

Los pasadores sólidos son sujeciones comunes que se utilizan para alinear, unir y ensamblar múltiples componentes. Los pasadores sólidos resultan más útiles cuando no se requiere la carga de sujeción de un perno. Asimismo, se utilizan para desempeñar funciones específicas tales como colocar componentes, bisagras, diseños a prueba de manipulaciones, etc.

Dos métodos comunes de fabricación utilizados para producir pasadores sólidos son el estampado en frío y el mecanizado. Tanto el estampado en frío como el mecanizado producen componentes consistentes de gran calidad. Curiosamente, muchos pasadores con diámetro exterior (OD) rectificado no se fabrican por mecanizado. Es común someter preformas estampadas en frío a una operación de rectificado secundaria con el objetivo de producir pasadores con un diámetro exterior rectificado.

Es importante comprender las diferencias entre el estampado en frío y el mecanizado en el momento de diseñar un pasador sólido para montaje, ya que el método de fabricación tiene un impacto directo sobre las especificaciones del diseño (tolerancias, geometría y material) que se pueden asignar al pasador sólido. Este documento tiene como objetivo formar a los diseñadores en las diferencias existentes entre el estampado en frío y el mecanizado, de manera que aprendan a diseñar un pasador sólido que optimice el rendimiento y que reduzca el coste total de fabricación del conjunto.



Resumen sobre el Mecanizado

El mecanizado es un proceso mediante el cual se corta la materia prima (varilla) para lograr la geometría deseada utilizando herramientas de corte. Normalmente, esta operación se lleva a cabo en un torno. El mecanizado produce residuos en forma de virutas.

Resumen sobre el Estampado en Frío

El estampado en frío es un proceso mediante el cual la materia prima se transforma en la geometría deseada al alterar el material (alambre) en uno o más troqueles. El método más común para producir sujeciones estampadas en frío requiere un solo troquel y dos golpes, ya que con ello es suficiente para crear tanto chaflanes como cabezas. Los troqueles proporcionan cavidades que se utilizan para dar forma a la geometría deseada, mientras que el golpe es el proceso físico de alterar un material mediante una carrera en la máquina. Cuanto más compleja es la geometría, más troqueles y golpes se necesitan. Asimismo, existen limitaciones con respecto a la cantidad de material que se puede deformar con cada golpe.

El estampado en frío incluye en ocasiones un proceso de trefilado de alambre que endurece el material, mejorando tanto el rendimiento como la resistencia a la tracción. Los pasadores mecanizados producidos con el mismo material de base cuentan con un rendimiento y unos valores de tensión más bajos, ya que se interrumpe la estructura granular del material.

COMPARACIÓN DE FABRICACIÓN		
	Estampado en Frío	Mecanizado
Calidad de las partes	✓	✓
Rendimiento y resistencia a la tracción	✓	
Tolerancias	✓	✓
Características de retención	✓	✓
Residuos durante la fabricación		✗
Geometría de piezas complejas		✓
Alta relación longitud/diámetro del pasador	✓	
Costes mínimos de las herramientas		✓
Tiempo corto de configuración		✓
Tiempo de ciclo rápido	✓	
Coste total mínimo de un pasador sólido	✓	
Costes mínimos de preparación del agujero	✓	

Tabla 1

Especificaciones de Diseño del Pasador Sólido y Capacidades de Fabricación

El primer paso para diseñar una unión consiste en establecer los requisitos funcionales de los bastidores y las sujeciones. Los requisitos de funcionamiento deben poder lograrse sin necesidad de especificar demasiado el diseño. La unión ideal debe satisfacer tanto los requisitos de funcionamiento como los de calidad al coste más bajo posible. La información que se proporciona a continuación ayudará a los diseñadores a comprender las diferencias de capacidad entre el estampado en frío y el mecanizado en lo que respecta a las especificaciones de diseño de los pasadores sólidos y de los agujeros de los bastidores.

Resumen sobre los Pasadores de Ajuste por Presión

Los pasadores de ajuste por presión y los pasadores lisos se sujetan normalmente en el conjunto gracias a la presión que ejercen en agujeros con un diámetro menor que el del pasador. En la mayoría de las aplicaciones, debe limitarse la interferencia para mantener las fuerzas de inserción dentro de unos límites prácticos. El ajuste por presión aceptable para la mayor parte de los metales (acero, latón y aluminio) es de entre 0,0125 mm y 0,025 mm (0,0005" – 0,001") de deformación del material. Debido a que este umbral de tolerancia tiene en cuenta la suma de tolerancias del pasador y del diámetro del agujero, los pasadores deben mecanizarse con precisión y los agujeros deben fresarse y/o pulirse. Esto provoca que tanto el tiempo de ciclo como los costes de fabricación asociados a la preparación del agujero aumenten.

También es importante reconocer que las bisagras de ajuste holgado no necesitan agujeros de ajuste por presión, y que además los pasadores no requieren tolerancias de diámetro menores que $\pm 0,025$ mm ($\pm 0,001$ ").

Tolerancia

Normalmente, el diámetro exterior (OD) es la dimensión más importante de un pasador sólido. Se pueden lograr las especificaciones de tolerancia requeridas para la mayoría de aplicaciones de pasadores sólidos tanto a través del estampado en frío como del mecanizado. De hecho, mediante el estampado en frío se producen pasadores sólidos con tolerancias totales del diámetro exterior de 0,05 mm (0,002") (menores que el grosor de un cabello humano). El mecanizado, por su parte, puede producir tolerancias del diámetro exterior menores que las del estampado en frío, pero para ello normalmente se requiere una varilla con un diámetro exterior rectificado especial. A ser posible, esto es algo que debe evitarse, ya que las varillas con un diámetro exterior rectificado pueden costar más del triple que las varillas comunes.

En cuanto a las tolerancias longitudinales, tanto a través del mecanizado como del estampado en frío se pueden conseguir los mismos niveles de tolerancia, de aproximadamente $\pm 0,25$ mm ($\pm 0,010$ "). Esto varía según la longitud del pasador.

El propósito de un chaflán es facilitar el montaje. Un ángulo de chaflán de entre 25° y 40° resulta adecuado para la gran mayoría de las aplicaciones de pasadores sólidos, y además permite que el pasador quede completamente sujeto. Desde el punto de vista de la fabricación, el ángulo de corte óptimo (mecanizado) es de 45°, mientras que el ángulo de conformado (estampado en frío) es de 30° o menos.

CAPACIDADES DE TOLERANCIA Pasador sólido, diámetro exterior				
Método de Fabricación	Materia Prima	Coste de la Materia Prima	Medida	Imperial
Estampado en frío	Alambre	€	$\pm 0,025$ mm	$\pm 0,001$ "
	Varilla común	€	$\pm 0,0125$ mm	$\pm 0,0005$ "
Mecanizado	Varilla con diámetro exterior rectificado	€ € €	$\pm 0,0025$ mm	$\pm 0,0001$ "

Tabla 2

VISTA LATERAL: COMPARACIÓN ENTRE PASADORES ESTAMPADOS EN FRÍO Y PASADORES MECANIZADOS



Material

Los materiales más comunes para fabricar pasadores sólidos son el acero al carbono y el acero inoxidable. Las materias primas se encuentran disponibles en distintas formas dependiendo de si se van a mecanizar (varilla) o a estampar en frío (alambre) para producir los pasadores. Las calidades de los materiales de las varillas y alambres disponibles comercialmente pueden variar. Las varillas se encuentran disponibles en las calidades que mejor se adaptan al proceso de mecanizado, mientras que las calidades de los alambres se adaptan mejor al estampado en frío. A pesar de que la calidad de los materiales pueda variar, lo importante es que hay disponibles materiales equivalentes para fabricar pasadores sólidos tanto mediante estampado en frío como mediante mecanizado. Por lo tanto, las mejores prácticas de ingeniería dictan que las especificaciones de los materiales de los diseños sean, si es posible, relativamente genéricas (a saber, acero al carbono con clasificación de dureza RC 27-33).

La tabla 3 muestra como referencia ejemplos de diversos materiales utilizados comúnmente en estampado en frío y en mecanizado.

EJEMPLOS DE MATERIALES COMUNES			
Material	Ventajas	Estampado en Frío	Mecanizado
Acero inoxidable austenítico (níquel)	Excelente resistencia a la corrosión	305, 302 HQ	303
Acero inoxidable martensítico (cromo)	Resistente a la corrosión, Alta resistencia al corte, Gran dureza	410	420
Acero bajo en carbono	Versátil, De bajo coste	1022	12L14
Acero aleado	Alta resistencia al corte, Gran dureza	6150, 4037	4150
Aluminio	Resistente a la corrosión, Ligero, Sin plomo	5056	2024, 6061

Tabla 3

Nota: Esta lista contiene tan solo algunos de los materiales comunes disponibles (existen más disponibles)

Comparación de Costes: Estampado en Frío y Mecanizado

Los pasadores sólidos mecanizados cuestan normalmente unas diez veces más que los pasadores sólidos estampados en frío. ¿Por qué son mucho más rentables los pasadores sólidos estampados en frío?

- EL estampado en frío produce pasadores sólidos a una velocidad aproximada de 300 partes por minuto (ppm), mientras que el mecanizado produce aproximadamente 4 ppm.
- El mecanizado genera residuos. Por lo tanto, se necesita una mayor cantidad de materia prima para mecanizar un pasador sólido que con el estampado en frío. Los únicos residuos que genera el estampado en frío son los que se producen durante la configuración.
- Las varillas con diámetro exterior rectificado pueden costar más del tripe que las varillas comunes que se utilizan para mecanizar.

LA TOLERANCIA DEL DIÁMETRO DEL PASADOR VS. LOS COSTES DE LA MATERIA PRIMA

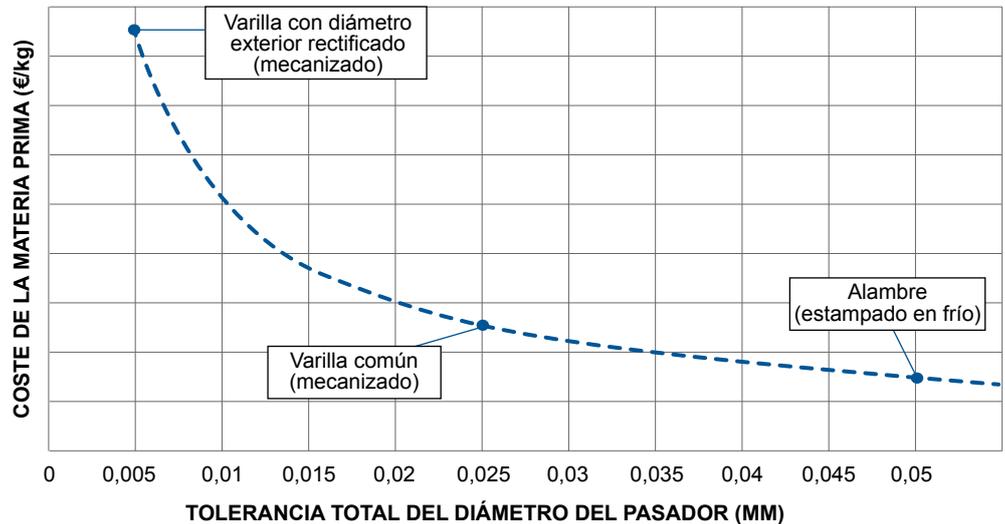


Gráfico 1

VISTA SUPERIOR: COMPARACIÓN ENTRE PASADORES ESTAMPADOS EN FRÍO Y PASADORES MECANIZADOS



Pasador estampado en frío

Pasador mecanizado

A pesar de que el mecanizado es un proceso más caro que el estampado en frío, los costes de configuración en mecanizado son mucho más bajos. Las empresas que estandarizan los tamaños de los pasadores sólidos pueden reducir los costes de configuración, por lo que el impacto del coste resulta insignificante para los clientes. No obstante, los costes de configuración pueden ser significativos en el caso de los diseños personalizados, especialmente en volúmenes reducidos. La tabla 4 muestra las diferencias generales entre la configuración en el estampado en frío y en el mecanizado.

COMPARACIÓN ENTRE CONFIGURACIONES Diseño nuevo de pasador sólido		
	Estampado en Frío	Mecanizado
Tiempo de configuración	6 - 12 hrs	2 - 4 hrs
Costes de las herramientas	~ € 4516	~ € 180

Tabla 4

Caso de Estudio

El caso de estudio que se muestra a continuación refleja las diferencias existentes entre fabricar un pasador sólido con cabeza de 3 mm de diámetro exterior x 30 mm de longitud (preforma). Tal y como se destaca en la tabla a continuación, la cantidad de materia prima y la velocidad de la producción (ppm) son los factores principales de la drástica diferencia de costes existente entre el estampado en frío y el mecanizado.

COMPARACIÓN DE FABRICACIÓN 25 000 piezas de pasadores sólidos con cabeza de 3 mm x 30 mm			
Método de Fabricación		Estampado en Frío	Mecanizado
Partes producidas	#	25 000	25 000
Descripción de la materia prima	-	Alambre	Varilla común
Materia prima requerida (peso)	kg	8,6	26,3
Tiempo de configuración	hrs	12 jun	4 feb
Tiempo de producción total	hrs	1,4	104
Residuos	%	< 1%	65%
Tolerancia del diámetro	mm	± 0,025mm	± 0,0125mm
Coste	-	✓	✗

Tabla 5

Cuándo se Utiliza:

Pasador Sólido Mecanizado

- Piezas personalizadas en volúmenes reducidos
- Aplicaciones de alineación de gran importancia
- Cuando las necesidades funcionales dictan que la geometría del pasador debe ser compleja

Pasador de Estampado en Frío

- Para la mayoría de las aplicaciones (debido a que muchas no requieren tolerancias de mecanizado)
- Pasadores de ejes/bisagras de ajuste holgado en los que los pasadores se deben deslizar en su sitio

Conclusión

Los diseñadores pueden optimizar el rendimiento y el coste total de fabricación de una unión mediante la comprensión de las diferencias existentes entre los pasadores estampados en frío y los pasadores mecanizados. Ambos métodos de producción producen piezas consistentes de gran calidad. No obstante, existen diferencias significativas entre los costes y capacidades del estampado en frío y el mecanizado. Este documento puede servir como herramienta de referencia para ayudar a los diseñadores con las especificaciones de diseño de los pasadores sólidos. Sin embargo, se recomienda que los fabricantes colaboren con expertos del sector para diseñar la solución de menor coste para su conjunto.

© 2018 SPIROL International Corporation

Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o transmitirse en ninguna forma o por ningún medio, electrónica o mecánicamente, excepto lo permitido por la ley, sin el permiso escrito de SPIROL International Corporation.

Centros Técnicos

Europa **SPIROL España**
08940 Cornellà de Llobregat
Barcelona, España
Tel. +34 93 669 31 78
Fax. +34 93 193 25 43

SPIROL Francia
Cité de l'Automobile ZAC Croix Blandin
18 Rue Léna Bernstein
51100 Reims, Francia
Tel. +33 (0)3 26 36 31 42
Fax. +33 (0)3 26 09 19 76

SPIROL Reino Unido
17 Princewood Road
Corby, Northants NN17 4ET
Reino Unido
Tel. +44 (0) 1536 444800
Fax. +44 (0) 1536 203415

SPIROL Alemania
Ottostr. 4
80333 Munich, Alemania
Tel. +49 (0) 89 4 111 905 71
Fax. +49 (0) 89 4 111 905 72

SPIROL República Checa
Pražská1847
Slaný 274 01
República Checa
Tel. +420 313 562 283

SPIROL Polonia
Aleja 3 Maja 12
00-391 Warszawa, Polonia
Tel. +48 510 039 345

Las Américas **SPIROL México**
Avenida Avante #250
Parque Industrial Avante Apodaca
Apodaca, N.L. 66607 Mexico
Tel. +52 (01) 81 8385 4390
Fax. +52 (01) 81 8385 4391

SPIROL EEUU Corporativo
30 Rock Avenue
Danielson, Connecticut 06239
Estados Unidos
Tel. +1 (1) 860 774 8571
Fax. +1 (1) 860 774 2048

SPIROL EEUU división Iainas
321 Remington Road
Stow, Ohio 44224 Estados Unidos
Tel. +1 (1) 330 920 3655
Fax. +1 (1) 330 920 3659

SPIROL Canadá
3103 St. Etienne Boulevard
Windsor, Ontario N8W 5B1 Canadá
Tel. +1 (1) 519 974 3334
Fax. +1 (1) 519 974 6550

SPIROL Brasil
Rua Mafalda Barnabé Soliane, 134
Comercial Vitória Martini, Distrito Industrial
CEP 13347-610, Indaiatuba, SP, Brasil
Tel. +55 (0) 19 3936 2701
Fax. +55 (0) 19 3936 7121

Asia/EI Pacífico **SPIROL Asia**
1st Floor, Building 22, Plot D9, District D
No. 122 HeDan Road
Wai Gao Qiao Free Trade Zone
Shanghai, China 200131
Tel. +86 (0) 21 5046 1451
Fax. +86 (0) 21 5046 1540

SPIROL Corea
160-5 Seokchon-Dong
Songpa-gu, Seoul, 138-844, Corea
Tel. +86 (0) 21 5046-1451
Fax. +86 (0) 21 5046-1540

e-mail: info-ib@spirol.com

SPIROL.com