



Rediseño de matriz y punzón

Luis Fernando Díaz Hernández, Juan José Arenas Romero, Jesús García Lira, Martín Castillo Sánchez*

RESUMEN

Una máquina dobladora es una herramienta de conformado cuyo propósito es realizar una curva en una pieza de trabajo. Se ha observado que los artefactos que sufren mayor desgaste en una máquina dobladora de lámina son la matriz y el punzón, ya que son los elementos que tienen contacto directo con el material de trabajo, dado que la máquina dobladora es utilizada constantemente a nivel industrial, la matriz y el punzón son afilados constantemente para que pueda realizar un plegado adecuado. Tomando en cuenta lo anterior y realizando distintos análisis de dureza con apoyo del software SolidWorks se propone una solución atractiva, considerando las propiedades de los metales y estudiando la manera de incrementar la dureza del material

Palabras claves: Matriz, punzón, máquina dobladora, dureza

ABSTRACT

A bending machine is a forming tool whose purpose is to make a bend in a workpiece. It has been observed that the artifacts that suffer the most wear in a sheet bending machine are the die and the punch, since they are the elements that have direct contact with the work material. Since the bending machine is constantly used at an industrial level, the die and the punch are constantly sharpened so that it can perform a proper bending. Taking into account the above and performing different hardness analyses with the support of SolidWorks software, we can propose an attractive solution, considering the properties of the metals and studying the way to add hardness to the material.

Keywords: folding machine, matrix, bodkin, hardness

INTRODUCCIÓN

El tema es el rediseño de la matriz y punzón para una máquina dobladora, ya que, a menudo, requieren un afilamiento, puesto que sufren un desgaste considerable, el cual afecta al momento de realizar el plegado, pues ya no se obtendría un plegado fino.

El estudio fue efectuado con el interés de encontrar una forma de contribución para disminuir el afilamiento continuo, disminuyéndolo hasta un 15%, de esta forma, se disminuye el tiempo de afilamiento tanto del punzón como de la matriz.

Este trabajo se realiza mediante una serie de entrevistas a los trabajadores de una empresa de plegado de chapa, así como la recopilación de información de distintas fuentes.

* Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Azcapotzalco, Academia de Ciencia de los Materiales, Correo electrónico jjarenas.ipn.mx@gmail.com.

Podemos clasificar a las máquinas dobladoras en 3 tipos: Plegadora manual, Plegadora CNC, Plegadora hidráulica. Para los tres tipos de plegado se ocupa un punzón y una matriz para realizar cualquier tipo de plegado.

II. MATERIALES Y METODOLOGÍA

Partiendo de que el desgaste de las piezas metálicas se puede definir como una pérdida gradual del metal ocurrida en un cierto tiempo y mediante algún mecanismo que actúa sobre esta.

Fajardo (2015) menciona que existen distintas maneras con las cuales los metales se pueden someter a una serie de tratamientos para potenciar sus propiedades:

- Tratamientos térmicos. El metal es sometido a procesos térmicos en los que no varía su composición química, aunque sí su estructura.
- Tratamientos termoquímicos. Los metales se someten a enfriamientos y calentamientos, pero además se modifica la composición química de su superficie exterior.
- Tratamientos mecánicos. Se mejoran las características de los metales mediante deformación mecánica, con o sin calor.
- Tratamientos superficiales. Se mejora la superficie de los metales sin variar su composición química básica. En estos tratamientos, a diferencia de los termoquímicos, no es necesario llevar a cabo calentamiento alguno.

El tratamiento por el cual se está interesado es un tratamiento superficial, pues no se busca variar la composición química del material ni tampoco endurecer absolutamente todo el elemento, sin embargo, no solo se cuenta con la soldadura para el incremento de material en los puntos interesados para el endurecimiento.

Beltrán, (2003) hace referencia a distintos materiales los cuales podrían ser más duros incluso que el diamante, el autor menciona que los primeros recubrimientos sintéticos duros fueron los materiales binarios TiN (nitruro de titanio) y TiC (carburo de titanio). Pruebas de campo en piezas de diversos materiales, recubiertas con estos compuestos, muestran un incremento en tiempo de vida, o en velocidad de trabajo, comparados con piezas no recubiertas. Los primeros desarrollos se enfocaron a la obtención de recubrimientos multicomponentes, y en otros casos se agregaron componentes metálicos o metaloides. Posteriormente, los desarrollos se basaron en recubrimientos múltiples o multicapas, y más recientemente en recubrimientos nanoestructurados. En estos últimos, a la matriz del recubrimiento, formada por materiales duros, se le agregaron otros componentes con dimensiones nanométrica (un nanómetro es la millonésima parte de un milímetro) como metales, carbono y sólidos lubricantes.

De igual manera, Beltrán menciona que los recubrimientos obtenidos de disoluciones sólidas de los binarios nitruro y carburo



de titanio con inclusiones nanométricas de metales o metaloides presentan un mejor rendimiento. Particularmente, los carbonitruros de titanio con varias composiciones y los nitruros de titanio-aluminio han mostrado resultados muy satisfactorios. En especial, se encuentra que para el nitruro de titanio-aluminio el incremento en el tiempo de vida de la pieza de trabajo es mucho más pronunciado para altas velocidades de corte, en comparación con el nitruro de titanio, en condiciones estándar. Además, la cantidad del elemento introducido influye fuertemente en el comportamiento frente al desgaste.

En la Figura 1 se puede visualizar una comparación en el rendimiento de brocas no recubiertas y recubiertas con nitruro de titanio y nitruros de titanio-aluminio, considerando diferentes piezas y diferentes velocidades de trabajo

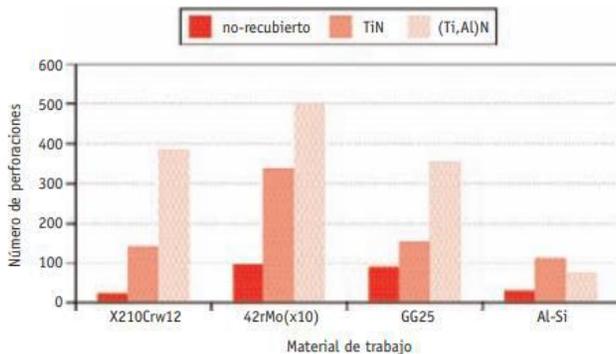


Figura 1.- Desempeño de brocas sin recubrimiento y con recubrimiento

Puesto que el punzón es para una máquina dobladora, el desgaste ocasionado es un desgaste por impacto, este tipo de desgaste lo podemos definir como el efecto de la acción local, por choque o por elevada compresión, de una masa dura sobre una superficie, se identifica como desgaste por impacto.

Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente Podemos recurrir al proceso de recubrimiento superficial, en el cual, una capa de material es depositado en un metal, base o sustrato para obtener propiedades o dimensiones deseadas. Este proceso se obtiene por una aplicación de soldadura, proyección térmica o soldadura fuerte. El recubrimiento superficial es usado para cumplir servicios requeridos tales como resistencia a la corrosión, resistencia al desgaste, control dimensional y necesidades metalúrgicas.

A. Soldadura

Según (Caviedes), la soldabilidad se define como el conjunto de propiedades que tiene un acero estructural para permitir efectuar uniones o conexiones soldadas que representen características suficientes de continuidad metalúrgica, tomando en cuenta que esta propiedad debe definirse respecto a un proceso de soldadura determinado. Las características del acero y particularmente su

composición química influyen de manera importante en la soldabilidad.

Shigley & Uicker, Jr, (1998) menciona que existen dos formas para determinar las uniones de soldadura, dependiendo de la posición de los materiales a unir (conocidos como material base) y la soldadura (material de aporte); la forma en que se denominan son uniones a tope y a traslape o penetración total de la junta (ptj) y penetración parcial de la junta (ppj), respectivamente autor correspondiente.

Los procesos de soldadura más usados para la recuperación y recubrimiento de piezas son los mostrados en la Tabla 1

Tabla 1. Procesos y materiales de recubrimiento superficial más comunes

Procesos	Modo de aplicación	Formas de metal superficial
SMAW	Manual	Electrodos cubiertos, electrodos de vaciado sólido y electrodo tabular
FCAW	Semiautomática o manual	Electrodo compuesto de funda de metal y polvo base
GMAW	Semiautomático o manual	Electrodo tabular y sólido desnudo
SAW	Automático	Varilla tabular sólido desnudo y tira
GTAW	Manual o automático	Polvo, alambre tabular y sólido desnudo
PAW	Automático	Polvo y sólido desnudo y alambre tabular

Los materiales de recubrimiento más comunes son las aleaciones de níquel y aleaciones de hierro/cromo utilizado en la resistencia al desgaste y al alto esfuerzo a la abrasión. Los materiales de aporte más comunes se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Materiales más comunes usados en recubrimientos y su aplicación

Aleación de metal	Propósito
Aleación base cobalto	Resistencia al desgaste y corrosión
Aleación base, cobre	Reconstrucción de piezas desgastadas de maquinaria
Aleación hierro/cromo	Alto esfuerzo a la abrasión
Acero al manganeso	Aplicación al desgaste
Aleación base níquel	Resistencia al desgaste metal
Acero herramienta	Aplicación al desgaste
Carburo de tungsteno	Alto esfuerzo a la abrasión

Tomando en cuenta los materiales propuestos por Beltrán, (2003) y los materiales más comunes usados en recubrimientos, podemos observar que definitivamente el nitruro de titanio-aluminio aporta una dureza notable, sin embargo, en algún momento llegara a necesitar unafilamento para dar de nuevo la forma deseada, y esto causaría un gran problema por su misma dureza, mientras que con



los materiales comúnmente usados en recubrimientos en soldadura, se podrían afilar con mayor facilidad en caso de ser necesario y de igual forma se cumple el objetivo de agregar dureza al material en las caras o puntos necesarios.

B. Desgaste.

Por otro lado, Pass Stanztechnik (Pass, Tecnología de Punzonado, AG) muestra los datos recopilados con el propósito de facilitar el tiempo de vida estimado de los punzones.

La **Figura 2** permite identificar al periodo de afilado después de una relevante cantidad de golpes, esta permite clarificar como es que el proceso de punzonado contiene una gran variedad de influencias que afectan en mayor o menor medida el incremento o decremento de la vida útil del punzón, medido en golpes totales.

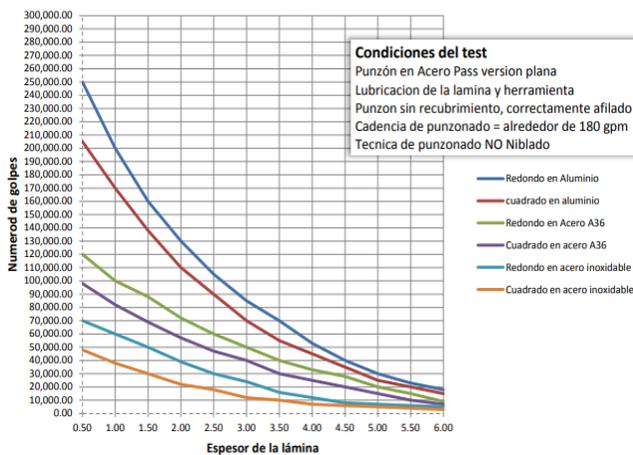


Figura 2. Tiempo de vida estimado de un punzón con respecto al número de golpes y espesor de lámina, (Ag).

C. Análisis de esfuerzos

Ahora bien, tomando en cuenta que, debido a la acción de cortar en la lámina, tanto el punzón como la matriz están sujetos a cargas compresivas, que originan, en el caso del punzón, esfuerzos de compresión a todo lo largo del punzón.

Para los análisis efectuados es necesario considerar lo siguiente:

- El comportamiento del material para los punzones es tanto elástico como lineal.
- El proceso de punzonado es adiabático, es decir, no hay transferencia de calor.
- No hay pérdidas de energía.
- La masa del punzón no interviene en la evaluación del esfuerzo.

Con toda la información recabada, y de acuerdo con el catálogo UTP, el campo de aplicación UTP 34 N se aplica para unir y revestir bronce aluminicos con múltiples elementos, sobre todo aquellos con alto contenido de manganeso, así como acero y hierro colado. Su alta resistencia al agua de mar y a la corrosión, UTP 34 N es especialmente apropiada para aplicaciones en la construcción

naval (propelas, bombas, etc.), y en la industria petroquímica (bombas, compuertas, válvulas), sobre todo donde el ataque químico está combinado con erosión. Su favorable coeficiente de fricción indica aplicaciones ventajosas en ejes, árboles, superficies de deslizamiento, cojinetes, punzones y matrices de todo tipo.

UTP 34 N tiene excelentes características de soldabilidad. El depósito tiene altos valores mecánicos con buena tenacidad, libre de poros y a prueba de grietas, en la Tabla 3 podemos ver las propiedades mecánicas de del depósito mencionado.

Tabla 3. Propiedades mecánicas del depósito

Resistencia a la tracción MPa	Alargamiento %	Dureza Brinell	Conductividad eléctrica	Rango de fusión °C
Hasta 650	>20	>220	- 3	940-980

III. RESULTADOS

De acuerdo con el análisis realizado con el software SolidWorks podemos observar que los puntos con mayor desgaste para el punzón son los que se muestran en la Figura 3 y en la Figura 4, en ambas figuras se utiliza una fuerza de 9810 N para realizar en análisis y observamos los puntos de mayor desgaste para el punzón y la matriz respectivamente, ambos estudios son realizados sin recubrimiento.

Cabe recalcar que en las imágenes siguientes se muestran colores en los elementos, el color azul indica en donde el elemento no tiene un efecto notable y trabaja bien bajo esa carga y de ahí la degradación de color hasta el rojo, el cual indica el fallo total en el elemento.

El estudio realizado arroja que se necesita una fuerza de 1.304e+02 psi para que la matriz falle y para el punzón se necesita una fuerza 1.905e+07 N/m² para llegar al fallo del punzón. Con este estudio podemos ver las partes en donde se tendría que agregar soldadura para que el elemento pueda volverse más resistente al desgaste.

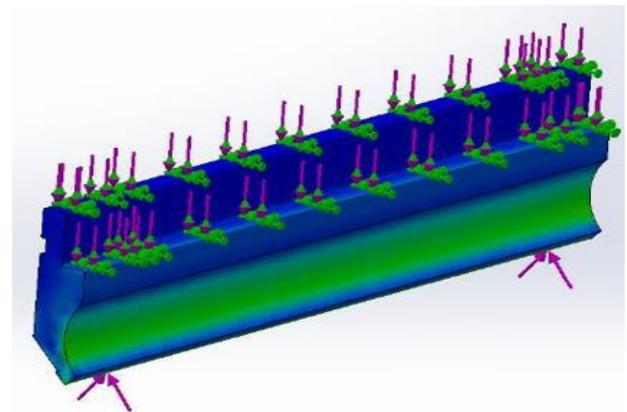


Figura 3. Análisis de compresión del punzón

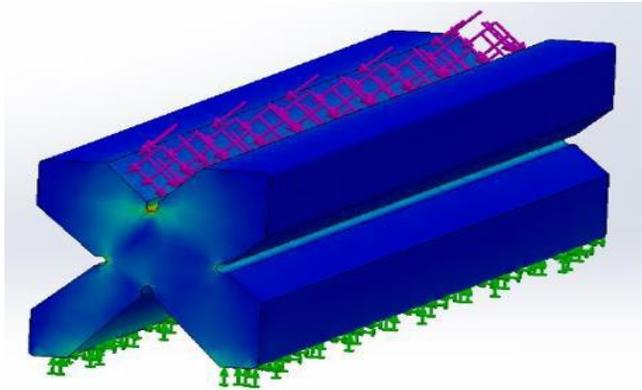


Figura 4. Análisis de compresión de la matriz

Ahora bien, colocando la soldadura en los puntos que se observaron en la Figura 5, el nuevo análisis arroja que se requiere una fuerza de $1.668e+07$ N/m² para comprometer el punzón.

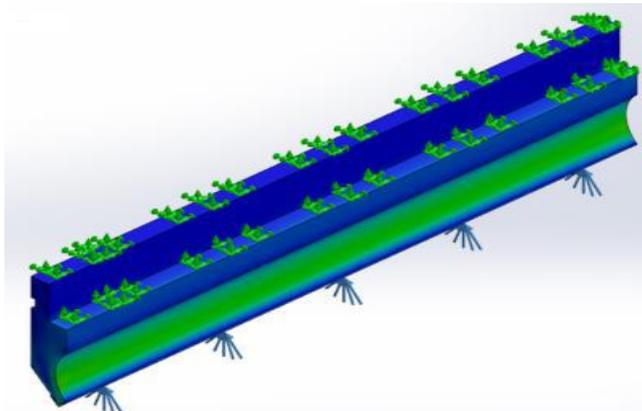


Figura 5. Análisis de compresión del punzón con soldadura

En la Figura 6 se muestra que el nuevo análisis arroja que la fuerza necesaria para vencer la matriz es de $1.166e+07$ N/m²

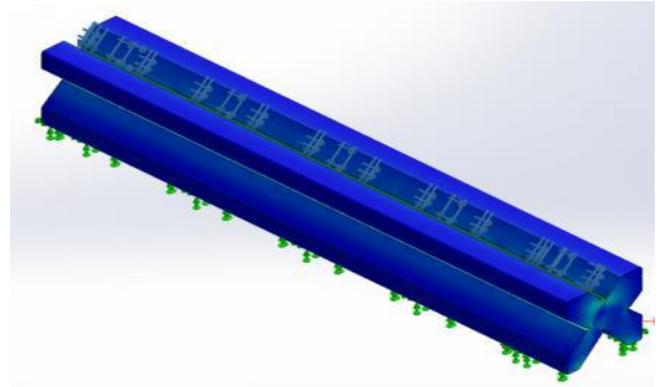


Figura 6. Análisis de compresión de la matriz con soldadura

IV. CONCLUSIÓN

Con la investigación realizada podemos concluir que existen diversos métodos para incrementar la dureza de algún elemento, sin embargo, estos incluyen un cambio químico en el material. Puesto que el interés es agregar dureza solo a las caras tanto del punzón como de la matriz en donde es generado el mayor esfuerzo, nos concentramos en un tratamiento superficial, sin embargo, para la elección de material que se puede agregar es totalmente recomendable utilizar el material que normalmente se usa para un recubrimiento superficial, ya que, el nitruro de titanio y nitruros de titanio-aluminio son bastante duros y definitivamente en algún momento llegara a necesitar un afilamiento para dar de nuevo la forma deseada, este sería un problema notable, puesto que al ser un material tan duro, el único material que podría dar dicho afilamiento, sería el diamante y aun así sería un afilamiento difícil de hacer y quizá no se logre, ya que justamente, el material llega a tener casi la misma dureza del diamante, por lo tanto, sería casi imposible dar un nuevo afilamiento. Resulta ser mejor el recubrimiento con materiales de aporte más comunes con los cuales logramos el objetivo de obtener una dureza notable y no te generaría problema al momento de afilar nuevamente el elemento para darle la forma deseada.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- Ag, B. P. (s.f.). <http://www.grupoidemet.com.mx>. Obtenido de <http://www.grupoidemet.com.mx/pdf/punzonadoras-b/Como%20calcular%20la%20vida%20util%20de%20los%20punzones%20para%20punzonadoras%20-%20Informe%20tecnico%20Boschert%20-%20Pass%20AG.pdf>
- Beltrán, Espinoza, F. J., & González Hernández, J. (enero- marzo de 2003). MATERIALES SUPERDUROS. pág. 8.
- Bohler-Uddeholm. (2006). UTP. México.
- Caviedes, J. L. (s.f.). Técnicas de soldadura y aplicación. *Técnicas de soldadura y aplicación*. Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX
- Fajardo, Belén. 2015. *Materiales de uso técnico*. I.E.S. Villalba Hervás, s.l : 2015.



Higley, J. E., & Uicker, Jr, J. J. (1998). *Teoría de máquinas y mecanismos*. México: McGraw-Hill.

Zertuche., j. U. (2011). *Recubrimiento superficial por soldadura disminuyendo el*. Saltillo, Coahuila: corporación mexicana de investigación en materiales.

INFORMACIÓN ACADÉMICA

Luis Fernando Díaz Hernández: Ingeniero Mecánico egresado de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del IPN.

Juan José Arenas Romero, Ingeniero Metalúrgico egresado de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas del IPN, Maestro en Ciencias en Ingeniería Mecánica orientación Diseño, egresado de la Sección de Estudios de Posgrado de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del IPN.

Jesús García Lira, Ingeniero Metalúrgico egresado de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas del IPN, Maestro en Ingeniería, egresado de la División de Estudios de posgrado de la Facultad de Ingeniería de la FES Cuautitlan, de la UNAM

Martin Castillo Sánchez, Ingeniero Mecánico egresado de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del IPN. Doctor en Ciencias egresado de la Sección de Estudios de Posgrado de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del IPN, Unidad Zacatenco.

