

CAPITULO 9

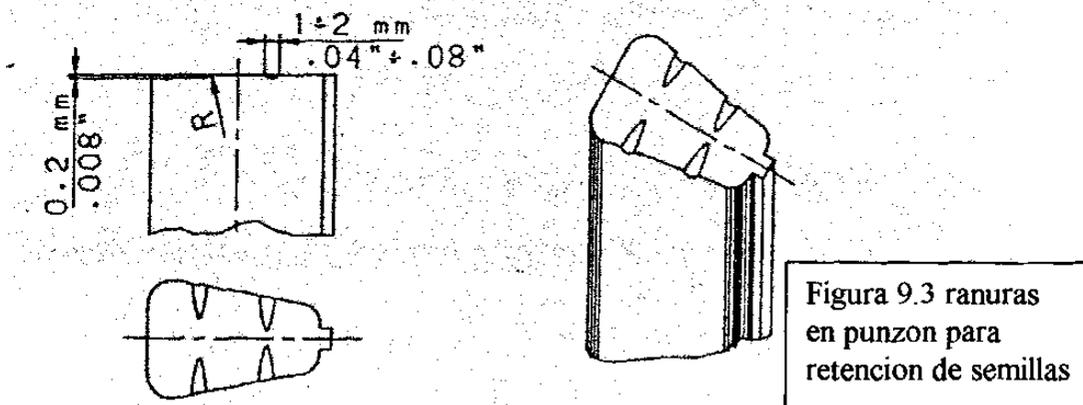
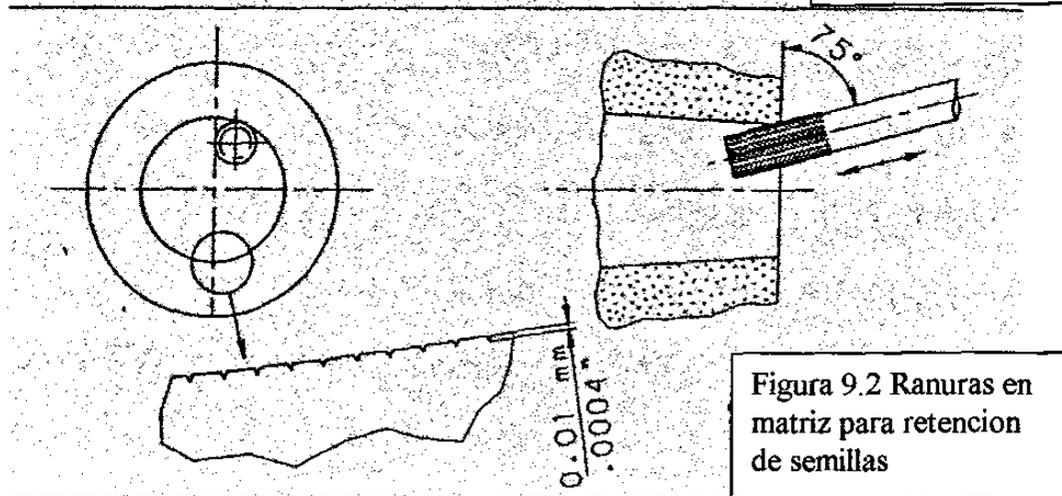
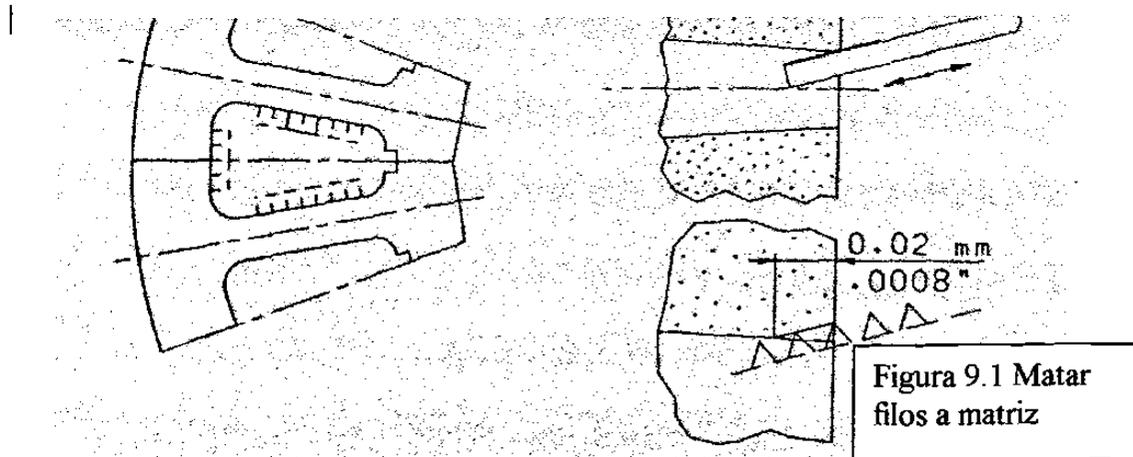
RETENCION DE DESPERDICIO

Uno de los principales problemas que se presentan en troqueles de laminación es cuando el desperdicio o semilla es jalado hacia afuera de la matriz, por la parte superior, cuando esto sucede la semilla se alojara entre el material y las matrices, cuando el troquel vuelve a dar un golpe los punzones perforaran el material de trabajo mas el espesor de la rebaba, esto ocasiona sobre esfuerzo en los elementos cortantes, a su vez este sobre esfuerzo ocasiona fracturas o daños en matrices y punzones. Este problema es la principal causa de despostilladuras en troqueles de laminación. La razón por las que las semillas son jaladas hacia afuera son diversas, esto puede ser producto de variación en las propiedades mecánicas del material de trabajo, puede ser debido a exceso de lubricante, o a la penetración del punzón. A continuación enlistare las principales soluciones que pueden aplicarse para solucionar este problema. ^{6 y 4}

- 1) La compañía Oberg estandarizo un proceso en el cual las matrices son fabricadas con una muesca helicoidal a lo largo de la pared interior de la matriz, esta muesca ayuda a mantener la semilla atrapada dentro de la matriz. Como este proceso es exclusivo de Oberg se deberán comprar con ellos estas matrices si se quiere aplicar esta solución.

- 2) No se debe eliminar por completo el desgaste de la matriz al rectificar, esto genera rebaba muy pequeña alrededor de la semilla, la cual ocasiona que la semilla se amarre contra la matriz evitando que pueda ser jalada hacia afuera, si al rectificar se elimino todo el desgaste de la matriz, se debe de matar el filo alrededor del perímetro de corte de la matriz, de igual forma esto producirá algo de rebaba en la semilla facilitando que la misma se sujeta a la matriz. En la figura 9.1 se muestra la forma correcta de hacer esta operación, se utiliza una lima de diamante D46 de acuerdo a la norma DIN.

Esta operación es muy delicada, se requiere de experiencia y habilidad, ya que si el filo se redondea demasiado, la rebaba que se genere puede ocasionar que el agujero este fuera de especificaciones desde el punto de vista dimensional, o que la misma rebaba



sea mayor al límite aceptado. Como se muestra en la figura, el radio producido en esta operación no debe ser mayor a $0.008''$. Como la operación es manual, es muy difícil controlar esta dimensión, es por esto que se requiere de gran habilidad y experiencia para desarrollar este trabajo. Además esta operación reduce la vida de la matriz y se tendrá que afilar con mayor frecuencia, sobre todo cuando esta operación no fue realizada en la forma correcta.

3) Si la operación de matar el filo de la matriz no funciona, se puede utilizar otro método, esto es hacer ranuras sobre la cara de corte del punzón y en el perímetro de corte de la matriz. Al igual que en el método anterior, se generan rebabas en la semilla, producto de las ranuras en la cara del punzón. Estas rebabas generaran la fuerza de retención necesaria. En la figura 9.2 se muestra el proceso de hacer ranuras en la matriz y en la figura 9.3 se muestra el mismo proceso realizado en el punzón. Las rebabas generadas mediante este proceso pueden ser mayores a las producidas mediante el proceso de matar filos. Este proceso se recomienda hacer principalmente en troqueles cuya vida ya esta muy limitada, y en áreas de corte donde las tolerancias dimensionales y las rebabas no son críticas, como son el punzonado de ranuras de rotor y estator.

4) Utilizar desahogo tipo abocardado en lugar de cónico. Esta solución no es aplicable a troqueles de laminación, ya que como se comento en estos troqueles el desahogo es cónico a todo lo largo de la matriz debido al espesor del material.

5) Incrementar la penetración del punzón, esto puede funcionar en ambos sentidos, puede ayudar a mantener la semilla dentro de la matriz o puede crear un efecto pistón jalando la semilla hacia afuera. En la practica se puede probar con mayor penetración del punzón, si el efecto es en contra, se debe probar con menor penetración.

6) se puede probar utilizando menor cantidad de lubricante en la tira, una cantidad excesiva de lubricante ocasiona que la semilla se adhiera a la cara del punzón y que sea jalada hacia afuera. Esta operación también es delicada, debe hacerse con bastante cuidado, ya que al utilizar menor cantidad de lubricante en la tira se puede generar mayor desgaste en punzones y matrices, esto afecta la vida del troquel y ocasiona que se tenga que rectificar de manera mas frecuente. La cantidad de lubricante debe restringirse solo en la cara superior del material de trabajo, ya que es esta la que esta en contacto con la cara del punzón. La lubricación en la parte inferior debe permanecer normal para evitar mayores desgastes en las matrices.

7) Utilizar micro soldadura en el interior de la matriz. Esta debe ser aplicada con un equipo especial el cual utiliza un electrodo de carburo para depositar pequeñas cantidades de material en la matriz, esto ayuda a que la semilla se adhiera al interior de la matriz. El problema de esta aplicación es que si la prensa no es de gran abertura, el trabajo se tiene que realizar en el taller.

8) Reducir la tolerancia de corte de 10% a 5%. Esto limitara la vida de la matriz e incrementara la frecuencia de rectificado.

9) Utilizar pernos expulsores de rebaba. Se debe asegurar que este perno no se extiende demasiado afuera del punzón o que la presión del resorte es excesiva, esto puede ocasionar que el perno se doble y puede dañar al punzón. Además cuando la fuerza de estos pernos expulsores es demasiada pueden interferir con la operación de centrado de los pilotos del troquel. En la figura 9.4 se muestra esta aplicación. La única limitación de este procedimiento es que esta limitado por el tamaño del punzón, en dimensiones muy pequeñas no se puede utilizar, cuando así se hace los pernos fallan muy seguido.

10) Otra solución es utilizar aire comprimido. Esto funciona de manera similar al ejemplo anterior, la única diferencia es que en lugar del expulsor, se dispara un chorro de aire comprimido a través del punzón. Esta solución es efectiva sobre todo en troqueles nuevos, pero cuando la vida del troquel está por debajo del 50%, esta solución puede actuar de manera contraria, ya que la tolerancia de corte en este punto de la vida del troquel es muy grande, el aire ocasionará una turbulencia dentro de la matriz que puede hacer que la rebaba se expulsa hacia arriba.

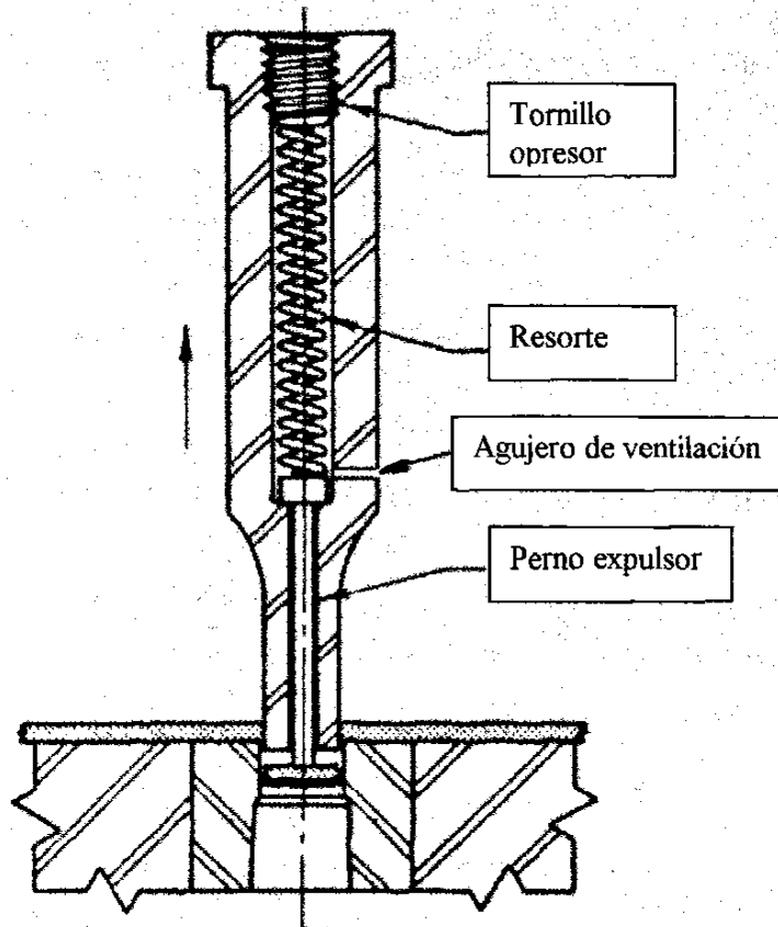


Figura 9.4 Punzón con perno expulsor de semilla

CAPITULO 10

OPERACIÓN DEL TROQUEL

El procedimiento básico para la instalación y operación de un troquel de laminación es esencialmente el mismo para todos los troqueles de laminación. Enseguida se describe el procedimiento que debe seguirse para asegurar la correcta instalación y operación de este tipo de troqueles. Se debe enfatizar que la mugre y las rebabas están entre las principales causas que afectan el correcto funcionamiento del troquel. La limpieza del troquel, carnero y platina de la prensa nunca deben pasarse por alto la menor cantidad de mugre o rebaba puede significar la diferencia entre una buena corrida del troquel o horas de tiempo muerto. A continuación se describe el proceso que debe seguirse para la instalación del troquel de laminación.

1. El carnero de la prensa debe ajustarse en el punto muerto inferior de su carrera hasta llegar aproximadamente a $\frac{1}{4}$ " sobre la parte superior del troquel. Para permitir que el troquel pueda entrar libremente.
2. Limpie el carnero y la platina minuciosamente eliminando cualquier rebaba que pueda haber. Esta operación debe de hacerse también en el troquel antes de instalarlo.
3. Deslice el troquel dentro de la prensa. Si el troquel está acondicionado con pernos centradores, insértelos para asegurar el paralelismo del troquel. Ajuste la carrera del carnero hasta que haga contacto con la zapata superior. Inserte los tornillos de sujeción y apriételes.
4. Inserte los tornillos para la sujeción de la zapata inferior pero no los apriete. Enseguida el carnero de la prensa debe activarse en forma manual, completar dos o tres ciclos de trabajo para permitir que la zapata inferior flote y se acomode. Una vez que la zapata inferior se ha acomodado apriete los tornillos de sujeción.

5. Todos los sensores de proteccion deben ser conectados y ajustados.
6. Todos los cables del servomotor deben ser conectados, acomodar la banda y ajustar la tension de la misma. Despues de esto debe prenderse el controlador. Por ultimo se instala en su posicion la banda de rotores.
7. Ajustar alimentador. Se deben ajustar el paso de alimentacion, angulo de alimentacion, levantamiento de rodillos de alimentacion etc.

En este punto se ha completado los pasos necesarios para el montaje del troquel, la velocidad de la prensa depende de varios factores. En troqueles progresivos el factor que mas afecta al limite de velocidad es la longitud de alimentacion. Otros factores que deben considerarse son la antigüedad, condiciones y tipos de troquel, el limite maximo de velocidad de la prensa y el equipo de alimentacion. la calidad y dureza del material tambien afectara a la velocidad a la que puede correr el troquel. La combinacion de todo el equipo periferico determinara la maxima velocidad de operación.

Durante la operación de un troquel nuevo se debera seguir un procedimiento especifico. La consistencia en seguir este procedimiento sera determinante en la eficiente operación y vida del troquel en corridas posteriores. Aunque el procedimiento puede variar de usuario en usuario, el siguiente procedimiento incluye las practicas imprecindibles en la operación de un troquel de laminación.

1. asegurese que todos los pernos de zapatas y despegadores estan correctamente lubricados. Correr el troquel a baja velocidad por una o tres horas. Despues de este tiempo el troquel debe llevarse al taller. Revisar todos los tornillos y pernos estan bien apretados. Checar punzones y matrices por cualquier despostilladura o desgaste que puedan demandar realinea el troquel. Revisar la ultima tira y laminación de estator para asegurarse que no hay rebabas o marcas que indiquen algun daño. Checar que todas las semillas tienen buena retencion en las matrices.

2. instalar de nuevo el troquel en la prensa siguiendo el procedimiento de instalación.
3. continuar corriendo el troquel a media velocidad por un mínimo de 100,000 golpes. Durante la prueba los pernos deben ser lubricados cada dos horas, revisar físicamente que no hay calentamiento en los mismos. El troquel puede ser chequeado de nuevo si así se desea siguiendo el procedimiento del paso 1.
4. la velocidad puede ahora ser incrementada hasta el 75% de la velocidad promedio que es de 250,000 golpes por minuto. De nuevo los pernos deben seguir siendo lubricados cada dos horas, y la inspección física debe seguirse haciendo. De ahora en adelante la velocidad puede seguirse incrementando gradualmente hasta la velocidad promedio.

Este procedimiento asume que la velocidad promedio de la prensa está entre 250 y 300 golpes por minuto. Para las prensas que sobrepasan esta velocidad. El usuario debe de ir ajustando la velocidad máxima de operación de acuerdo al funcionamiento del troquel. Entre los usuarios de troqueles de laminación la longitud de la corrida varía de acuerdo a su equipo de apoyo, tipo de acero, tipo de carburo utilizado en punzones y matrices y a la experiencia individual. En promedio la longitud de una corrida es de 2,500,000 de golpes. Pero hay troqueles en el mercado fabricados en carburo Plansee que pueden hacer corridas de hasta 7,000,000 de golpes.

Una vez que el troquel sobrepasa el millón de golpes el usuario debe intensificar los chequeos de laminación tratando de encontrar rebabas excesivas que puedan aparecer. Además se deben dimensionar las piezas para asegurarse que siguen dentro de especificaciones. Cuando se sobrepasa la corrida del troquel aparecerán desgastes en punzones y matrices, esto afecta las tolerancias geométricas de las piezas. El único remedio para este problema es rectificar el troquel o las partes desgastadas.

Tres de los principales problemas en troqueles de laminación están asociados con pérdidas de paso, doble espesor ocasionado por mala retención de las matrices y rebabas atascadas. Estos problemas no son inherentes a un tipo de troquel en particular o a un

usuario, suceden en todos los roqueles de laminación en un momento o en otro por una gran variedad de circunstancias. Se dice que un troquel de laminación es como una sandía, lo mejor esta en el centro. En muchas ocasiones un troquel de laminación parece correr mejor en el punto medio de su vida util, cuando los punzones se han asentado en su posicion y la tolerancia de las matrices es mayor. El jalado de las semillas ocurre principalmente al inicio de la vida del troquel o al final de la misma. Esta condicion es mas comun en punzones de pequeñas dimensiones debido a la falta de expulsores ya que las dimensiones tan pequeñas lo limitan, composicion del material o insuficiente presion de aire a trves del punzon para mantener a la semilla dentro de la matriz. Un troquel recién afilado tendera a jalar las semillas hacia arriba, esto debido la gran cantidad de corte y menor rebaba en la semilla. La rugosidad del corte en la semilla ayuda a que la misma se adhiera a la matriz. Los metodos para eliminar este problema ya se discutiern en el capitulo de retencion de desperdicio. En la mayoría de los casos un troquel que esta ligeramnete desgastado funcionara con una menor ocurrencia de semilla jalada hacia afuera que un troquel que esta recién afilado.

Otro problema muy comun es cuando las semillas se atascan dentro de la matriz, este problema es lo opuesto de jalar la semilla, y puede ocasionar severos daños al troquel. Este problema sucede cuando la semilla no es capaz de pasar libremente a travez de la matriz. Esto puede ocasionar despostilladas o fracturas en punzones y matrices y en algunas ocasiones severos daños al porta matriz y zapata inferior. Suciedad, otras semillas o rebaba excesiva en la semilla puede ocasionar el que las semillas se atasquen. Otras causas adicionales incluyen tolerancia de corte inadecuada, angulo de corte insuficiente, o instalar boca abajo una matriz.

Otra causa puede ser debido a una obstruccion en la zapata inferior o en la platina, esta obstruccion puede ser debido a una interferencia entre los desahogos del troquel y la platina o debido a muy poca tolerancia en los desahogos. En todos los troqueles de laminacion el agujero de la matriz debe de ir creciendo con cada rectificadora debido al desahogo angular. Por ninguna circunstancia el agujero puede volverse mas pequeño o desalinearse entre la cavidad de la matriz y el desahogo de la zapata inferior. Antes de instalar una matriz nueva, debe de compararse para asegurar que el desahogo de la matriz y el desahogo de la zapata no se interfieren entre si.

Una pérdida de paso ocurre cuando la tira falla en el intento de alcanzar la progresión adecuada, esto es cuando no avanza la suficiente distancia entre cada estación antes de que el troquel completa la carrera de troquelado. Esto puede ser debido tanto a alimentación insuficiente a alimentación excesiva. Cuando esto sucede se debe recortar y tirar la última tira troquelada e iniciar de nuevo la operación. Las pérdidas de paso ocurren debido a muchas causas algunas de ellas son debido a mala calibración de rodillos de alimentación, esto principalmente cuando se utiliza un alimentador mecánico. Cuando se utiliza un servo alimentador, se deben de revisar los parámetros de alimentación como son el ángulo de alimentación, distancia de alimentación, inicio de alimentación, fin de alimentación y apertura de rodillos principalmente. Otra causa puede ser cuando la cola del rollo se introdujo en el troquel, en este momento el alimentador ya no la controla y se produce una pérdida de paso. Cuando los pilotos jalan la tira es otra causa probable, problemas de corte de la tira, esto cuando se utiliza cinta recta en lugar de cinta precortada. Cuando una pérdida de paso ocurre la tira de acero debe ser removida y debe de limpiarse el troquel, eliminando las pequeñas rebabas que quedan sobre las matrices, estas pueden ocasionar defectos en las laminaciones, así pérdidas de paso y daños a punzones y matrices.

Los troqueles de laminación con sistema de grapado experimentan los mismos problemas que los troqueles de lamina suelta. Sin embargo en un troquel con sistema de grapado se presentan problemas adicionales como son el problema de esponja, este problema es debido a un mal grapado o a un grapado débil. Este defecto es indeseable, generalmente las piezas que se producen con este problema son eliminadas. Algunas de las causas de este problema incluyen, desgaste en punzones de formado de grapa y punzones de grapado, mal calibrado en la altura de punzones de formado y grapado, variación en las condiciones del material de trabajo, problemas con pilotos, matrices e incluso la condición de la prensa.

CAPITULO 11

MANTENIMIENTO DEL TROQUEL

El mejor funcionamiento posible de un troquel de laminación depende de dos factores principalmente, de una correcta utilización del troquel y de un cuidadoso programa de afilado y mantenimiento. Un troquel de laminación es una herramienta de alta calidad y alto costo, en consecuencia debe ser tratada como tal. Es obvio que el resultado es mejor cuando se sigue cuidadosamente el procedimiento de mantenimiento. El factor humano es muy importante, el mantenimiento debe ser realizado por personal calificado y consciente de la importancia de un troquel de laminación. En conclusión, un cuidadoso y bien planeado mantenimiento resultara en gran productividad y reducirá el costo por unidad de la producción. A continuación se hablara de los principales puntos que se deben de tomar en cuenta en el mantenimiento de un troquel de laminación.⁴

11.1 Rectificadora

Para el afilado de troqueles de laminación se utiliza una rectificadora de superficies planas. Esta maquina debe de estar en buenas condiciones y debe de ser del tamaño adecuado, de tal manera que el rectificado de toda la superficie del troquel pueda realizarse sin necesidad de rectificar el troquel dos o más pasos. Las características de la rectificadora deben ser las siguientes:

- Rigidez y firmeza apropiados al peso del troquel que debe ser rectificado
- El husillo de la maquina debe de estar bien ajustado y con la mínima tolerancia posible.

- La mesa debe de contar con sistema ajustable automático de alimentación longitudinal y transversal, la relación de velocidad entre la piedra rectificadora y la pieza a ser rectificadas debe ser seleccionada de acuerdo al tipo de piedra que debe ser utilizada
- Debe contar con equipo automático de lubricación o enfriamiento de la pieza de trabajo.

11.2 Piedra de diamante

el carburo es un material de muy alta dureza, la única forma como puede ser rectificado es utilizando una piedra de diamante, a continuación se describen las principales características que deben de considerarse en la selección de la piedra adecuada.

Aglutinante este debe de ser a base de resinas para poder alcanzar la máxima eficiencia y evitar sobre calentamiento de la piedra causado por ejemplo por aglutinante metálico

Tamaño de grano: hay dos alternativas posibles

- a) para obtener los mejores resultados se deben de rectificar el troquel utilizando dos piedras de grano diferente.

Para desbaste se debe de utilizar una piedra de grano 100/120.

Para acabado se debe de utilizar una piedra de grano 200/300

- b) en muchos casos utilizando una sola piedra de diamante se obtienen resultados satisfactorios, el grano es el resultado de una combinación entre las dos alternativas.

Para uso general se debe de utilizar una piedra de grano 120/140.

Concentración de grano: los valores normales para esta aplicación son 50 o 75.

Diámetro de la piedra: este debe ser elegido de acuerdo a la velocidad del husillo con la finalidad de obtener la velocidad periférica adecuada que es de aproximadamente 25 metros por segundo

Rectificado de la piedra: cuando la piedra es nueva se recomienda siempre rectificarla utilizando el dispositivo automático con el que cuenta la rectificadora. Este rectificado debe realizarse con alimentación de corte alrededor de $0.0004''$, hasta que se obtiene una limpieza de la superficie de la piedra completamente uniforme.

11.3 Refrigerante

el rectificado de un troquel de laminación debe de realizarse siempre en condiciones húmedas. A continuación se detalla algunas de las condiciones principales que se deben de considerar.

El flujo de refrigerante debe ser continuo y copioso, este debe ser dirigido hacia la cara de la piedra en el punto donde hace contacto con la pieza de trabajo, figura 11.1. el recubrimiento de diamante tiende a taparse debido al material de acero, ya que al rectificar la zapata esta cuenta con secciones de carburo y secciones de acero. Se recomienda utilizar una piedra convencional para desbastar tanto acero como se pueda y después utilizar la piedra de diamante par rebajar el carburo.

El uso del refrigerante tiene dos objetivos principales:

- a) mojar la piedra para eliminar las partículas desbastadas que quedan adheridas a la misma.
- b) enfriar con el objetivo de prevenir que el carburo se sobre caliente esto provoca tensión superficial en el carburo, posteriormente esto puede ocasionar daños en matrices y punzones

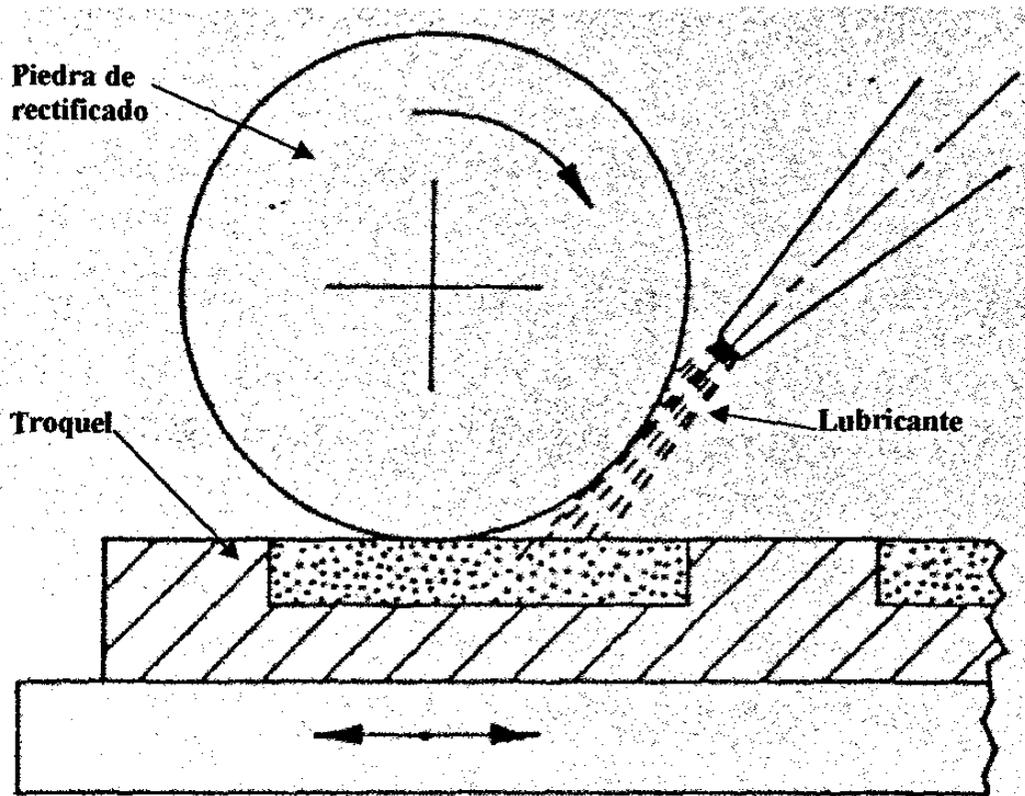


Figura 11.1 dirección de lubricación adecuada

El lubricante utilizado debe de estar libre de sulfuros, ya que estos atacan al cobalto contenido en el carburo, el cobalto actúa como aglutinante del carburo, cuando se le ataca químicamente se producen fallas en matrices y punzones. También afecta a la resina que sirve de aglutinante en la piedra de diamante.

El Ph del lubricante debe estar entre 7 y 8.5. diferentes valores de Ph pueden ocasionar que el refrigerante ataque químicamente al cobalto contenido en las piezas de carburo.

El refrigerante debe de tener propiedades anti oxidantes y debe ser delgado.

11.4 Desensamble del troquel

Antes de proceder al desensamble del troquel es aconsejable hacer una limpieza preliminar del troquel. Enseguida se debe de seguir la siguiente secuencia de desensamble: en la figura 11. 2 se muestra el corte transversal de un tróquel que ayudara a identificar las partes que deben ser desensambladas.

Postes principales de la zapata

Puente de lamina

Guía de lamina

Levantadores de lamina expulsores de desperdicio

Tornillo opresor de resortes del despegador

Resortes del despegador

Espaciador inferior del despegador

Espaciador superior del despegador

Pilotos

Despegador: debe desensamblarse, retirar tornillos y resortes y volverse a colocar, esto ayudara a guiar los punzones y mantenerlos rígidos al momento del rectificado. Después del rectificado el despegador debe ser removido de nuevo para limpiar muy bien la parte superior del troquel.

A continuación se enlistan todos los componentes mostrados en la figura anterior

1. Zapata superior.
2. Porta punzones.
3. Expulsor de rebaba
4. Tornillo opresor
5. Tornillo opresor
6. Piloto
7. Buje principal
8. Jaula de postes guía
9. Espaciador

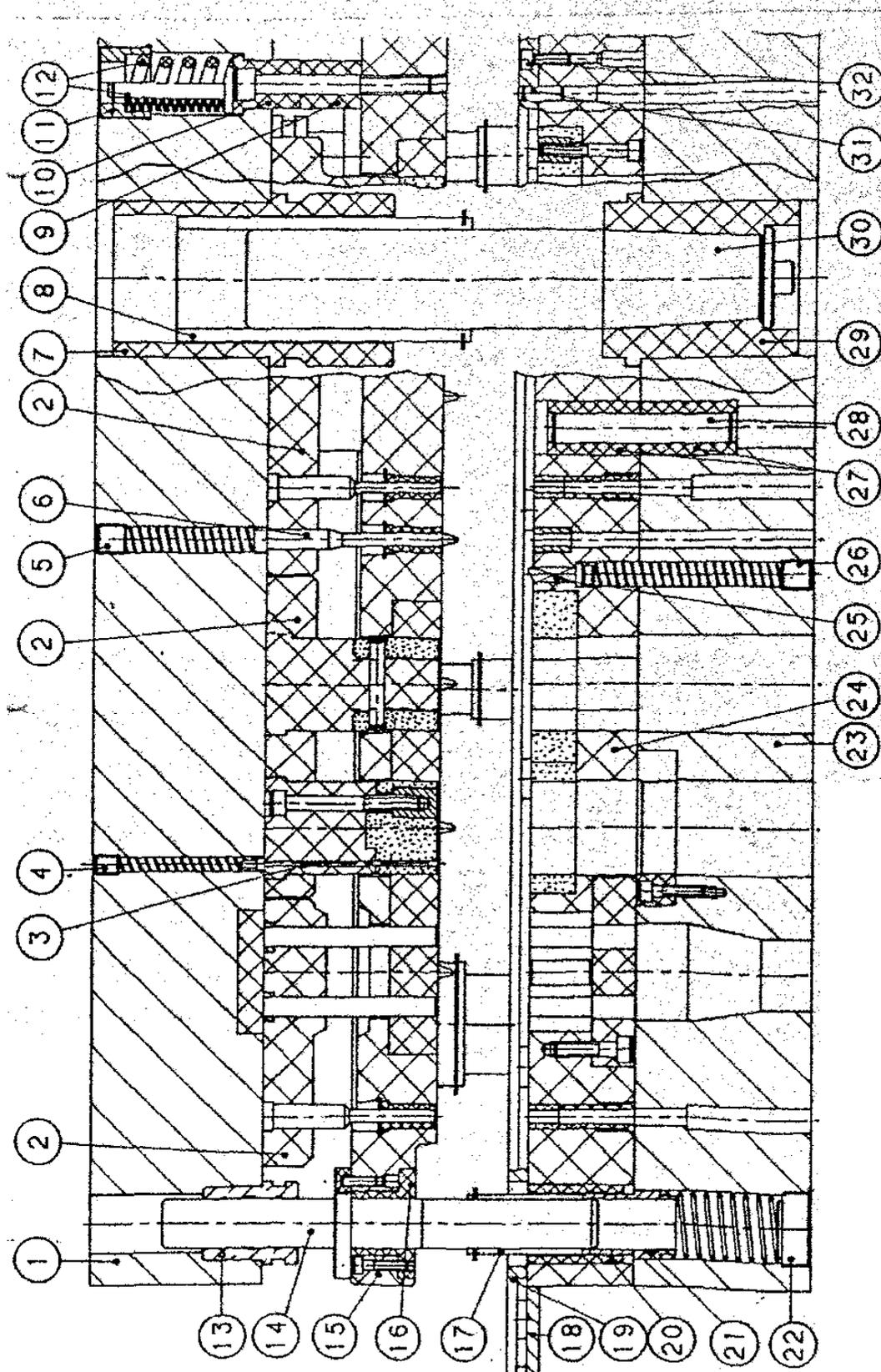


Figura 11.2 corte de troquel laminación

10. Piloto
11. Buje principal
12. Jaula de postes guía
13. Espaciador
14. Espaciador
15. Opresor de resorte despegador
16. Resorte del despegador
17. Buje guía de poste del despegador
18. Poste del despegador
19. Despegador
20. Buje intermedio
21. Jaula para postes guía auxiliares
22. Puente de lamina
23. Guía de material
24. Buje guía para postes auxiliares
25. Soporte de buje
26. Tornillo opresor
27. Zapata inferior
28. Porta matriz
29. Levantador de material
30. Tornillo opresor
31. Buje templado para pernos guía
32. Perno guía
33. Buje cónico para postes principales
34. Poste principal
35. Perno guía
36. Tornillo de fijación

11.5 Afilado del troquel

No hay reglas generales que sean validas para todos los troqueles, no existe un numero especifico de golpes en el cual un troquel de laminación debe ser rectificado. Este numero de golpes depende de muchos factores tales como:

Tipo de carburo

Tipo y geometría de las piezas estampadas, y particularmente de las tolerancias en cuanto a rebaba aceptable.

Tipo y características mecánicas del material de trabajo.

Las propiedades mecánicas determinan la buena o mala punzonabilidad del material. Y afectan ampliamente al numero máximo de golpes que el troquel puede dar antes de requerir ser afilado.

Tipo, tonelaje y condiciones actuales de la prensa.

Tipo y cantidad de lubricante utilizado en el material de trabajo. Para obtener el mejor funcionamiento de este tipo de troqueles es aconsejable troquelar el material húmedo. En algunos casos específicos el troquelado puede realizarse en seco debido a que no es permitido el utilizar lubricante en la pieza final. En otros casos el troquelado es hecho en seco porque el material de trabajo es recubierto con componentes especiales que actúan como lubricantes.

Buena o mala utilización del troquel en el área de trabajo. Es importante cuidar el montaje del troquel además de cuidar que cada que se inicia una nueva tira se siga los procedimientos adecuados. El funcionamiento del troquel dependerá en gran medida en él cuidad que se tenga de estos detalles y de todos los demás que intervienen en la operación de estos troqueles.

Buen o mal mantenimiento del troquel.

De nuevo, para obtener el mejor funcionamiento de un troquel de carburo tienes que dedicar el mayor cuidado a todos los detalles de la operación de mantenimiento.

Antes de afilar, la parte inferior del troquel y la parte superior del troquel deben ser inspeccionadas: deben estar libres de rebabas o partículas extrañas con el objetivo de acentarlo perfectamente plano y paralelo en la rectificadora.

Después se debe checar los filos de corte de los punzones y matrices para determinar la cantidad de carburo que debe ser removido con la intención de restablecer las mejores condiciones posibles. La determinación de esta cantidad debe ser dejada a la persona de mayor habilidad y experiencia que al uso de equipo específico, como lo es el microscopio para desgaste de matrices, que de cualquier forma puede ser utilizado. Aun y cuando sus resultados no son fáciles de ser interpretados.

En la mayoría de los casos la cantidad de carburo que debe ser removido esta entre 0.002" y 0.004" para restablecer el filo de corte en punzones y matrices. Para asegura la mayor vida del troquel es importante remover la cantidad desgastada del punzón o matriz mas una cantidad igual a 0.0004" y 0.0008".

Cuando por alguna razón la cantidad de material a ser removido es mayor a 0.008" se recomienda rectificar tanto acero como se pueda utilizando una piedra convencional para acero y después utilizar la piedra de diamante para rebajar las matrices.

Cuando excesivo desgaste o despostilladuras están relacionadas solo con algunos componentes o a una área determinada se sugiera calzar esos componentes y rectificarlos hasta que alcancen la altura de los demás componentes, también se pueden remplazar por componentes nuevos y rectificarse hasta igualar la altura de los ya existentes. Es muy importante el evitar rectificar por completo el troquel cuando el daño esta concentrado solo en unos componentes. Esto alargara la vida del troquel.

11.6 Ensamble del troquel.

Después de rectificar el troquel tiene ser desmagnetizado completamente, todos los componentes del troquel deben estar perfectamente libre de magnetismo, de lo contrario esto ocasionara que las semillas se adhieran a los punzones y sean jaladas hacia fuera.

Después el troquel debe ser limpiado cuidadosamente utilizando algún limpiador a base de kerosene o algún otro detergente.

Antes de ensamblar los diferentes componentes del troquel deben checarsse cuidadosamente los siguientes puntos:

La posición del despegador con relación a los punzones, teniendo en cuenta que la cara de los punzones debe estar dentro del despegador aproximadamente entre 0.012" y 0.016". si se requiere de deben de rebajar los espaciadores, detalle 11 para obtener la medida mencionada.

El espesor de los pilotos, la parte recta de los pilotos debe sobre salir de la cara de corte de los punzones aproximadamente 0.040". si se requiere se debe de corregir esta dimensión.

Finalmente se deben de montar todos los elementos restantes siguiendo un procedimiento opuesto al que se siguió en el desmontaje de las piezas.

11.7 lubricación del troquel

se deben de lubricar principalmente las siguientes partes:

postes guían principales y postes guías del despegador.

Elementos del despegador.

Punzones y pilotos en el área del despegador.

Matriz rotacional si cuenta con sistema manual de lubricación

Se debe de checar a diario la lubricación de estos componentes, si se utiliza un equipo de lubricación automática se debe implementar un chequeo diario que asegure el

correcto funcionamiento de estos equipos. Se recomienda utilizar un aceite ligero, SAE 20 o 30 de acuerdo a las condiciones de trabajo. Cada usuario puede desarrollar su propio aceite, se aconseja considerar que el aceite utilizada debe estar libre de componentes que afecten el cobalto del material. Como ya se menciono el cobalto es el elemento aglutinante en el cobalto, cuando este se ve afectado el material se deteriora y se producen fallas en lo componentes cortantes.

CAPITULO 12

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

12.1 Conclusiones.

Después de haber trabajado con el personal de la compañía, tanto operarios de producción como personal de mantenimiento de troqueles, ingenieros de proceso y supervisores, explicando la metodología del diseño de troqueles de laminación, definiendo los procedimientos claros de montaje, operación y ,mantenimiento de este tipo de troqueles se logra un considerable avance en el dominio de la operación. En el inicio de la compañía se requerían de mínimo seis meses para que un operador estuviera calificado para operar una prensa por si solo, en algunos casos el tiempo era mayor debido al tipo de troquel. En la actualidad ese tiempo ha bajado a cuatro meses. Además, el grado de conocimientos con los que ahora cuenta el personal son mas completos, ya que los operarios además de conocer la forma correcta de operar estos troqueles, entienden la forma en que se reparan los troqueles, estos conocimientos le ayudan a encontrar soluciones a determinadas situaciones que se les presentan durante un día de trabajo. De igual forma, el personal involucrado en el mantenimiento de troqueles puede encontrar la raíz del problema al conocer y entender los problemas comunes a los que se enfrentan los operarios de producción.

Se concluye que el desarrollo de esta metodología es la forma mas efectiva de capacitar al personal involucrado en la operación y mantenimiento de troqueles de laminación.

12.2 Recomendaciones.

Para tener un conocimiento mas claro de todos los troqueles de laminación, se recomienda seguir investigando acerca de estas técnicas, actualmente algunas compañías están haciendo pruebas con métodos nuevos de grapadao y con ensambles diferentes utilizados en matrices rotacionales. Esto puede ayudar a mejorar la eficiencia de los troqueles existentes.

Se recomienda hacer pruebas con diferentes tipos de carburo, en general un fabricante de troqueles utiliza un solo tipo de carburo en todos los punzones y matrices de un solo troquel. No todos los elementos de un troquel soportan los mismos esfuerzos, en aquellos elementos que fallan muy seguido se debe de probar con un carburo de mayor dureza si falla por desgaste, o mas suave si acaso falla por fractura.

Se deben de implementar en el área de trabajo procedimiento claros para cada troquel, ya que aunque la metodología de diseño es la misma para todos lo troqueles, cada uno tiene detalles particulares que deben ser tomados en cuenta. Los procedimientos deben ser tanto de operación como de mantenimiento del troquel.

La falta de lubricación es una de las principales causas de fallas en troqueles, tanto de la lubricación del troquel como la lubricación del material. En la mayoría de los casos la lubricación del troquel se hace de forma manual, esto implica que el operador siga al pie de la letra la instrucción de lubricación, cuando esto no se da la falla del troquel es inminente. Se recomienda implementar un sistema de lubricación automática para el troquel.

La lubricación del material en la mayoría de los casos es automática, ya que como el troquel trabaja a gran velocidad es difícil lubricar el material de forma manual. Sin embargo se recomienda seleccionar muy bien el equipo a utilizar, en el mercado hay un gran numero de aplicaciones, algunas son muy novedosas, pero lo importantes es lubricar la cantidad suficiente con la frecuencia suficiente, no hay una regla para ello,

esto depende del tipo de troquel, del tipo de material, del tipo de producto y de las condiciones en que se encuentre el troquel. El equipo a utilizar debe ser flexible en este sentido.

Se recomienda capacita al personal operario en funciones de mantenimiento de troqueles, sobre todo en aquellas funciones que les pueden ayudar a solucionar problemas por ellos mismos y sin tener que bajar el troquel para ser reparado. De igual forma se recomienda que el personal de mantenimiento de troqueles conozca muy bien la operación de la prensa. Esto les da otra visión al momento de solucionar un problema.

BIBLIOGRAFIA

David A. Smith; Die Design Handbook; Society of Manufacturing engineer; (1990)

Forming; Metals Handbook; American Society of Metals; (1961)

J. Lammle; Hardmetal in the tool maker industry is a question of confidence; Plansee TIZIT; (1997)

Metal Forming Magazine; American Society of Metal Forming; (2001)

Straight Story; Pivot punch corporation; (1991)

Test Certificate; Corrada; (1998)

REFERENCIAS

1. The straight story , Pivot punch corporation; E.U.A; (1991)
2. David A. Smith, Die design handbook, Society of Manufacturing Engineers; E.U.A; (1990)
3. Forming, Metals Handbook; American Society for Metals; E.U; (1969)
4. Test certificate; Corrada; Milano; (1998)
5. J. Lammle; Harmetal in the toolmaker industry is a question of confidence; Plansee TIZIT GmbH; Austria; (1997)
6. Metal Forming Magazine; American Society of Metal forming; E.U.A; (2001)

GLOSARIO DE TERMINOS

Acero alta velocidad: Aceros aleados utilizados en la fabricación de herramientas de corte en maquinado, troquelado, forja etc. Sus características principales es su gran tenacidad y alta resistencia al desgaste.

Ajuste de la carrera de la prensa: Es el máximo ajuste que se le puede dar al carnero de la prensa para obtener la altura deseada de acuerdo al troquel que se quiere montar.

Angulo del rotor: Angulo al cual deben de girarse las laminaciones que forman los rotores utilizados en motores eléctricos. La principal razón de este ángulo es disminuir el par de arranque del motor.

Cama de prensa: Parte fija de la estructura de una prensa sobre la cual se monta la platina.

Carburo: Material duro, su principal característica es su alta resistencia al desgaste, se utiliza donde las condiciones de desgaste son extremas como lo es el troquelado de laminación.

Carnero de la prensa: Se conoce también como martillo, es la parte móvil de la prensa que transmite la potencia necesaria para realizar el trabajo

Carrera de prensa: Desplazamiento del carnero desde el punto muerto superior hasta el punto muerto inferior.

Corrada: compañía dedicada a la fabricación de troqueles de laminación, se localiza en Italia.

Limite de cedencia: Fuerza a la que un metal o aleación muestra una deformación plástica significativa.

Matriz: Generalmente se localiza en la zapata inferior del troquel, su función es la de servir de apoyo para que el punzón pueda perforar o conformar al material de trabajo.

Oberg: compañía dedicada a la fabricación de troqueles de laminación, se localiza en Pennsylvania, E.U.

Ph: Es la cantidad de elementos alcalinos en el agua.

Plansee: compañía dedicada a la fabricación de carburo de tungsteno, se localiza en Austria.

Platina de prensa: Placa de acero que se utiliza para sujetar la zapata inferior de un troquel.

Porcentaje de elongacion : La ductilidad de los metales se expresa como porcentaje de elongacion

Punzón: Generalmente se localiza en la zapata superior de un troquel, su función es forzar el material de trabajo contra la matriz para conformarlo.

Resistencia a la tension: Es la máxima fuerza alcanzada en la curva esfuerzo deformación.

Tolerancia de corte: Es el huelgo o espacio que debe de haber entre punzón y matriz para facilitar el trabajo de punzonado, sin dañar punzones y matrices y obteniendo piezas libres de rebaba.

Velocidad de la prensa: La velocidad de una prensa se mide en golpes por minuto.

Zapata inferior: Es la parte inferior de un troquel, usualmente se localizan las matrices en esta parte del troquel, pero puede darse una combinación de punzones y matrices en esta parte según sea la aplicación.

Zapata superior: Parte móvil del troquel, usualmente es la parte que sujeta a los punzones, pero igual que en la zapata inferior puede darse una combinación de punzones y matrices.

Lista de figuras

Contenido	Página
2.1 a Procesos de troquelado	6
2.1 b Procesos de troquelado	7
2.2 Línea completa de troquelado	7
2.3 Componentes de un troquel	9
2.4 a Inicio del punzonado	9
2.4 b Inicio de fractura	9
2.4 c Fractura del material	10
2.4 d agujero después del punzonado	10
2.5 Diseño de troqueles de laminación	12
2.6 Pieza producida en un troquel progresivo de 5 estaciones	14
3.1 Laminación de rotor	16
3.2 Secuencia del proceso para producir un rotor	16
3.3 Rotor grapado	17
3.4 Rotor grapado	18
3.5 Lengüeta de grapado	19
3.6 Estator embobinado	20
3.7 Formas típicas de laminaciones a) cuadrada b) redonda	21
3.8 Secuencia de punzonado de laminación en troqueles individuales	22
4.1 Troquel punzonador de ranura	24
4.2 Tira o esqueleto de acero de un troquel progresivo de 6 estaciones	26
4.3 Laminación rotor – estator	27
4.4 Tira o esqueleto producido en un troquel de nueve estaciones	28
4.5 Prensa y ductos de laminación	28
4.6 a Formado de grapa	30
4.6 b Matriz rotacional grapado de rotor	30

4.7 Zapata inferior de un troquel laminación	33
5.1 Prensa	35
5.2 Servomotor	37
5.3 Controlador	40
5.4 Ducto de laminación	43
5.5 Transportador de rotor	44
5.6 Prensa con alimentador de material	46
5.7 Enderezador y porta rollos	48
5.8 Línea de troquelado	49
6.1 a Dibujo de laminación rotor	50
6.1 b Laminación rotor	51
6.1 c Laminación rotor	51
6.2 a Dibujo de laminación estator	52
6.2 b Dibujo de laminación estator	53
6.2 c Dibujo de laminación estator	53
6.3 Prensa	55
6.4 Materia prima acero preformado	58
6.5 Tira de acero estación 1	59
6.6 Tira de acero estación 2	60
6.7 Tira de acero estación 3	61
6.8 Tira de acero estación 4	61
6.9 Tira de acero estación 5	62
6.10 Tira de acero estación 7	63
6.11 Tira de acero estación 8	64
6.12 Tira de acero estación 9	65
6.13 Tira de acero ultima estación	66
6.14 Tira de acero completa	67
7.1 Vista de planta de troquel	71
7.2 Vista frontal de troquel	72
7.3 Vista lateral de troquel	73
7.4 Tira de acero mostrando la estación 1	74

7.5 Estación 1 vista de planta	75
7.6 Elevación de estación del troquel indicando pilotos y localizadores	76
7.7 Dispositivo de detección de pérdida de paso	77
7.8 Matriz para inicio de grapa	80
7.9 a Matriz para debilitado de tira	81
7.9 b Punzón para debilitado de tira	81
7.10 Estación 2	82
7.11 Estación 2 de troquel vista de planta	83
7.12 Matriz de ranuras de rotor	85
7.13 Ensamble de matrices para el punzonado de ranuras de rotor	86
7.14 Porta punzón de la estación I de troquel	87
7.14b Punzón de ranuras de rotor	88
7.15 Estación 3 de la tira de acero	90
7.16 Mecanismo de lamina separadora	91
7.17 Matriz de recorte de grapa	92
7.18 Punzón de lamina separadora	93
7.19 Estación 4	94
7.20 Estación 4 del troquel, formado de grapa	95
7.21 Formado de grapa	96
7.22 Formado de grapa	97
7.23 Matriz de recorte de grapa	98
7.24 Punzón de formado de grapa	99
7.25 Punzón de diámetro interior de rotor	100
7.26 Matriz de diámetro interior de rotor	100
7.27 Tira de acero de estación 5	101
7.28 Proceso de corte y grapado de rotor	102
7.29 Estación 5 vista de planta	103
7.30 Ensamble de matriz rotacional y servomotor	104
7.31 Estación 5 del troquel	106
7.32 Punzón de diámetro exterior de rotor	107
7.33 Punzón de grapado	108
7.34 Matriz rotacional	109

7.35 Barril rotacional	110
7.36 Anillo de retención	111
7.37a Tira de acero estación 7	113
7.37b Laminación estator	113
7.38 Estación 7	114
7.39 Matriz de ranuras de estator	115
7.40 Estación 7 en elevación	116
7.41 Punzón ranura de estator	118
7.42 Estación 9 Punzonado de diámetro interior y exterior del estator	120
7.43 Estación 9 vista de planta	122
7.44 Estación 9 en elevación	123
7.45 Inserto guía de estación 9	124
7.46 Punzón de diámetro exterior de estator	125
7.47 Matriz de rasurado	126
7.48 Punzón de rasurado	127
7.49 Tira de acero estación final	128
7.50 Ultima estación	129
7.51 Porta punzón estación 11	130
7.52 Estación 11 vista de planta	131
7.53 Estación 11 en acercamiento	132
7.54 Anillo de retención de estator	134
7.55 Cuchilla ultima estación	135
7.56 Cuchilla de corte ultima estación	136
8.1 Metalografía de grano super fino	138
8.2 Metalografía de grano fino-medio fino	139
8.3 Metalografía de grano grueso	140
8.4 Carburos utilizados en matrices y punzones de troqueles de laminación	141
9.1 Matar filos a matriz	143
9.2 Ranuras en matriz para retención de semillas	143
9.3 Ranuras en punzón para retención de semillas	143
9.4 Punzón con perno expulsor de semilla	146
11.1 Dirección de lubricación adecuada	155
11.2 Corte de troquel laminación	157

RESUMEN AUTOBOGRAFICO

Julio Cesar Castillo Covarrubias

Candidato para el grado de Maestro en Ciencias de la Manufactura con especialidad en
diseño del producto

Tesis: Desarrollo de una técnica de diseño de troqueles de alta velocidad para producir
laminación rotor - estator grapado

El Ingeniero Julio Cesar Castillo Covarrubias nació el 25 de Julio de 1964 en Monterrey, Nuevo León, México. Es hijo del Sr, José Hilario Castillo Silva y de la Sra. María Covarrubias. Curso sus estudios profesionales en la Universidad del Norte donde obtuvo el grado de Ingeniero Mecánico Eléctrico en 1997.

Se ha desempeñado en compañías líderes en el ramo metal mecánico, trabajando en áreas de Diseño mecánico y de troqueles, Ingeniería de procesos y Manufactura. Actualmente trabaja como Gerente de Producción en la compañía ELAM.

