}{S_d} - 1} \quad \left[\frac{mm}{s} \right]$$

Donde :

Donde :

$$n = 120 \text{spm}$$

$$Sd = 1 \text{in} (25.4 \text{mm})$$

$$r = 1 \text{in} (25.4 \text{mm})$$

$$v = \frac{\pi \cdot (120)}{30} \cdot (25.4) \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (25.4)}{25.4} - 1} \Rightarrow v = 319 \text{mm/s}$$

Aplicamos la fórmula 13 para transformar el valor a m/mln.

$$V = \frac{6v}{100} \quad \left[\frac{m}{\text{min}} \right]$$

$$V = \frac{6 \cdot (319)}{100} \Rightarrow V = 19 \text{m/min}$$

| Velocidad Límite para Acero Inoxidable | Velocidad de Prensa PD2 35M | Velocidad de Prensa SA2 30-24-18 |
|--|-----------------------------|----------------------------------|
| $V_{\text{max}} = 12 \text{ m/mln}$ | $V = 24 \text{ m/min}$ | $V = 19 \text{ m/min}$ |

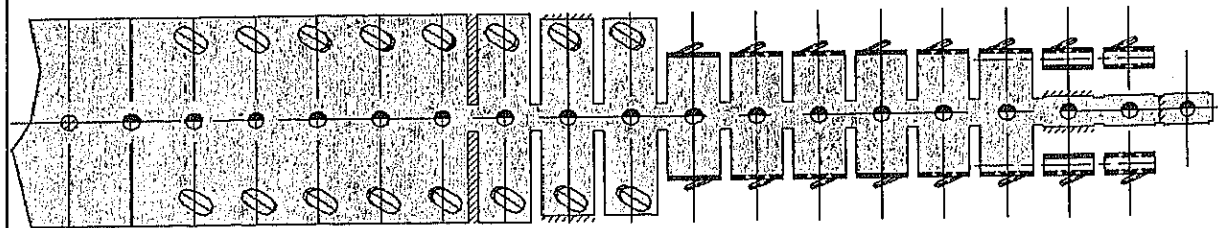
Esta es la velocidad de bajada de la corredera de cada prensa, considerando los factores longitud de carrera y golpes por minuto de la prensa (n y Sd), esta velocidad es muy alta ya que la velocidad de transformación para el acero inoxidable es de 12 m/mln, al estar trabajando en estas condiciones, se pueden presentar productos defectuosos, aunque para nuestro caso específico, como no se realizan procesos muy forzados o difíciles como sería el caso de un embutido un poco profundo o una expansión, el exceder la velocidad no nos está afectando.

Otro factor más que influye en la velocidad de formación son las propiedades mecánicas del material, por ejemplo: Tenemos 2 tipos de acero inoxidable, el acero 1 tiene una resistencia a la tensión de 65 kgf/mm² y el acero 2 tiene una resistencia de 55 kgf/mm², hablando de velocidad de transformación el acero 2 se podría trabajar a una velocidad más alta que el acero 1, ya que es material más suave. Por lo que tendríamos que saber las características mecánicas del material, se considera un valor de 12 m/mln para un acero con 65 kgf/mm².

Si se quiere aumentar la velocidad de la prensa a 150 spm, la velocidad de bajada de la corredera llegaría a 30 m/min, lo cual no es recomendable.

C) Análisis de diseño de tira de Herramental Nuevo:

1) Realizaremos el análisis de la tira del herramental progresivo:



La tira consta de 19 estaciones, las cuales describiremos y analizaremos a continuación:

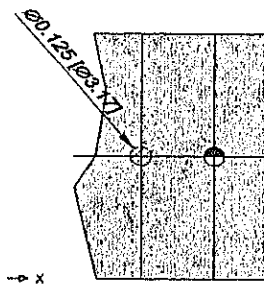
Estación 1: Punzonado.

Estación 2: Vacía.

Estación 3: Formado.

- Estación 4: Vacía.
- Estación 5: Corte de Lengüeta.
- Estación 6: Vacía.
- Estación 7: Corte de Silueta.
- Estación 8: Vacía.
- Estación 9: Corte de Sobrante.
- Estación 10: Vacía.
- Estación 11: Doblar laterales.
- Estación 12: Vacía.
- Estación 13: Vacía.
- Estación 14: Conformar.
- Estación 15: Vacía
- Estación 16: Vacía.
- Estación 17: Cortar pieza y doblado en U
- Estación 18: Vacía.
- Estación 19: Cortar desperdicio.

Estación 1: Punzonado



Longitud de corte:

$$l = 3.1415 \times 3.17$$

$$l = 9.95 \text{ mm}$$

Utilizaremos las mismas formulas para calcular la fuerza y energía de este proceso.

Calculo de Fuerza de transformación:

Utilizamos la siguiente formula 1:

La longitud de corte es: $l = 9.95 \text{ mm}$

Por lo tanto:

$$P_s = \frac{L \cdot t \cdot k_s}{1000}$$

$$P_s = \frac{(9.95\text{mm}) \cdot (0.5\text{mm}) \cdot (52 \text{ kgf/mm}^2)}{1000} \Rightarrow P_s = 0.26\text{tf}$$

Calculo de Fuerza del Pisador:

Utilizamos la siguiente formula 2:

El coeficiente es 0.3 ya que es operación continua, sustituyendo obtenemos::

$$P_{SB} = \alpha_2 \cdot P_s \quad [tf]$$

$$P_{SB} = (0.3) \cdot (0.26\text{tf}) \Rightarrow P_{SB} = 0.08\text{tf}$$

Calculo de la Energía:

Para la energía utilizamos la formula 3:

Si $f_p = 0.5$, por lo tanto:

$$E_{ST} = [(P_s \cdot f_p) + P_{sb}] \cdot t$$

$$E_{ST} = [((0.26) \cdot (0.5))t + 0.08t] \cdot (0.5\text{mm}) \Rightarrow E_{ST} = 0.11\text{kgf/mm}^2$$

Calculo de Claro adecuado:

Para el claro utilizamos la siguiente formula 4:

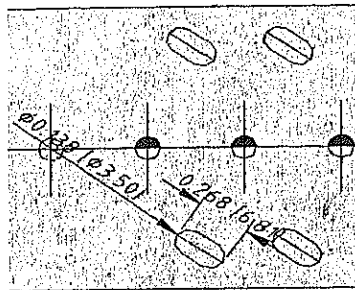
Como el valor de $e/t = 0.5$, obtenemos:

$$C = \left(1 - \frac{e}{t}\right) \cdot t \cdot \tan \theta \quad [\text{mm}]$$

$$C = (1 - 0.5) \cdot (0.5\text{mm}) \cdot (0.11) \Rightarrow C = 0.027\text{mm}$$

Estación 2: Vacía.

Estación 3: Formado / Embutido.



Área Comprimida

$$A_c = 3.5 \times 6.8$$

$$A_c = 23.8$$

$$A_c = 25\text{ mm}^2$$

Calculo de Fuerza de transformación:

Utilizamos la siguiente formula 5:

Ocuparemos $P_y = 65\text{ kgf/mm}^2$ y $A_c = 50\text{ mm}^2$, sustituyendo, obtenemos:

$$P_c = \frac{A_c \cdot k_{fm} \cdot C_e}{1000}$$

$$P_c = \frac{(50\text{mm}^2) \cdot (65\text{kgf/mm}^2)}{1000} \Rightarrow P_c = 3.3\text{tf}$$

Calculo de la energía:

Para la energía utilizamos la formula 6:

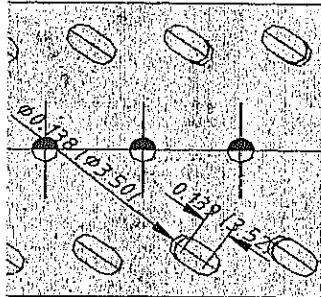
La longitud de carrera de transformación será la altura de formado, la cual es de $h_v = 0.5\text{ mm}$, y el coeficiente lo tomaremos como $C_v = 0.95$, sustituyendo los valores en la formula 6, obtenemos:

$$E_c = P_c \cdot h_v \cdot C_v \quad [\text{kgf} \cdot \text{m}]$$

$$E_c = (3.3\text{tf}) \cdot (0.5\text{mm}) \cdot (0.95) \Rightarrow E_c = 1.6\text{kgf} \cdot \text{m}$$

Estación 4: Vacía.

Estación 5: Corte de Lengüeta.



Longitud de Corte

$$l = 3.5 + 3.5 + 3.5$$

$$l = 10.5 \text{ mm}$$

Tomamos

$$l = 11 \text{ mm}$$

Los cálculos que realizaremos serán:

Calculo de Fuerza de transformación:

Utilizamos nuevamente la formula 1:

La longitud de corte será: $l = 22 \text{ mm}$. Por lo tanto:

$$P_s = \frac{l \cdot t \cdot k_s}{1000}$$

$$P_s = \frac{(22 \text{ mm}) \cdot (0.5 \text{ mm}) \cdot (52 \text{ kgf/mm}^2)}{1000} \Rightarrow P_s = 0.6 \text{ tf}$$

Calculo de Fuerza del Pisador:

Utilizamos la formula 2:

El coeficiente es 0.3, sustituyendo obtenemos:

$$P_{SB} = \alpha_2 \cdot P_s \quad [\text{tf}]$$

$$P_{SB} = (0.3) \cdot (0.6 \text{ tf}) \Rightarrow P_{SB} = 0.2 \text{ tf}$$

Calculo de la Energía:

La energía será:

Como $f_p = 0.5$, por lo tanto:

$$E_{ST} = [(P_s \cdot f_p) + P_{SB}] \cdot t$$

$$E_{ST} = [(0.6) \cdot (0.5) \text{ tf} + 0.2 \text{ tf}] \cdot (0.5 \text{ mm}) \Rightarrow E_{ST} = 0.3 \text{ kgf/mm}^2$$

Calculo de Claro adecuado:

El claro óptimo entre matriz y punzón es:

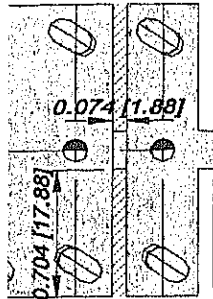
Utilizamos $e/t = 0.5$, por lo tanto:

$$C = \left(1 - \frac{e}{t}\right) \cdot t \cdot \tan \theta \quad [\text{mm}]$$

$$C = (1 - 0.5) \cdot (0.5 \text{ mm}) \cdot (0.11) \Rightarrow C = 0.027 \text{ mm}$$

Estación 6: Vacía.

Estación 7: Corte de Silueta.



Longitud de Corte:

$$l = (2 \times 1.9) + (4 \times 17.9)$$

$$l = 75.4 \text{ mm}$$

Tomamos:

$$l = 76 \text{ mm}$$

Calculo de Fuerza de transformación:

Utilizamos la formula 1:

La longitud de corte es: $l = 76 \text{ mm}$.

$$P_s = \frac{l \cdot t \cdot k_s}{1000}$$

$$P_s = \frac{(76 \text{ mm}) \cdot (0.5 \text{ mm}) \cdot (52 \text{ kgf/mm}^2)}{1000} \Rightarrow P_s = 2 \text{ tf}$$

Calculo de Fuerza del Pisador:

Utilizamos la formula 2:

El coeficiente es 0.3, sustituyendo obtenemos:

$$P_{SB} = \alpha_2 \cdot P_s \quad [\text{tf}]$$

$$P_{SB} = (0.3) \cdot (2 \text{ tf}) \Rightarrow P_{SB} = 0.6 \text{ tf}$$

Calculo de la Energía:

La energía será:

Tomamos $f_p = 0.5$, por lo tanto:

$$E_{ST} = [(P_s \cdot f_p) + P_{SB}] \cdot t$$

$$E_{ST} = [(2) \cdot (0.5) \text{ tf} + 0.6 \text{ tf}] \cdot (0.5 \text{ mm}) \Rightarrow E_{ST} = 0.8 \text{ kgf/mm}^2$$

Calculo de Claro adecuado:

El claro optimo entre matriz y punzón será:

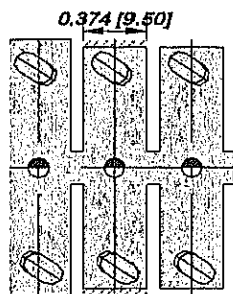
Como $e/t = 0.5$, obtenemos:

$$C = \left(1 - \frac{e}{t}\right) \cdot t \cdot \tan \theta \quad [\text{mm}]$$

$$C = (1 - 0.5) \cdot (0.5 \text{ mm}) \cdot (0.11) \Rightarrow C = 0.027 \text{ mm}$$

Estación 8: Vacía.

Estación 9: Corte de Sobrante.



Longitud de Corte:

$$l = 2 \times 9.5$$

$$l = 19 \text{ mm}$$

Calculo de Fuerza de transformación:

Utilizamos la formula 1:

Y la longitud de corte será: $l = 19 \text{ mm}$, por lo tanto:

$$P_s = \frac{l \cdot t \cdot k_s}{1000}$$

$$P_s = \frac{(19 \text{ mm}) \cdot (0.5 \text{ mm}) \cdot (52 \text{ kgf/mm}^2)}{1000} \Rightarrow P_s = 0.5 \text{ tf}$$

Calculo de Fuerza del Pisador:

Utilizamos la formula 2:

El coeficiente es 0.3 , sustituyendo obtenemos:

$$P_{SB} = \alpha_2 \cdot P_s \quad [\text{tf}]$$

$$P_{SB} = (0.3) \cdot (0.5 \text{ tf}) \Rightarrow P_{SB} = 0.15 \text{ tf}$$

Calculo de la Energía:

La energía será:

Para nuestro caso $f_p = 0.5$, por lo tanto:

$$E_{ST} = [(P_s \cdot f_p) + P_{SB}] \cdot t$$

$$E_{ST} = [((0.5) \cdot (0.5)) \text{ tf} + 0.15 \text{ tf}] \cdot (0.5 \text{ mm}) \Rightarrow E_{ST} = 0.2 \text{ kgf/mm}^2$$

Calculo de Claro adecuado:

Para saber cual es el claro que debe existir entre matriz y punzón, utilizamos la formula 4:

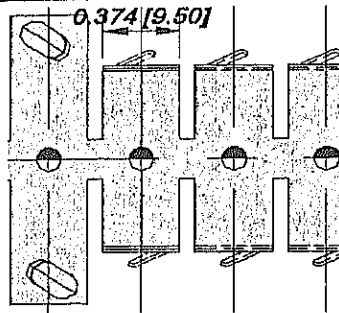
Para nuestro caso el valor de $e/t = 0.5$, sustituyendo en la formula, obtenemos:

$$C = \left(1 - \frac{e}{t}\right) \cdot t \cdot \tan \theta \quad [\text{mm}]$$

$$C = (1 - 0.5) \cdot (0.5 \text{ mm}) \cdot (0.11) \Rightarrow C = 0.027 \text{ mm}$$

Estación 10: Vacía.

Estación 11: Doblar partes laterales.



La longitud de doblado:

$$w = 9.5 \text{ mm}$$

Los cálculos que realizaremos serán para un doblado en L.

Calculo de fuerza de transformación:

Para determinar la fuerza que se requiere para el doblado en L, utilizamos la siguiente formula:

$$P_L = 0.33 \cdot \frac{\sigma_B \cdot w \cdot t^2}{1000 \cdot L} \quad (14)$$

Donde :

P_L = Fuerza de doblado en L [tf]

σ_B = Resistencia a la tensión (acero inox = 65 kgf/mm^2)

w = Longitud de doblado [mm]

t = Espesor del material [mm]

L = Distancia entre el radio de matriz y punzón [mm]

Para la distancia L se tiene la siguiente formula, donde su valor dependerá de los radios que tenga la matriz y el punzón.

$$L = r_1 + r_2 + t \quad (15)$$

Donde :

r_1 = Radio de matriz [mm]

r_2 = Radio de punzón [mm]

t = Espesor de material [mm]

Consideramos $r_1 = r_2 = 1 \text{ mm}$, por lo tanto:

$$L = r_1 + r_2 + t$$

$$L = 1\text{mm} + 1\text{mm} + 0.5\text{mm} \Rightarrow L = 2.5\text{mm}$$

La longitud de doblado es de $w = 9.5 \text{ mm}$, sustituyendo los valores en la formula 14, obtenemos.

$$P_L = \frac{\sigma_B \cdot w \cdot t^2}{1000 \cdot L}$$

$$P_L = \frac{(65 \text{ kgf/mm}^2) \cdot (9.5\text{mm}) \cdot (0.5\text{mm})^2}{1000 \cdot (2.5\text{mm})} \Rightarrow P_L = 0.06\text{tf}$$

Como son 2 partes las que se doblan, tenemos que multiplicar por 2 el valor obtenido, por lo tanto:

$$P_L = 0.12tf$$

Calculo de fuerza para el pisador:

La fuerza que se requiere el pisador será:

$$P_{LB} \geq \frac{P_L}{6} \quad (16)$$

Donde :

$$P_L = \text{Fuerza de doblado en L [tf]}$$

Por lo que al sustituir en la formula obtenemos:

$$P_{LB} \geq \frac{P_L}{6}$$

$$P_{LB} \geq \frac{0.06tf}{6} \Rightarrow P_{LB} \geq 0.01tf$$

Multiplicando por 2 tenemos:

$$P_{LB'} = 0.02tf$$

Calculo de la fuerza total:

La fuerza total de la transformación es la suma de las 2 fuerzas calculadas anteriormente:

$$P_{LT} = P_L + P_{LB'} \quad (17)$$

Donde :

$$P_{LT} = \text{Fuerza total para el doblado en L (tf)}$$

$$P_L = \text{Fuerza para el doblado en L (tf)}$$

$$P_{LB'} = \text{Fuerza del pisador (tf)}$$

Sustituyendo los valores en la formula, obtenemos:

$$P_{LT} = P_L + P_{LB'}$$

$$P_{LT} = 0.12tf + 0.02tf \Rightarrow P_T = 0.14tf$$

Calculo de la energía:

Para calcular la energía que se requiere para realizar el doblado en L, se utiliza la siguiente formula:

$$E_L = P_{LT} \cdot h_L \cdot k_4 \quad [\text{kgf} \cdot \text{m}] \quad (18)$$

Donde :

$$E_L = \text{Energía requerida para el doblado en L [kgf} \cdot \text{m]}$$

$$P_{LT} = \text{Fuerza total requerida para el doblado en L [tf]}$$

$$h_L = \text{Longitud de carrera para la transformación [mm]}$$

$$k_4 = \text{Coeficiente } (k_4 = 0.6)$$

La longitud del doblado será de $h_u = 2mm$, por lo tanto si sustituimos los valores en la formula 18, obtenemos:

$$E_U = P_T \cdot h_u^1 \cdot k_A$$
$$E_U = (0.14tf) \cdot (2mm) \cdot (0.6) \Rightarrow E_U = 0.17kgf \cdot m$$

Calculo de Claro adecuado:

Para el caso del proceso de doblado el claro que debe existir entre punzón y matriz lo definiremos igual al espesor del material, es decir:

Por lo tanto el claro que debe de existir entre la matriz y el punzón es:

$$C = t \quad [mm]$$

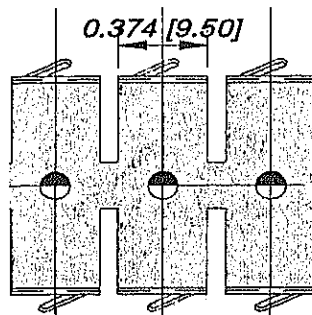
$$C = 0.5mm$$

Estación 12: Vacía

Estación 13: Vacía

Estación 14: Conformado.

Conformado de doblado en L.



Longitud de doblado:

$$w = 9.5 \text{ mm}$$

Los cálculos que realizaremos serán:

Calculo de fuerza de transformación:

En esta parte como se utiliza un sistema de levas para lograr el conformado del doblado en L, vamos a considerar que la fuerza que estarán aplicando las levas para lograr el conformado será la misma que se utiliza para realizar el formado en u del proceso anterior, por lo que la fuerza que se requiere para el conformado será:

$$P_U = 0.12tf$$

Calculo de fuerza para el Pisador:

La fuerza que se requiere el pisador será:

$$P_{UB} \geq \frac{P_U}{6}$$

$$P_{UB} \geq \frac{0.12tf}{6} \Rightarrow P_{UB} \geq 0.02tf$$

Calculo de la fuerza total:

La fuerza total de la transformación es la suma de las 2 fuerzas calculadas anteriormente:

$$P_{UT} = P_U + P_{UB}$$

$$P_{UT} = 0.12tf + 0.02tf \Rightarrow P_{UT} = 0.14tf$$

Calculo de la energía:

La longitud del doblado será de $h_u = 3 \text{ mm}$, por lo tanto si sustituimos los valores en la formula, obtenemos:

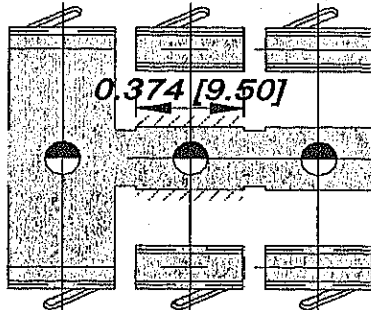
$$E_U = P_{UT} \cdot h_U \cdot k_4$$

$$E_U = (0.14tf) \cdot (3mm) \cdot (0.6) \Rightarrow E_U = 0.25kgf \cdot m$$

Estación 15: Vacía.

Estación 16: Vacía.

Estación 17: Cortar pieza y doblado en U.



Longitud de corte:

$$l = 9.5 \times 2$$

$$l = 19 \text{ mm}$$

Longitud de doblado:

$$w = 9.5 \text{ mm}$$

Los cálculos que realizaremos serán:

Para proceso de corte:

Calculo de Fuerza de transformación:

Utilizamos la formula 1:

$$P_s = \frac{l \cdot t \cdot k_s}{1000}$$

La longitud de corte es: $l = 19 \text{ mm}$ para ambas piezas.

Sustituyendo en la formula 1, obtenemos:

$$P_s = \frac{l \cdot t \cdot k_s}{1000}$$

$$P_s = \frac{(19mm) \cdot (0.5mm) \cdot (52 \text{ kgf/mm}^2)}{1000} \Rightarrow P_s = 0.5tf$$

Calculo de Fuerza del Pisador:

Utilizamos la formula 2:

El coeficiente es 0.3, sustituyendo obtenemos:

$$P_{SB} = \alpha_2 \cdot P_S \quad [tf]$$

$$P_{SB} = (0.3) \cdot (0.5tf) \Rightarrow P_{SB} = 0.15tf$$

Calculo de la Energía:

La energía será:

Para nuestro caso $f_p = 0.5$, por lo tanto:

$$E_{ST} = [(P_S \cdot f_p) + P_{SB}] \cdot t$$

$$E_{ST} = [(0.5) \cdot (0.5)tf + 0.15tf] \cdot (0.5mm) \Rightarrow E_{ST} = 0.2kgf/mm^2$$

Calculo de Claro adecuado:

Para saber cual es el claro que debe existir entre matriz y punzón, utilizamos la formula 4:

Para nuestro caso el valor de $e/t = 0.5$, sustituyendo en la formula, obtenemos:

Para nuestro caso el valor de $e/t = 0.5$, sustituyendo los valores en la formula 4, obtenemos:

$$C = \left(1 - \frac{e}{t}\right) \cdot t \cdot \tan \theta \quad [mm]$$

$$C = (1 - 0.5) \cdot (0.5mm) \cdot (0.11) \Rightarrow C = 0.027mm$$

Para el proceso de dobléz:

Calculo de fuerza de transformación:

Para determinar la fuerza utilizamos la formula 14:

Consideramos $r_1 = r_2 = 1mm$, por lo tanto:

$$L = r_1 + r_2 + t$$

$$L = 1mm + 1mm + 0.5mm \Rightarrow L = 2.5mm$$

La longitud de dobléz es de $w = 9.5mm$, sustituyendo, obtenemos.

$$P_L = \frac{\sigma_B \cdot w \cdot t^2}{1000 \cdot L}$$

$$P_L = \frac{(65kgf/mm^2) \cdot (9.5mm) \cdot (0.5mm)^2}{1000 \cdot (2.5mm)} \Rightarrow P_L = 0.06tf$$

Como se realizan el dobléz en 2 partes, la fuerza será:

$$P_L = 0.12tf$$

Calculo de fuerza para el pisador:

La fuerza que se requiere el pisador será:

$$P_{LB} \geq \frac{P_L}{6}$$

$$P_{LB} \geq \frac{0.06tf}{6} \Rightarrow P_{LB} \geq 0.01tf$$

También multiplicamos por 2, por lo tanto tenemos:

$$P_{LB'} = 0.02tf$$

Calculo de la fuerza total:

La fuerza total de la transformación es la suma de las 2 fuerzas calculadas anteriormente:

Sustituyendo los valores en la formula, obtenemos:

$$P_{LT} = P_L + P_{LB'}$$

$$P_{LT} = 0.12tf + 0.02tf \Rightarrow P_T = 0.14tf$$

Calculo de la energía:

Para calcular la energía, se utiliza la formula 18:

La longitud del dobléz será de $h_u = 4mm$, con lo cual obtenemos:

$$E_U = P_T \cdot h_U \cdot k_A$$

$$E_U = (0.14tf) \cdot (4mm) \cdot (0.6) \Rightarrow E_U = 0.34kgf \cdot m$$

Calculo de Claro adecuado:

Para el caso del proceso de dobléz el claro que debe existir entre punzón y matriz lo definimos igual al espesor del material, es decir:

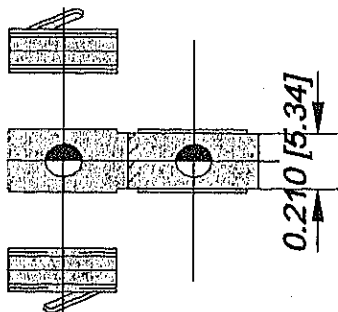
Por lo tanto el claro que debe de existir entre la matriz y el punzón es:

$$C = t \quad [mm]$$

$$C = 0.5mm$$

Estación 18: Vacía.

Estación 19: Cortar Desperdió.



Longitud de Corte:

$$l = 5.3 \text{ mm}$$

Calculo de Fuerza de transformación:

Utilizamos la formula 1:

La longitud de corte es: $l = 5.3 \text{ mm}$, por lo tanto:

$$P_s = \frac{l \cdot t \cdot k_s}{1000}$$

$$P_s = \frac{(5.3 \text{ mm}) \cdot (0.5 \text{ mm}) \cdot (52 \text{ kgf/mm}^2)}{1000} \Rightarrow P_s = 0.14 \text{ tf}$$

Calculo de Fuerza del Pisador:

Utilizamos la formula 2:

El coeficiente es 0.3, sustituyendo obtenemos:

$$P_{SB} = \alpha_2 \cdot P_s \quad [\text{tf}]$$

$$P_{SB} = (0.3) \cdot (0.14 \text{ tf}) \Rightarrow P_{SB} = 0.04 \text{ tf}$$

Calculo de la Energía:

La energía será:

Para nuestro caso $f_p = 0.5$, por lo tanto:

$$E_{ST} = [(P_s \cdot f_p) + P_{SB}] \cdot t$$

$$E_{ST} = [(0.14) \cdot (0.5) \text{ tf} + 0.04 \text{ tf}] \cdot (0.5 \text{ mm}) \Rightarrow E_{ST} = 0.06 \text{ kgf/mm}^2$$

Calculo de Claro adecuado:

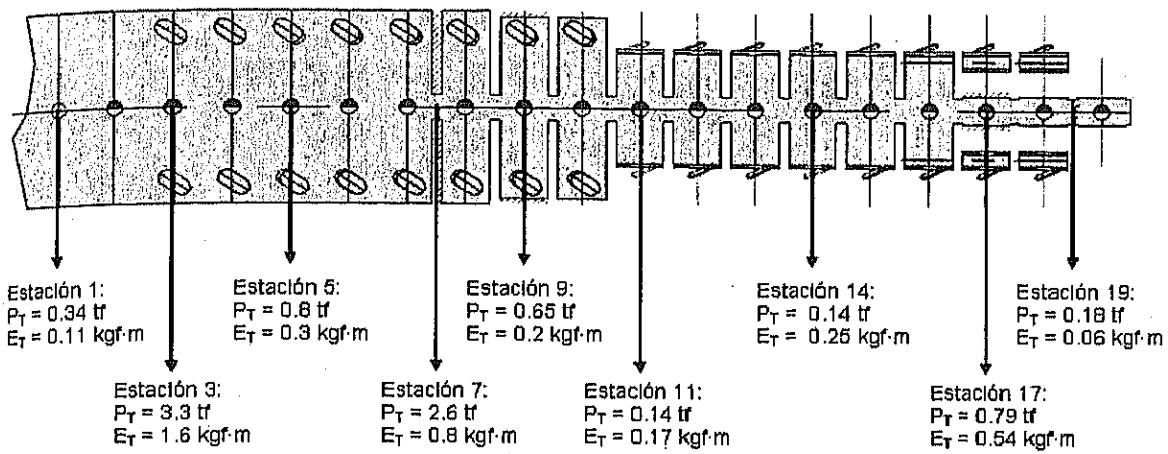
Para saber cual es el claro que debe existir entre matriz y punzón, utilizamos la formula 4:

Para nuestro caso el valor de $e/t = 0.5$, sustituyendo en la formula, obtenemos:

$$C = \left(1 - \frac{e}{t}\right) \cdot t \cdot \tan \theta \quad [\text{mm}]$$

$$C = (1 - 0.5) \cdot (0.5 \text{ mm}) \cdot (0.11) \Rightarrow C = 0.027 \text{ mm}$$

Resumen de Cálculos Realizados:



| | Fuerza de Transf. | Fuerza de Pisador. | Fuerza Total | Energía de Transf. | Claro Optimo |
|--|-------------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------|
| Estación 1: Punzonado. | 0.26 | 0.08 | 0.34 | 0.11 | 0.027 |
| Estación 3: Formado / Embutido. | 3.3 | — | 3.3 | 1.6 | — |
| Estación 5: Corte de Lengüeta. | 0.6 | 0.2 | 0.8 | 0.3 | 0.027 |
| Estación 7: Corte de Silueta. | 2 | 0.6 | 2.6 | 0.8 | 0.027 |
| Estación 9: Corte de Sobrante. | 0.5 | 0.15 | 0.65 | 0.2 | 0.027 |
| Estación 11: Doblar Laterales. | 0.12 | 0.02 | 0.14 | 0.17 | 0.5 |
| Estación 14: Conformar. | 0.12 | 0.02 | 0.14 | 0.25 | — |
| Estación 17: Cortar pza y dobléz en U. | 0.5 | 0.15 | 0.65 | 0.2 | 0.027 |
| Estación 19: Cortar Desperdicio. | 0.14 | 0.04 | 0.18 | 0.06 | 0.027 |

Fuerza Total de Proceso: 9 tf

Energía Total de Proceso: 4 kgf·m

Considerando que este herramental también se montara en la misma prensa.

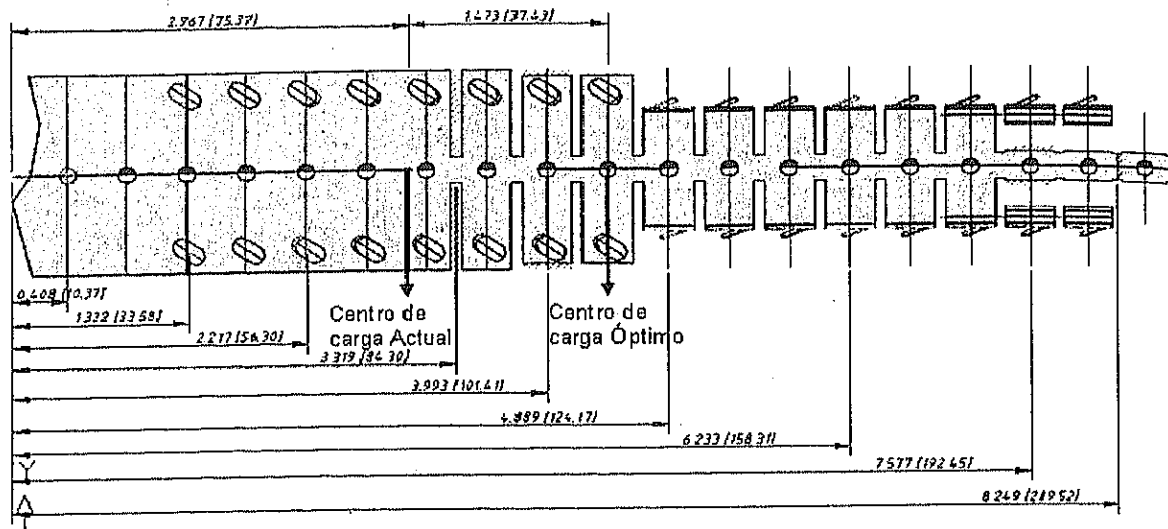
Comparando la fuerza y energía que se requiere para realizar el proceso contra los valores que tiene la prensa, obtenemos:

| Proceso | Prensa PD2 - 35M | Prensa SA2 30-24-18 |
|--|---|---|
| Fuerza Total FT = 9 tf Energía Total ET = 4 kgf·m | Cap. de Prensa P = 35 tf E. de Prensa E = 28 kgf·m | Cap. de Prensa P = 30 tf E. de Prensa E = 28 kgf·m |

Por lo tanto la prensa donde se está realizando el proceso es correcta en cuestión de capacidad y energía.

2) Calculo del centro de carga del herramental:

El centro de carga será:



El análisis de cargas nos arroja que el herramental no se encuentra balanceado, el centro de carga se ubica aproximadamente 37 mm a la izquierda del centro de carga óptimo, esto puede provocar problemas ya que se está trabajando la prensa con carga excéntrica.

Recomendaciones a Implementar

Diseño de tira actual:

- 1) En cuestión de fuerzas en el herramental solamente se tendrían que verificar las fuerzas de pisado en las estaciones donde se requieren, es decir verificar resortes en el herramental.
- 2) Con respecto al calculo del centro de carga, resultado que el herramental esta un poco desbalanceado, al trabajar en esta condición, pueden resultar problemas tales como despostillamiento en los punzones o matrices, y además se pueden dañar las guías de la prensa ya que estamos forzándolas. Para este caso se recomienda que al montar el herramental en la prensa se haga coincidir el centro de carga del herramental con el centro de la corredera.
- 3) Por último se realizaron cálculos de la velocidad de bajada de la corredera, para el material que estamos trabajando que es acero inoxidable la velocidad máxima es de 12 m/min, la prensa esta superando esta valor, cuando se trabaja por arriba de la velocidad límite de los materiales lo que ocurre es que cuesta mucho trabajo sacar productos buenos, ya que se presentan defectos principalmente en procesos de embutido o dobleces complicados. La velocidad de formación involucra directamente los golpes por minuto y la carrera de la prensa, que son los factores que tendríamos que modificar para lograr la velocidad de formación adecuada. Por los tipos de proceso que se realizan en la tira que analizamos esta condición al parecer no afecta demasiado ya que no se realizan proceso donde se adelgace el material.
- 4) Parte del problema del despostillamiento de los punzones se puede deber también a la placa del die set inferior que tiene un espesor según plano de 28 mm, por lo general es de 50 mm. Esta Placa se puede estar flexionando por falta de rigidez. También tiene que ver el tamaño del barreno de la sufridera. Mientras mayor es el tamaño del mismo, mayor deformación se ocasiona en el die set durante la transformación.
- 5) En relación con la prensa utilizada, 2 1/2" de carrera son demasiado largas para fabricar este producto en serie. Para producir un alto volumen es mejor que la longitud de carrera sea corta, siendo la longitud optima unos 38 mm. Hay un poco de incertidumbre en como se comporte tanto la prensa como el herramental a los 300 spm con los 63.5 mm de carrera, por lo que se recomienda que la velocidad máxima a la que se trabaje sea de 200 spm.
- 6) Al observar la estructura del herramental vemos que se utilizan bujes embalados como guía de la placa del separador. Sin embargo es mejor utilizar bujes sencillos como guía del separador.
- 7) Es recomendable utilizar bujes embalados para el die set y aplicar el sistema de guía compuesto por 4 postes auxiliares para el punzón, el separador y la placa matriz.

Diseño de tira nuevo:

- 1) En cuestión de fuerzas en el herramental al igual que el diseño anterior, solamente se tendrían que verificar las fuerzas de pisado en las estaciones donde se requieren, es decir verificar resortes en el herramental.
- 2) Con respecto al calculo del centro de carga, resultado que el herramental también esta desbalanceado, se pueden presentar despostillamiento en punzones o matrices, además de dañar las guías de la prensa. Para este caso se recomienda que al montar el herramental en la prensa se haga coincidir el centro de carga del herramental con el centro de la correa.
- 3) En cuestión de velocidad de formado de la prensa, es el mismo caso, la velocidad límite para este tipo de material se esta excediendo y podría provocar problemas o defectos en el material.
- 4) En la estación No. 17 Corte y doblé en "U" se debe tener cuidado al dimensionar la parte de la matriz que actúa como soporte para la pieza, esta parte quedara de un espesor muy delgado y sufrirá dos esfuerzos, el de corte de la pieza y el de doblé de la parte cortada de modo que si se realizan las 2 operaciones al mismo tiempo, se puede fracturar esta parte.
- 5) Se recomienda que el punzón se fabrique de tal manera que primero se realice la operación de corte y después la de doblado.

Resultados:

Se han implementado algunas de las recomendaciones propuestas en este reporte, con esto se ha eliminado el despostillamiento de punzones. Sin embargo las modificaciones en cuanto al rediseño del herramental aún están en espera, ya que no es posible para la producción de la pieza.

- a) Tasa de defectos de producto después de asesoría: 1 %
- b) Productividad de la Empresa:
 Número de Empleados (para este producto): 1 persona/turno
 Venta Mensual: 9,000,000 piezas/mes

Retroalimentación hecha por la empresa:

La empresa Resortes y Partes solamente realizo el diseño del herramental y quedo pendiente la fabricación del mismo.

Comentarios sobre asesoría de CIDESI

La empresa Resortes y Partes agradece a CIDESI la asesoría brindada y se muestra muy interesada en seguir trabajando con CIDESI.

| Temas de Estudio | Referencia |
|--|---|
| Calculo de capacidad de prensa, Cálculos de transformaciones (Punzonado, corte, doblé en U y L, Formado) | Cap. 1 Condición dinámica del estampado y troquelado. Cap. 2 Calculo de la capacidad de transformación del estampado y troquelado. Del segundo periodo, impartido por el Ing. Kurihara |

Lecciones Aprendidas

Calculo de capacidades de cada proceso que conforman un herramental progresivo, así como realizar el balanceo de cargas del mismo.

Seguimiento al Producto

| Ventanilla | Planta | Fecha |
|------------|--------|------------|
| | 1 | 28/07/2008 |
| | | |
| | | |
| | 1 | Total |

Informe escrito por: Ing. José Rulz Luna

CIERRE DE PROYECTO

| Participantes | | |
|-------------------------------|---|--|
| Empresa | Expertos | CIDESI |
| Ing. Juan R. Franco Carrillo. | Ing. Shohachi Kurihara Ing. Shuichi Kurozumí | Ing. Saúl Rubio Rodríguez Ing. Ariel Dorantes Campuzano. Ing. José Ruiz Luna |

| Balance de Asesoría | | | | |
|--------------------------------------|-------|---------------------|-------|-------|
| Descripción | Horas | Diseño/ Fabricación | Costo | Total |
| CIDESI | | | | |
| Tiempo de asesoría de Expertos | | | | |
| 1) Ing. | NA | | | |
| 2) Ing. | NA | | | |
| 3) Ing. | NA | | | |
| Tiempo de asesoría de Contraparte | | | | |
| 1) Ing. Saúl Rubio R. | 3 | | | |
| 2) Ing. Ariel Dorantes C. | 3 | | | |
| 3) Ing. José Ruiz L. | 3 | | | |
| Empresa: | | | | |
| Fabricación de piezas o dispositivos | | | | |
| 1) | NA | | | |
| 2) | NA | | | |
| 3) | NA | | | |
| Implementación de cambios | NA | | | |
| Prueba de Materiales | NA | | | |
| Viáticos de visita | | | | |

Total:

Ing. Juan R. Franco Carrillo

Empresa

Ing. Ariel Dorantes Campuzano

CIDESI

Firmas de Conformidad

Anexo-12

Ejemplo de invitación al seminario técnico

Tienen el honor de invitar a su

5to Seminario de Estampado y Troquelado Metálico

6 y 7 de Noviembre de 2008

Querétaro, Qro.

DIRIGIDO A LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS DEDICADAS A:

- ESTAMPADO Y TROQUELADO EN LÁMINA.
- DISEÑO y/o FABRICACIÓN DE TROQUELES.

6 de Noviembre

RECEPCIÓN Y REGISTRO 8:30 a 9:00

1er. TEMA

Imparte:

M. C. Irma Morán

M. C. en Ingeniería Industrial, con experiencia en consultoría para la administración de la producción, actualmente participa en el proyecto de transferencia de tecnología en estampado y troquelado metálico, resultado del convenio de cooperación técnica entre México y Japón.

■ "Puntos clave para la reducción del costo"

9:00 a 09:45

■ Preguntas y respuestas

09:45 a 10:00

2do. TEMA

Imparte:

Dr. Alfredo Manzo

Doctor en diseño mecánico, con experiencia en análisis de equipo mediante elemento finito, acumula períodos en el proyecto de transferencia de tecnología de estampado y troquelado metálico, resultado del convenio de cooperación técnica entre México y Japón.

■ "Embutido rectangular y frenos"

10:00 a 11:00

El embutido rectangular es una transformación común por lo cual es importante conocer y aplicar los cálculos necesarios para su aplicación, así como tener en cuenta consideraciones adicionales en este proceso.

■ Preguntas y respuestas

11:00 a 11:16

3er. TEMA

Imparte:

Ing. Koyu Shimizu

Ingeniero especializado por el Gobierno de Japón. Después de haber trabajado en la escuela más reconocida de producción y estampado ACME Institute Technology, ha dedicado más de 25 años en diseño y fabricación de metales. Ha impartido diversos cursos sobre el tema y ha participado en conferencias internacionales.

■ "No conformidad en las herramientas y su mantenimiento"

11:15 a 12:45

Problemas comunes de los diversos tipos de herramienta, el mantenimiento y manejo seguro del herramienta.

■ Preguntas y respuestas

12:45 a 13:00

Sede

COESI
Av. Playa Rie de la Cuesta No. 702
Desarrollo San Pablo, C.P. 78130
Ciudad de Querétaro, Qro.
México

Confirmar asistencia con
Rosa Espinola Martínez
respalda@coesi.mx
Teléfono:
01 (442) 2 11 98 08
2 11 98 00 exts. 1928, 1950
y 1958
Llame sin costo 01 800 552 2040

Cupo limitado 100 personas
SIN COSTO

Tienen el honor de invitar a su

5to Seminario de Estampado y Troquelado Metálico

6 y 7 de Noviembre de 2002

Querétaro, Qro.

DIRIGIDO A LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS DEDICADAS A:

- ESTAMPADO Y TROQUELADO EN LÁMINA.
- DISEÑO y/o FABRICACIÓN DE TROQUELES.

7 de Noviembre

RECEPCIÓN
Y REGISTRO 8:30 a 9:00

1er. TEMA

Imparte:

Ing. Norio Nakamura

Trabajó durante 30 años en la ensambladora automotriz HONDA y se dedicó al diseño de herramientas, desarrollo de nuevas máquinas para estampado y troquelado (registro de 15 patentes), al perfeccionamiento y promoción de la tecnología para establecer una nueva planta en Inglaterra y al asesorar y promover la reforma constructora de la producción de los proveedores del primer nivel (Tier 1).
Estos últimos diez años se ha dedicado a asesorar las PYMES nacionales e internacionales principalmente en la materia de DDC.

• "Casos reales de reducción del costo"

9:00 a 10:00

• Preguntas y respuestas

10:00 a 10:15

2do. TEMA

Imparte:

Ing. Ariel Dorantes

Ingeniero mecánico con experiencia en diseño de estaciones y líneas automáticas para la industria automotriz y electrodoméstica, actualmente participa en el proyecto de transferencia de tecnología de estampado y troquelado llevada a cabo por el convenio de cooperación técnica entre México y Japón.

• "Expansión y burring"

10:15 a 11:15

La expansión es un proceso no muy difundido y comúnmente confundido con embudo, para este proceso existen consideraciones especiales y detalladas por lo cual se recomienda conocerlas para utilizarlas en el piso de producción.

• Preguntas y respuestas

11:15 a 11:30

3er. TEMA

Imparte:

Ing. Shoichi Kurihara

Licenciado y profesor en la facultad de ingeniería en el área de estampado y troquelado.
Ha dedicado más de 20 años a la asesoría y capacitación de más de 2000 empresas para su crecimiento.

• "Estampado y troquelado inteligente"

11:30 a 13:00

Obtener los conocimientos sobre la relación entre el trabajo de estampado y troquelado así como las características del material con el objetivo de mejorar la calidad y la precisión del producto.

• Preguntas y respuestas

13:00 a 13:15

Sede

COESI
Av. Reyes Pá de la Cuesta No. 705
Querétaro San Pablo, Q.P. 76130
Querétaro de Querétaro, Qro.
México

Continuar asistencia con
Rafael Roldán Morano
rrolan@coesi.mx
Teléfono
01 (442) 2 11 56 06
o 11 56 00 exts. 1263, 1260
y 1265
Línea sin costo 01 800 002 2040

Cupo limitado 100 personas
SIN COSTO