

Fuelles y sopladores: diseño y construcción para la fragua

Autor: EA4IPV

Fecha: 23/03/2026

Categoría: Orientación y Navegación

Etiquetas: Sin etiquetas

Fuelles y sopladores: diseño y construcción para la fragua

Sin aporte forzado de aire, un fuego de carbón vegetal o mineral difícilmente supera los 700-800 °C, insuficiente para forjar acero. El fuelle o soplador es el pulmón de la fragua: multiplica el flujo de oxígeno al combustible y permite alcanzar temperaturas de 1100-1300 °C necesarias para soldar, forjar y tratar térmicamente el acero. Históricamente, la evolución del fuelle acompañó la evolución de la metalurgia: desde los primitivos tubos de soplado bucal, pasando por los fuelles de bolsa de cuero, hasta los fuelles de doble cámara y los ventiladores centrífugos manuales. Cada sistema tiene sus ventajas y puede construirse con materiales accesibles, lo que convierte al fuelle en una de las primeras herramientas que el herrero debe fabricar.

Principios de ventilación de la fragua

La combustión del carbón requiere oxígeno en proporción estequiométrica: cada kilogramo de carbono necesita aproximadamente 2,67 kg de oxígeno (unos 8,9 m³ de aire a nivel del mar) para combustión completa. En la práctica, una fragua de herrero consume entre 100 y 400 litros de aire por minuto dependiendo del tamaño del fuego y la temperatura deseada. El aire debe entrar por debajo del lecho de carbón a través de la tobera (tuyère) para que ascienda a través del combustible de forma uniforme.

Sistema de ventilación

Flujo de aire aprox.

Presión

Continuidad del flujo

Soplado bucal con tubo

10-20 L/min

Baja

Intermitente, agotador, solo para trabajos breves

Fuelle de bolsa simple

30-80 L/min

Baja-media

Intermitente: sopla al comprimir, se para al abrir

Fuelle de doble cámara (great bellows)

80-200 L/min

Media

Casi continuo: una cámara sopla mientras la otra aspira

Fuelle de caja (box bellows)

60-150 L/min

Media-alta

Continuo en ambas direcciones del pistón

Ventilador centrífugo manual (hand blower)

100-400 L/min

Media-alta

Continuo mientras se gira la manivela

Ventilador eléctrico (secador de pelo industrial)

200-800 L/min

Alta

Continuo, regulable — requiere electricidad

La presión importa tanto como el volumen. Una presión excesiva dispersa el fuego y quema el carbón sin calentar la pieza. Una presión insuficiente no alcanza temperatura. El fuelle ideal produce un flujo constante, moderado y regulable. El herrero experimentado ajusta la intensidad del soplado según el color del acero en el fuego.

Fuelle de doble cámara: diseño y construcción

El fuelle de doble cámara fue el estándar en herrerías europeas desde el siglo XV hasta la llegada de los ventiladores mecánicos en el XIX. Consiste en dos cámaras de cuero montadas entre tres tablas de madera articuladas. La cámara inferior aspira aire cuando se expande y lo empuja hacia la cámara superior cuando se comprime. La cámara superior actúa como depósito de aire presurizado que mantiene el flujo hacia la tobera mientras la inferior recarga.

Tablas del fuelle: Tres tablas con forma de pera o gota: tabla inferior (fija, apoyada en el soporte), tabla intermedia (móvil, es la que se bombea) y tabla superior (con peso muerto — piedras o plomo — que presiona el aire almacenado hacia la tobera). Madera: pino, chopo o cualquier tabla de 18-25 mm. La tabla inferior y la superior miden 60-90 cm de largo por 30-45 cm de ancho. Todas convergen en un extremo estrecho donde se conecta la tobera.

Cuero para las cámaras: Cuero vacuno de 2-3 mm de espesor para las paredes laterales de ambas cámaras. Se necesitan dos bandas de cuero de unos 15-20 cm de ancho por el perímetro de las tablas (aproximadamente 180-220 cm cada una). El cuero se clava con tachuelas de tapicero a los bordes de las tablas, formando los fuelles. Se puede sustituir por lona gruesa engrasada, pero dura menos.

Válvulas de admisión: Cada cámara necesita una válvula de entrada de aire (válvula de solapa). Es un agujero de 5-8 cm en la tabla inferior de cada cámara, cubierto por una solapa de cuero clavada por un solo lado que se abre hacia dentro por la succión y se cierra por la presión. La cámara inferior tiene su válvula en la tabla inferior; la cámara superior tiene su válvula en la tabla intermedia (para recibir aire de la cámara

inferior).

Tobera (tuyère): Tubo de salida en el extremo estrecho del fuelle, de 25-40 mm de diámetro interior. Tradicionalmente de hierro forjado o cobre. La tobera conecta con la caja de fuego de la fragua. La boquilla debe ser de metal resistente al calor ya que se acerca al fuego. Un tubo de fontanería de acero galvanizado de 3/4" a 1" puede servir, aunque lo ideal es hierro o acero negro.

Mecanismo de accionamiento: La tabla intermedia se acciona con una palanca articulada en el techo o una estructura de madera sobre la fragua. Un mango permite bombear con una mano mientras la otra sostiene la pieza con la tenaza. La frecuencia de bombeo es de 15-25 ciclos por minuto para mantener un flujo adecuado.

Fuelle de caja (box bellows): alternativa compacta y eficiente

El fuelle de caja es un diseño de origen asiático (China, Japón, Sudeste Asiático) que consiste en un pistón que se mueve dentro de una caja rectangular cerrada. A diferencia del fuelle europeo de cuero, produce un flujo de aire en ambas direcciones del recorrido del pistón, lo que proporciona ventilación continua sin necesidad de dos cámaras.

Caja exterior: Caja rectangular de madera, sellada con resina o masilla. Dimensiones típicas para una fragua de herrero: 60-80 cm de largo, 20-25 cm de ancho, 20-25 cm de alto. Las juntas deben ser herméticas. Se puede construir con tablas de 20-25 mm machihembradas o con contrachapado marino de 18 mm encolado y atornillado.

Pistón: Tabla que se desliza ajustada dentro de la caja, sellada en sus bordes con plumas de ave (método tradicional chino), fieltro, cuero suave o estopa engrasada. El pistón tiene un mango que sobresale por un extremo abierto de la caja. Al empujar y tirar, el pistón comprime aire alternativamente en cada lado.

Salida de aire: Un orificio lateral en el centro de la caja, con una cámara intermedia que recibe aire de ambos lados del pistón a través de dos válvulas de solapa (una a cada lado del orificio). Así, tanto al empujar como al tirar el pistón, el aire sale por el mismo tubo hacia la tobera.

Ventajas sobre el fuelle de cuero: No requiere cuero (material difícil de conseguir en grandes piezas). Flujo verdaderamente continuo. Más fácil de reparar (reemplazar el sello del pistón es más simple que recurrir a un fuelle). Ocupa menos espacio vertical. Puede operarse sentado.

El fuelle de caja japonés (fuigo) tiene dimensiones mayores y se opera con ambas manos empujando una barra horizontal. Algunos modelos históricos japoneses medían hasta 180 cm de largo y producían suficiente aire para fundir hierro en un tatara (horno de reducción de arena de hierro). Para una fragua de herrero normal, un fuelle de caja de 70 cm de largo es más que suficiente.

Ventilador centrífugo manual: construcción con materiales reciclados

El ventilador centrífugo manual (hand crank blower) es la solución más práctica para una fragua improvisada. Produce un flujo de aire potente, continuo y regulable girando una manivela. Se puede

construir con materiales de chatarra o adquirir uno antiguo en mercados de segunda mano por poco dinero.

Principio de funcionamiento: Un rotor con aspas gira dentro de una carcasa en forma de espiral (voluta). El aire entra por el centro del rotor (ojo del ventilador) y es acelerado centrífugamente hacia la periferia, donde la voluta lo canaliza hacia una salida tangencial conectada a la tobera. La multiplicación de engranajes permite que una manivela a 60 rpm produzca una velocidad del rotor de 600-1500 rpm.

Construcción con ventilador de calefacción de coche: El motor del ventilador de calefacción de un vehículo contiene un rotor tipo jaula de ardilla ya montado en una carcasa. Eliminar el motor eléctrico y sustituirlo por un eje con rodamiento y manivela. El rotor original gira a 2000-3000 rpm con motor; a manivela producirá 300-600 rpm, suficiente para una fragua pequeña. Alternativa: mantener el motor eléctrico y alimentarlo con una batería de coche y un reóstato como regulador.

Construcción desde cero: Cortar un disco de chapa de acero de 20-25 cm de diámetro y soldar 6-8 paletas curvadas de 5-6 cm de altura (pueden cortarse de tubo de acero cortado a la mitad longitudinalmente). Montar el disco en un eje con rodamientos. La carcasa se fabrica con chapa enrollada en espiral y soldada, con un agujero de entrada centrado y una salida tangencial de 40-50 mm de diámetro.

Transmisión por engranajes: Se necesita una multiplicación de al menos 1:6 para que una manivela girada a mano (60-80 rpm) produzca 400-500 rpm en el rotor. Usar piñón y corona de bicicleta: el piñón de 14 dientes en el eje de la manivela y la corona de 42-48 dientes en el eje del rotor, o viceversa según la disposición. Una cadena de bicicleta transmite el movimiento.

Atención: La tobera conectada al ventilador debe tener una válvula o compuerta para regular el flujo de aire. Un exceso de aire en la fragua eleva la temperatura rápidamente y puede quemar el acero (aparecen chispas blancas brillantes desde la pieza, indicando que el carbono se está quemando). Una vez quemado, el acero pierde sus propiedades y no se puede recuperar.

 **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.