

Estampado y matrices: reproducir piezas en serie con la fragua

Autor: EA4IPV

Fecha: 23/03/2026

Categoría: Orientación y Navegación

Etiquetas: Sin etiquetas

Estampado y matrices: reproducir piezas en serie con la fragua

El estampado (die forging o swage forging) es la técnica que permite al herrero reproducir piezas idénticas de forma repetible sin depender de la habilidad individual en cada golpe. El principio es simple: se fabrica un molde negativo (matriz o estampa) en acero duro, se coloca el metal caliente sobre o dentro de la matriz, y se golpea con un martillo o maza para que el metal adopte la forma de la cavidad. Esta técnica, empleada desde la antigüedad para fabricar monedas, puntas de flecha y herrajes, permite a un herrero con conocimientos medios producir piezas complejas y uniformes que de otro modo requerirían años de experiencia en forja libre. En un contexto de autosuficiencia, el estampado permite fabricar bisagras, clavos, grapas, puntas de herramientas y piezas de repuesto estandarizadas con calidad consistente.

Tipos de matrices y materiales para su fabricación

Las matrices para estampado artesanal se clasifican según la forma en que confinan el material y el tipo de pieza que producen. La elección del acero para la propia matriz es crítica: debe soportar impactos repetidos a alta temperatura sin deformarse ni agrietarse.

Tipo de matriz

Descripción

Aplicaciones típicas

Acero recomendado

Matriz abierta (open die)

Cavidad tallada en un solo bloque; el metal fluye lateralmente

Cabezas de pernos, clavos, piezas planas

H13 o S7 (acero de trabajo en caliente)

Matriz cerrada (closed die)

Dos mitades que encajan; confinan el metal totalmente

Bisagras, ganchos, piezas 3D complejas

H13, 4140 tratado

Estampa de fondo (bottom swage)

Se inserta en el agujero cuadrado del yunque (hardy hole)

Medias cañas, redondeos, canales

4140, S7

Estampa superior (top swage)

Se sostiene con mango y se golpea contra la pieza

Complemento de la estampa de fondo

4140, S7

Degüelle (fuller)

Ranura que marca el metal para separar secciones

Preformas, transiciones, adelgazamiento local

Acero de muelle 5160

Para fabricar matrices artesanales, el acero 4140 (cromo-molibdeno, 0,40 % C) es una opción accesible: se consigue en barras de proveedores industriales, se mecaniza con relativa facilidad en estado recocido, y tras el temple en aceite y revenido a 400-500 °C alcanza 45-50 HRC, suficiente para estampar acero bajo en carbono calentado a temperatura de forja. El acero H13 es superior pero más difícil de obtener fuera de entornos industriales.

Fabricación de una matriz cerrada paso a paso

La fabricación de una matriz cerrada de dos partes requiere precisión pero es perfectamente realizable con herramientas de fragua y un taladro de columna. El proceso se ilustra con el ejemplo de una matriz para bisagras de puerta.

Diseño de la pieza y la cavidad: Fabricar primero un prototipo de la pieza deseada en forja libre (la bisagra, en este caso). Medir sus dimensiones con calibre y añadir un 2-3 % de sobredimensión para compensar la contracción térmica del acero al enfriarse. Dibujar la silueta de la pieza a escala 1:1 en papel milimetrado, incluyendo la línea de partición (plano donde se separan las dos mitades de la matriz).

Preparación de los bloques: Cortar dos bloques de acero 4140 recocido con dimensiones que superen la pieza en al menos 25 mm por cada lado y 15 mm de profundidad por cada mitad. Las caras de contacto (plano de partición) deben estar perfectamente planas: rectificar con lima plana de precisión y verificar con regla de pelo y azul de Prusia.

Tallado de la cavidad: Marcar la silueta de la pieza sobre las caras planas de ambos bloques con trazador de punta de carburo. Taladrar agujeros de alivio dentro del perímetro con broca (paso de 1-2 mm menor que la profundidad de la cavidad). Retirar el material entre agujeros con cincel y lima. La cavidad se refina con limas de aguja, fresas manuales (rotary burrs) y papel de lija enrollado en varillas. Cada mitad aloja la mitad de la forma de la pieza.

Guías de alineación: Taladrar dos agujeros pasadores en las esquinas opuestas de ambos bloques (diámetro 8-10 mm) e insertar pasadores de acero rectificado. Estos pasadores garantizan que las dos mitades se alineen perfectamente al cerrar la matriz. Sin guías, el desplazamiento entre mitades produce rebabas excesivas y piezas defectuosas.

Canal de rebaba (flash gutter): Tallar un canal poco profundo (1-2 mm de profundidad, 10-15 mm de ancho) alrededor de toda la cavidad en el plano de partición. Este canal recoge el exceso de metal que escapa de la

cavidad al cerrar la matriz, formando la rebaba (flash). Sin canal de rebaba, la presión hidrostática no se genera correctamente y la cavidad no se llena por completo.

Punto crítico: Antes de tratar térmicamente la matriz, hacer pruebas de estampado con plomo o aluminio puro a temperatura ambiente. Estos metales blandos revelan defectos en la cavidad (esquinas sin llenar, rebaba excesiva, desalineación) sin dañar la matriz. Corregir la cavidad es mucho más fácil en estado recocido que después del temple.

Tratamiento térmico de las matrices

Las matrices de estampado trabajan a temperaturas elevadas y reciben impactos severos. El tratamiento térmico debe producir una combinación de dureza superficial, tenacidad interna y resistencia al revenido (que la dureza no caiga al calentarse durante el uso).

Temple del acero 4140: Calentar lentamente y de forma uniforme a 845-870 °C (rojo cereza brillante). Sumergir en aceite mineral a 50-70 °C, agitando la pieza en forma de ocho para garantizar enfriamiento uniforme. La dureza resultante será de 54-58 HRC. Atención: el 4140 tiene templabilidad media; piezas gruesas (>40 mm) pueden no templar completamente en el centro.

Revenido para matrices: Revenir inmediatamente después del temple (antes de que la pieza se enfríe por debajo de 60 °C para evitar grietas). Para matrices de estampado en caliente, revenir a 450-540 °C durante 2 horas (2 ciclos). Esto reduce la dureza a 40-48 HRC pero aumenta enormemente la tenacidad y la resistencia al revenido térmico. La matriz soportará calentamiento repetido a 300-400 °C durante el uso sin perder dureza significativamente.

Verificación: Con lima vieja: la lima debe resbalar sobre la superficie de la cavidad (indicando >45 HRC). Si la lima muerde, el temple ha sido insuficiente. Verificar también que no haya grietas visibles en las esquinas de la cavidad: inspeccionar con lupa bajo buena luz. Las esquinas agudas concentran tensiones y son el punto más probable de fallo.

Proceso de estampado y producción en serie

Con la matriz terminada y tratada, el proceso de estampado sigue un ciclo repetible que permite producir piezas con mínima variación.

Preparación de tochos: Calcular el volumen de la cavidad más el canal de rebaba (5-10 % adicional) y cortar tochos de barra con ese volumen. Un tocho demasiado pequeño no llena la cavidad; uno demasiado grande genera rebaba excesiva y puede dañar la matriz por sobrepresión. Pesar los tochos con báscula de cocina para garantizar uniformidad (variación máxima del 3 %).

Calentamiento uniforme: Calentar el tocho a temperatura de forja (1000-1100 °C para acero bajo en carbono). La pieza debe estar uniformemente caliente: un núcleo frío actúa como punto duro que impide el flujo correcto del metal en la cavidad. Rotar el tocho en la fragua y verificar color uniforme antes de estampar.

Golpeo y llenado: Colocar el tocho sobre la mitad inferior de la matriz (previamente precalentada a 150-200 °C frotándola con un soplete). Asentar la mitad superior alineando los pasadores guía. Golpear con maza de 3-5 kg (o martillo pilón si se dispone de él) en el centro de la matriz superior. Normalmente se requieren 3-6 golpes fuertes para llenar la cavidad completamente. El metal excedente fluye al canal de rebaba formando una aleta perimetral.

Desbarbado (trimming): Extraer la pieza estampada (si se pega, golpear la matriz lateralmente con martillo de cobre; nunca hacer palanca con herramientas de acero dentro de la cavidad). Cortar la rebaba perimetral con cortafríos mientras la pieza aún está caliente (rojo oscuro). Alternativamente, fabricar una matriz de corte (trimming die) dedicada para desbarbar piezas en serie.

Parámetro

Valor orientativo

Efecto si es insuficiente

Efecto si es excesivo

Temperatura del tocho

1000-1100 °C

No llena la cavidad; daña la matriz

Grano grueso; cascarilla excesiva

Peso del tocho

Volumen cavidad + 5-10 %

Piezas incompletas

Rebaba excesiva; sobrepresión en matriz

Precalentamiento de matriz

150-200 °C

Choque térmico; grietas

La matriz se ablanda si supera 350 °C

Fuerza de golpeo

3-6 golpes con maza 3-5 kg

Llenado incompleto

Deformación de la matriz

⚠ **Advertencia:** Esta información es orientativa y educativa. En situaciones de emergencia real, consulte a profesionales cualificados siempre que sea posible. No ponga en riesgo su vida ni la de otros sin la formación adecuada.