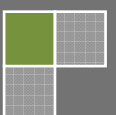


2009

Hidroconformado (Hydroforming)

Aproximación a tecnologías emergentes

Además de la meta de reducción de costes, las empresas tienen como objetivo la optimización de los procesos de fabricación de sus productos, la disminución del peso, la estabilidad, rigidez, etc. Esto requiere de la reevaluación de las soluciones de diseño convencional, las técnicas de fabricación y los materiales seleccionados en la búsqueda de soluciones alternativas. Una alternativa interesante con un gran potencial técnico y económico es el hidroconformado, un método para la fabricación de una amplia gama de componentes con geometrías complejas fabricados de material tubular o chapas por medio de la presión del agua. Este método puede disminuir los tiempos de desarrollo, reducir el número de pasos de operación y alcanzar una alta precisión en las piezas. En esta aproximación a las tecnologías emergentes se abordarán conceptos teóricos, aplicaciones, ventajas y desventajas relacionados con este proceso de conformado.



Aproximación al hidroconformado (Hydroforming)

1. Introducción

En la historia de las tecnologías de conformado metálico; la industria automotriz ha demostrado ser la fuerza impulsora desde el siglo pasado. De esta manera, el desarrollo continuo de los procesos de fabricación fue la base para la mejora continua de los productos. Al mismo tiempo, se desarrollaron nuevos procedimientos que han facilitado la obtención de componentes con geometrías más complejas que garantizaron un aumento de la eficiencia y disponibilidad de piezas además de nuevos procesos de deformación y máquinas que responden a los nuevos requisitos. Los procedimientos de conformado se pueden clasificar y/o subdividir en: procedimientos de conformado de chapa metálica o en procedimientos de conformado masivo. La norma DIN 8582 subdivide los procesos de conformado teniendo en cuenta, principalmente, los esfuerzos efectivos (Fig. 1).

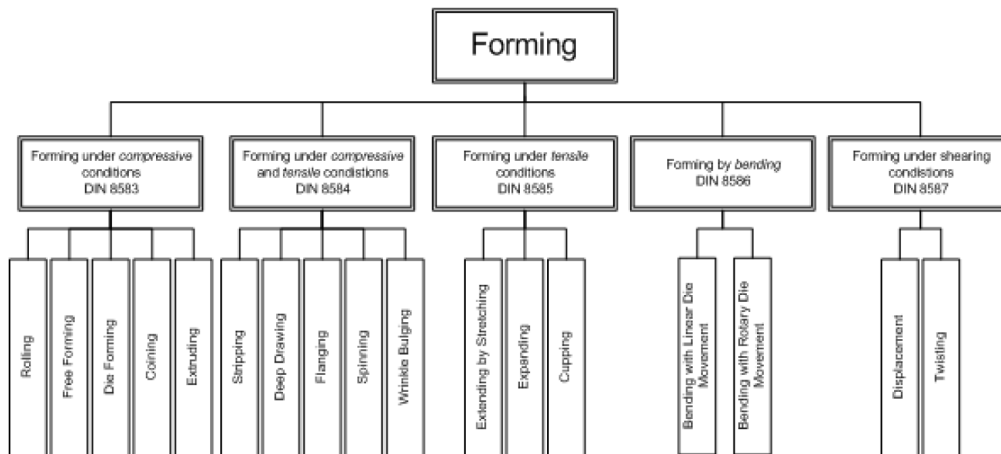


Figura 1. Subdivisión de procesos de fabricación según la norma DIN 8582 [M. Keigler, H. Bauer, D. K. Harrison, Anjali K. M. De Silva, 2004]

Debido al hecho de que los recursos son más escasos y como consecuencia de la creciente contaminación medioambiental, las construcciones de bajo peso o ligeras son de especial importancia en el diseño de un producto. Como resultado de estos requisitos, se ha establecido un nuevo proceso de conformado entre los procesos de conformado clásico – el hidroconformado.

El conjunto de técnicas conocidas como hidroconformado representan una alternativa a los métodos convencionales mecánicos por razones de flexibilidad (simplificación de utillajes), mejora de condiciones de proceso (esencialmente reducción de fuerzas de fricción), que permiten mayores deformaciones, mejor precisión, mejoras en las tensiones residuales y finalmente posibilitan la obtención por deformación de piezas imposibles de producir hasta hoy por los procedimientos convencionales (particularmente en la fabricación de piezas a partir de elementos tubulares y en componentes donde es crítica la relación peso-resistencia).

La aplicación más común es el **hidroconformado de tubos** (*Tube hydroforming*, THF) que consiste en el conformado de un tubo de acero contra las paredes de una matriz, mediante la introducción de un fluido a presión. Pudiendo emplearse además una compresión axial simultánea para evitar un excesivo adelgazamiento del espesor del tubo en las zonas sometidas a una fuerte expansión. El tubo altera su forma durante el proceso permitiendo diferentes cambios de sección a lo largo de su longitud, obteniéndose unas formas suaves lo que proporciona una mayor rigidez que en piezas estampadas facilita las posteriores operaciones de taladrado en cualquier parte de la pieza.

El proceso básico para el hidroconformado de tubos (Fig. 2) se puede describir de esta manera:

1. Tubos rectos o pre-deformados se introducen primero en la matriz
2. La matriz se cierra por un proceso hidráulico que puede conformar de manera mecánica el tubo durante el cierre
3. Los punzones de sellado cierran las extremidades del tubo y se inicia el llenado
4. El material se expande por el incremento de presión del líquido que se realiza conjuntamente con el avance simultaneo de los punzones de sellado, fluye hacia el interior de las zonas de conformado y da la configuración final de la pieza.

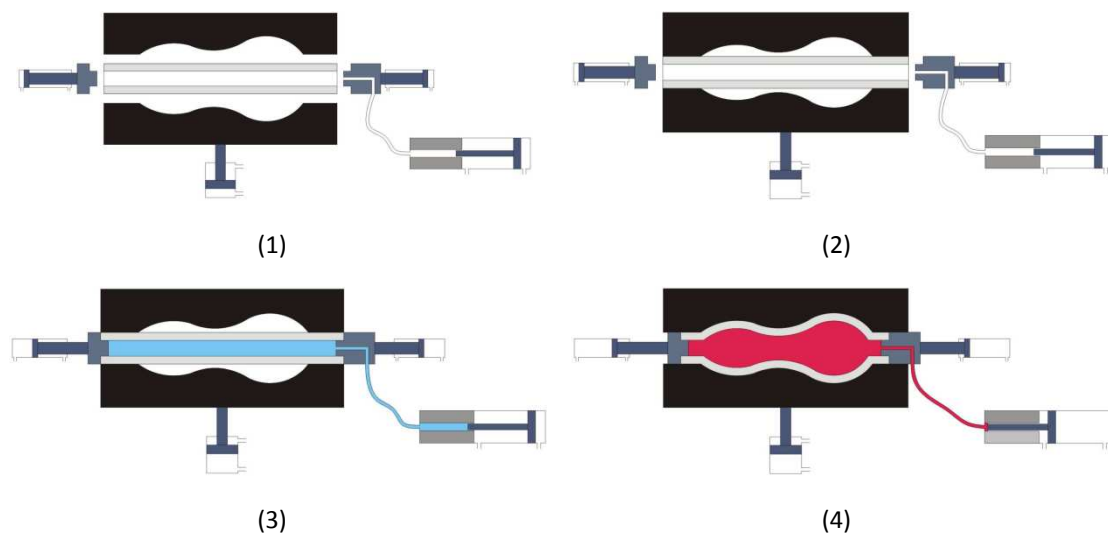


Figura 2. Esquema del proceso de hidroconformado para tubos [www.automaciondidactica.com.ar]

Otra de las aplicaciones es el **hidroconformado de chapa** (*Sheet Hydroforming*, SHF). Este método está centrado en la deformación de placas simples o dobles usando para ello un medio fluido. Una gran ventaja de estos métodos es la flexibilidad en cuanto al cambio de herramientas que se produce rápidamente y permiten realizar la embutición, el recorte y el calibrado (proceso de hidroconformado sin un considerable flujo axial de material) en un solo paso. El hidroconformado también es una excelente técnica de fabricación para construcciones ligeras (aluminio, aleaciones de magnesio, etc.). Estos materiales tienen normalmente unas capacidades de conformabilidad menores que las que poseen los aceros, pero el proceso de hidroconformado ofrece una oportunidad única de influenciar y controlar las tensiones, deformaciones y la temperatura en la pieza para incrementar los límites de conformabilidad.

El proceso para el hidroconformado de chapas (Fig. 3) se puede describir como sigue:

- La chapa no deformada se sitúa en la matriz conjuntamente con la lámina
- Se cierra la prensa y se aplica una presión inicial de pre-conformado para colocar bien la chapa,
- El punzón se mueve en dirección contraria a la presión para deformar la chapa durante la primera etapa de conformado,
- La chapa se retira de la prensa y se le aplica un tratamiento térmico para quitar las tensiones mecánicas del material

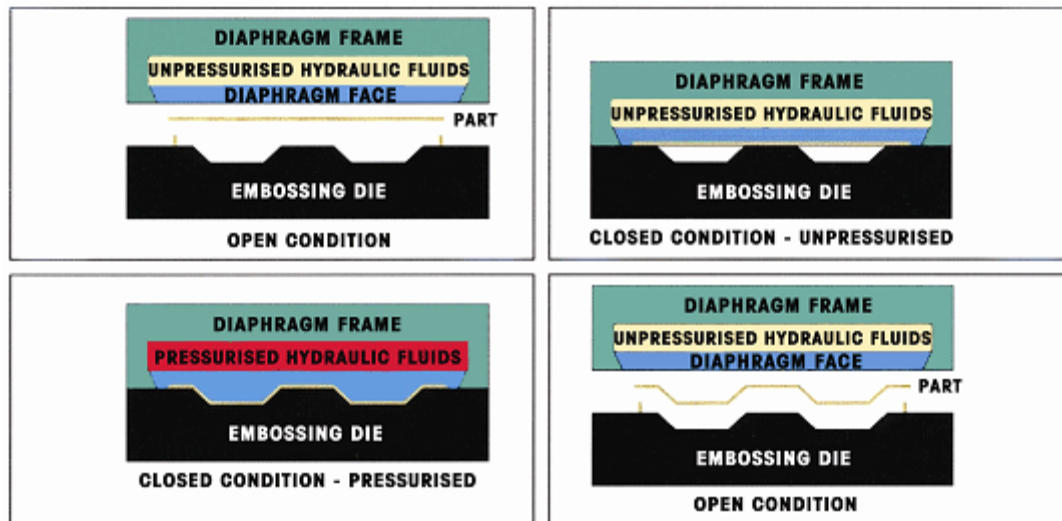


Figura 3. Esquema del proceso de hidroconformado para láminas y/o chapas
www.hytechusa.com/hydroforming.html

Las máquinas de hidroconformado industriales usan un pistón para generar presión en el fluido hidráulico, pero una alternativa experimental es el uso de explosivos para generar la presión. El llamado **hidroconformado por explosión** contiene una carga explosiva, con o sin un fluido de trabajo, en el lado de alta presión del material (Figura 4). Cuando la carga se enciende, la presión generada por la explosión hace que el material de trabajo adopte la forma de la matriz, con presiones de hasta millones de libras por pulgada cuadrada. El hidroconformado por explosión y la soldadura por explosión son técnicas similares, siendo posible combinar los dos métodos simultáneamente. En comparación con otros métodos de conformado más convencionales, las ventajas del hidroconformado por explosión hacen posible trabajar con chapas de gran tamaño (gracias al uso de explosivos), utilizar espesores de chapa elevados (> 10 mm en el caso de aleaciones de Ni), producir formas elaboradas (reduciendo las operaciones tales como soldadura y tratamiento térmico), productos con una elevada resistencia mecánica y dimensiones muy precisas.

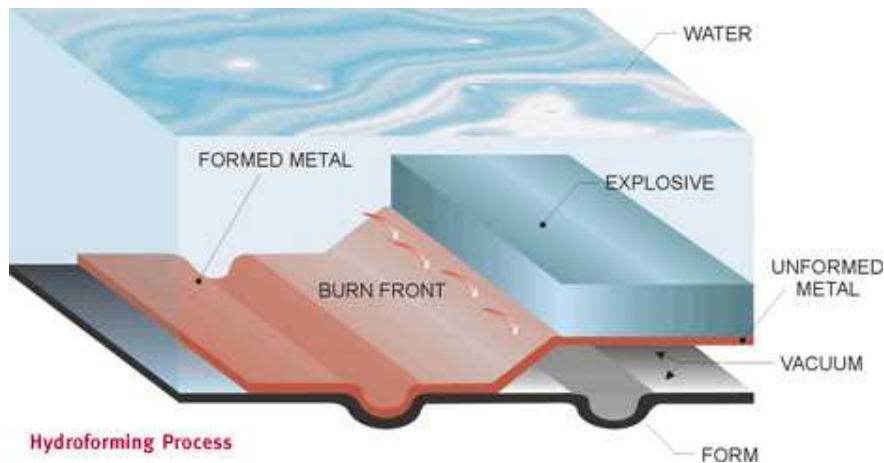


Figura 4. Esquema del proceso de hidroconformado por explosión
[\[http://www.pacaero.com/products/explosive-forming.htm\]](http://www.pacaero.com/products/explosive-forming.htm)

2. Aplicaciones

La mayoría de aplicaciones del hidroconformado se centran en la industria automotriz (Fig. 5) donde se fabrican marcos de suspensión, estructuras de carrocería, componentes del tren de potencia, tubos de escape, etc. Pero se ha extendido ampliamente a otros sectores donde ven esta tecnología como una alternativa al conformado tradicional de sus productos y una manera de ahorrar costes y generar competitividad. Entre estos nuevos sectores se encuentra el de la generación de energía, fontanería, instrumentos musicales, médico – quirúrgico, armamento, deportivo, etc., donde se fabrican grifos, mangos para instrumentos médicos, elementos de puertas, patas de mesas y sillas, miras de rifle, marcos de bicicletas, etc. (Fig. 6). La elección del hidroconformado para estas aplicaciones tiene menos que ver con el ahorro de peso y más con la reducción del número de pasos de procesamiento para producir formas interesantes y estéticamente agradables.

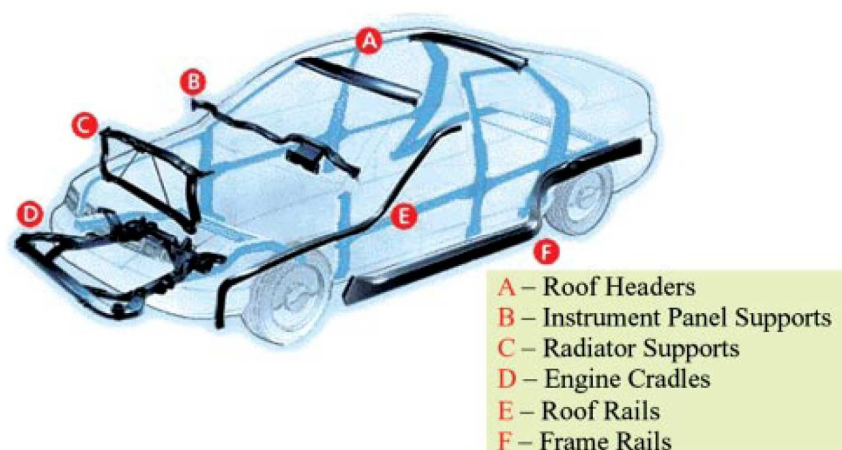


Figura 5. Partes de un automóvil fabricadas mediante hidroconformado [F.J. Rípodas Agudo, 2003]



(a) Miras de escopetas (aluminio)



(b) Grifo para baños (latón)



(c) Barra de alarma (acero) para las puertas de emergencia



(d) Componente de turbina de gas



(e) Fuelles metálicos (acero)



(f) Banco (acero)



(g) Marcos de bicicleta (titanio)



(h) Silla de ruedas (aluminio)

Figura 6. Piezas fabricadas por hidroconformado que pertenecen a sectores diferentes del automotriz.

[a), b) y c) www.h-tube.com/hydroforming.html, d) www.nickelinstitute.org/index.cfm/ci_id/14818.htm, e) www.alloybellows.com, f) www.dezeen.com/, g) www.bikegroup.com/tecnologia.htm, h) www.southwestmedical.com/]

3. Ventajas frente a las alternativas tradicionales

La razón por la que el hidroconformado se está expandiendo rápidamente es por su aplicación en el campo de la fabricación de componentes de automóviles. Sus ventajas sobre el conformado convencional, son las siguientes:

- Reducción de costos mediante la integración de algunos componentes
- Reducción de peso mediante la reducción de las bridas soldadas para unir las piezas
- Mejora de las propiedades de fatiga por la reducción de las uniones soldadas
- Mejora de la resistencia de los componentes por el conformado de sección cerrada y el endurecimiento por trabajo
- Simplificación de los procesos de trabajo por el agujero de perforación en matrices y la reducción de las uniones soldadas
- Mejora del rendimiento mediante la reducción de los márgenes de recorte
- Reducción de la recuperación elástica (*springback*) por conformado plástico de una pieza entera

A pesar de estas ventajas, la aplicación del hidroconformado es aún limitada comparada con el conformado convencional y su uso no se está expandiendo a una amplia variedad de componentes de automóviles. Las razones para esto o las deficiencias del hidroconformado son las siguientes:

- Las condiciones para el conformado son complicadas y requieren habilidades particulares.
- La máquina de conformado es muy grande y costosa.
- El tiempo de ciclo de trabajo es largo y la productividad es baja.
- La soldadura por puntos de un producto con otras partes o componentes es difícil.

Estas desventajas se deben a que el hidroconformado es una tecnología nueva y al hecho de que hay muchos parámetros y están interrelacionados entre sí de una manera complicada. Para ser más específicos, la combinación de la presión hidráulica interna y la alimentación axial con su trayectoria de carga (su patrón de aplicación) determinan la viabilidad del trabajo por conformado y lo que es más, las condiciones óptimas de estos factores son diferentes con diferentes materiales.

4. Referencias

- Masaaki Mizumura, Osamu Honda, Tohru Yoshida, Keinosuke Iguchi, Yukihisa Kuriyama. Development of Hydroforming Technology. Nippon Steel Technical Report, Nº 90, 2004, 116 – 121.
- F.J. Rípodas Agudo. Manufacturing Tubes for Hydroforming Applications. Tube & Pipe Technology, 2003, 114 – 119.
- <http://www.monografias.com/trabajos41/hidroconformado/hidroconformado2.shtml>
- <http://www.robotiker.com/revista/articulo.do;jsessionid=D47AD944967B8D8FF9719229F5D1A13E?method=detalle&id=35>
- <http://www.pacaero.com/products/explosive-forming.htm>

-
- Michael Keigler, Herbert Bauer, David K. Harrison, Anjali K. M. De Silva. FE - Simulation of the Thermal Hydroforming Process. LS-DYNA Anwenderforum, Bamberg, 2004
- www.hytechusa.com/hydroforming.html
- Paul Tauzer. Tube hydroforming for expanded design options. Tube & Pipe Journal, 2003, 1 – 3.
- www.automaciondidactica.com.ar
- www.h-htube.com/hydroforming.html
- www.dezeen.com/
- www.alloybellows.com
- www.nickelinstitute.org/index.cfm/ci_id/14818.htm
- www.bikegroup.com/tecnologia.htm
- www.southwestmedical.com/

A
P
P
R
O
P
I
E
T
A
R
I
A
D
E
L
I
N
D
U
S
T
R
I
A
M
E
C
A
N
I
C
A
Y
D
E
L
M
A
T
E
R
I
A
L
E
S