

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 621 570**

51 Int. Cl.:

B21B 19/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.06.2015** **E 15171790 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.01.2017** **EP 2959983**

54 Título: **Método para la fabricación de un bloque hueco sin soldaduras de acero**

30 Prioridad:

24.06.2014 DE 102014009382

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

04.07.2017

73 Titular/es:

**SALZGITTER MANNESMANN ROHR SACHSEN
GMBH (100.0%)
Mannesmannstraße 11
01619 Zeithain, DE**

72 Inventor/es:

**LIPPERT, FRANK;
TIETZE, LUTZ y
KEUERLEBER, JENS**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 621 570 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método para la fabricación de un bloque hueco sin soldaduras de acero

5 La invención se refiere a un método para la fabricación de un bloque hueco sin soldaduras de acero según el preámbulo de la reivindicación 1.

Por el documento EP 2 127 767 A1 se conoce laminar un bloque redondo de forma ensanchadora, así como constante o reductora formando un tubo sin soldaduras. A este respecto se usan distintos cilindros.

10 Los tubos sin soldaduras en particular de acero se fabrican en general en tres etapas de conformación principales y a saber mediante punzonado, estirado y laminación acabadora. A este respecto en primer lugar se punzonan con frecuencia bloques redondos macizos en un tren de laminación de cilindros cruzados formando un bloque hueco y más tarde se introducen en el así denominado tren de laminación reductor desbastador o de calibración para la laminación acabadora. Para el estirado intermedio se conocen distintos métodos, como por ejemplo el método de banco de tracción.

20 Por el documento «Bänder, Bleche, Rohre 6 [Flejes, chapas, tubos]" (1965), nº 4, pág. 184 a 189 se conoce ensanchar un bloque hueco ya generado a través de un proceso de laminación oblicua, a fin de poder generar distintos diámetros de anillas para los diferentes diámetros terminados de tubo requeridos después de la laminación reductora desbastadora o de calibración. No obstante, no se dice nada sobre cómo se debe realizar el ensanchamiento en combinación con el punzonado en un único proceso de laminación oblicua.

25 Por el documento EP 1 901 862 B1 se conoce que los bloques redondos macizos se pueden punzonar de forma fuertemente reductora o ligeramente ensanchadora con un tren de laminación de dos o tres cilindros cruzados con la misma calibración de cilindros, siendo entonces el diámetro del bloque hueco generado menor o mayor que el bloque redondo usado. Por ejemplo, luego durante la laminación fuertemente reductora se puede generar a partir de un bloque redondo con un diámetro de 220 mm un bloque hueco de 186 mm de diámetro. El grado de reducción es entonces del 16%.

30 Gracias a la laminación ligeramente ensanchadora, con el método conocido se puede generar a partir de un bloque redondo macizo con un diámetro de 180 mm de diámetro un bloque hueco con un diámetro de 186 mm con un grado de ensanchamiento del 3,3%. Para aumentar significativamente el espectro de laminación generable, sin embargo, se requerirían al menos aumentos de diámetro del doble de tamaño o más, sin tener que cambiar los cilindros con esta finalidad.

40 Mientras que según el documento EP 1 901 862 B1 el punzonado y simultáneamente laminación fuertemente reductora o laminación ligeramente ensanchadora sólo se puede realizar mediante ajustes de cilindros modificados con los "cilindros normales", hasta ahora no se ha logrado implementar esto también para el punzonado en combinación con laminación ensanchadora muy intensa de, por ejemplo, por encima del 5%. En este caso el ángulo de entrada y salida es de 3,5° y el ángulo de transporte de 10°.

45 A este respecto, el ángulo de entrada describe el ángulo entre el eje de cilindro y la generatriz del cuerpo de cilindro en la zona de entrada.

El ángulo de salida es el ángulo entre el eje de cilindro y la generatriz del cuerpo de cilindro en la zona de salida.

50 En el caso del ángulo de entrada y salida se debe diferenciar entre el ángulo de entrada y salida predeterminado por la calibración de los cilindros y el ángulo de entrada y salida efectivo con el que entra el producto a laminar en la parte de entrada de los cilindros.

El ángulo de entrada de los cilindros se forma por el ángulo entre el eje longitudinal de cilindro y la generatriz del cuerpo de cilindro en la zona de entrada del cilindro.

55 Correspondientemente el ángulo de salida se forma por el ángulo entre el eje longitudinal de cilindro y la generatriz del cuerpo de cilindro en la zona de salida del cilindro.

60 El ángulo de entrada efectivo, con el que entra el producto a laminar en la parte de entrada de los cilindros, se produce por el ángulo de abertura ajustado entre el eje longitudinal de cilindro y el eje longitudinal del producto a laminar o eje central del tren de laminación. En el caso de un ángulo de abertura de 0°, el ángulo de entrada de los cilindros se corresponde entonces con el ángulo de entrada efectivo. Lo correspondiente es válido para el ángulo de salida efectivo.

65 En el caso de un ángulo de transporte de cero grados y un ángulo de abertura de cero grados, los ángulos de entrada y salida útiles efectivamente en el tren de laminación se corresponden con los ángulos calibrados en el cilindro. Las modificaciones del ángulo de abertura conducen a modificaciones de los ángulos de entrada y salida

efectivos. En el caso de un mismo ángulo de entrada y salida calibrado en el cuerpo de cilindro, la reducción del ángulo de abertura en 1° conduce a la reducción del ángulo de entrada efectivo en $2,5^\circ$ y al aumento del ángulo de salida efectivo en $4,5^\circ$.

5 El ángulo de abertura describe el ángulo entre el eje del cilindro y del producto a laminar en el caso de un ángulo de transporte de cero grados. Si los dos ejes se cortan delante de lado de entrada del tren de laminación de cilindros cruzados se produce un ángulo de abertura positivo. Si el punto de corte se sitúa en el lado de salida, entonces el ángulo de abertura es negativo.

10 El ángulo de transporte, que predetermina el avance del producto a laminar con respecto al mandril punzonador en el tren de laminación, describe el ángulo en el que están pivotados los cilindros alrededor de un eje de pivotación perpendicular al eje central del tren de laminación.

15 Si según el estado de la técnica se deben fabricar, por ejemplo, bloques huecos de pared gruesa del mismo bloque redondo con un diámetro de 155 mm a 192 mm, hasta ahora era necesario usar dos juegos de cilindros distintos. Como de pared gruesa son válidos bloques huecos con un grosor de pared por encima de 25 mm. Sin embargo, con estas medidas tampoco se pudieron conseguir procesos de laminación estables. Además, los juegos de cilindros se deben facilitar temporalmente con dos calibraciones distintas y contar con tiempos de reequipamiento correspondientes de hasta ocho horas para el tren de laminación de cilindros cruzados.

20 El objetivo de la invención es especificar un método para la fabricación de un bloque hueco sin soldaduras de acero a partir de un bloque redondo macizo por laminación oblicua mediante un tren de laminación de tres cilindros cruzados, en el que mediante un único juego de cilindros se puedan punzonar de igual manera bloques huecos de forma fuertemente reductora como también fuertemente ensanchadora. Los diámetros de bloque hueco generados con un diámetro de bloque tienen que poderse ajustar de forma variable y desviarse entre sí en el diámetro en hasta el 35%. Por lo demás con el método se deben reducir claramente los tiempos de reequipamiento y por consiguiente los costes de almacenamiento para los cilindros calibrados adicionalmente.

30 Este objetivo se consigue partiendo del preámbulo en conexión con la parte caracterizadora de la reivindicación 1.

La enseñanza de la invención comprende un método para la fabricación de un bloque hueco sin soldaduras a partir de un bloque redondo macizo de acero con un diámetro de bloque hueco, el cual mediante una laminación reductora o ensanchadora se lamina mayor o menor que el bloque redondo macizo usado, en el que mediante un tren de laminación de tres cilindros cruzados se genera el bloque hueco a través de un mandril punzonador sujeto entre los cilindros y que presenta una parte punzonadora y al menos una parte alisadora, en donde para la fabricación del bloque hueco con un diámetro reducido o aumentado en comparación al diámetro de bloque usado se ajustan en particular la distancia entre los cilindros en la sección transversal más estrecha ("punto elevado") en relación al diámetro del bloque redondo usado y la posición entre la punta del mandril punzonador en referencia al punto elevado (posición delantera de mandril), así como el ángulo de entrada efectivo, que está caracterizado porque usando un juego de cilindros idéntico para la laminación reductora y ensanchadora se determinan y efectúan los ajustes para los cilindros y el mandril punzonador mediante las siguientes ecuaciones:

ángulo de entrada efectivo:	2° a 7°
diámetro del punto elevado:	75 a 90% del diámetro de bloque
posición delantera de mandril:	$(0,05$ a $0,4) \times$ longitud de entrada de cilindro

produciéndose los valores límite técnicos de laminación como sigue:

45 laminación reductora hasta -30%:
 ángulo de entrada máx. 7°
 efectivo:
 diámetro del punto elevado: 75 a 85% del diámetro de bloque
 posición delantera de mandril: $(0,2$ a $0,4) \times$ longitud de entrada de cilindro

laminación ensanchadora hasta +16%:
 ángulo de entrada mín. 2°
 efectivo:
 diámetro del punto elevado: 85 a 90% del diámetro de bloque
 posición delantera de mandril: $(0,05$ a $0,15) \times$ longitud de entrada de cilindro

50 y utilizándose para la laminación ensanchadora un mandril punzonador que presenta adicionalmente una parte ensanchadora entre la parte punzonadora y la parte alisadora.

Los diámetros de bloque hueco deseados en el rango entre los valores límites para la laminación reductora y ensanchadora se pueden realizar luego sin modificación de la calibración de cilindro bajo adaptación de la posición delantera de mandril, del diámetro en el punto elevado y mediante variación del ángulo de abertura, por lo que se producen otros ángulos de entrada y salida efectivos.

Si, por ejemplo, el diámetro del bloque hueco debe ser igual al del bloque redondo macizo, el ángulo de abertura se debería seleccionar de modo que en el caso de una longitud igual de la parte de entrada y salida sobre el cilindro también se producen ángulos de entrada y salida iguales de aprox. 3,5° a 4,0°. El diámetro en el punto elevado sería aprox. del 85%, la posición delantera de mandril aprox. 0,25 x diámetro de bloque.

Es válido el principio de que cuanto mayor el diámetro de bloque hueco deseado tanto mayor el ángulo de abertura, tanto menor el ángulo de entrada efecto, tanto mayor el ángulo de salida, tanto mayor el diámetro en el punto elevado y tanto menor la posición delantera de mandril.

Los ensayos han mostrado sorprendentemente que sólo mediante una modificación combinada del ángulo de entrada efectiva, de la posición delantera de mandril y del diámetro en el punto elevado, se puede laminar un amplio espectro de diámetros de bloque hueco.

Eventualmente para grandes variaciones de diámetro del bloque hueco se deben calibrar nuevamente correspondientemente los mandriles punzonadores.

La condición básica para la aplicación de la invención es un tren de laminación de tres cilindros cruzados en el que se modifica el ángulo de los cilindros. Éste describe el ángulo entre el eje del cilindro y del producto a laminar en el caso de un ángulo de transporte de cero grados. Si los dos ejes se cortan delante de lado de entrada del tren de laminación de cilindros cruzados se produce un ángulo de abertura positivo. Si el punto de corte se sitúa en el lado de salida, entonces el ángulo de abertura es negativo.

Todos los datos anteriores de ángulos de entrada y salida se refieren a un ángulo de transporte teórico de cero grados, que describe la pivotación de los cilindros alrededor de la perpendicular al eje de cilindro. De este modo en el espacio tridimensional se producen de nuevo ángulos de entrada y salida modificados (mayores), que no están identificados por separado debido a la complejidad.

La gran ventaja del método propuesto consiste en que con la misma calibración de cilindro se puede punzonar desde de forma fuertemente reductora hasta fuertemente ensanchadora, pudiéndose desviar entre sí los diámetros de bloque hueco obtenidos en hasta el 35% con una calibración de cilindro. Con ello están ligados ahorros de tiempo considerables por cambios de cilindro ya no necesarios, así como la facilitación temporal de juegos de cilindros correspondientes. Además, se puede reducir el número de los formatos requeridos de bloque redondo para los diámetros de bloque hueco a generar, lo que reduce considerablemente el gasto de logística.

Para la laminación fuertemente ensanchadora se debe usar, junto a la variación según la invención del ajuste de cilindros, sólo un mandril calibrado correspondientemente con una parte ensanchadora adicional.

Por ejemplo, de esta manera a partir de un bloque redondo con 180 mm de diámetro se puede fabricar un bloque hueco con un diámetro de 155 mm o un bloque hueco con un diámetro de 192 mm. Esto se corresponde con un grado de reducción realizado de aprox. 14% o un grado de ensanchamiento de aprox. 7%.

A este respecto, el grado de ensanchamiento está definido como diferencia de los diámetros del bloque hueco y bloque redondo dividido por el diámetro del bloque redondo.

En el curso de los ensayos realizados se ha reconocido que con los cilindros previstos originalmente para la reducción es posible una laminación fuertemente ensanchadora con un grado de ensanchamiento de claramente por encima del 5% o incluso por encima del 15%, cuando el ángulo de abertura entre el eje longitudinal de cilindro y eje central de tren de laminación y la distancia entre los cilindros en el punto elevado se adapta de manera que se produce una clara reducción del ángulo de entrada efectivo.

Durante la laminación reductora se debe prestar atención a que el mandril punzonador sin parte ensanchadora se calibre de modo que el mandril sólo presente una parte punzonadora y una parte alisadora.

Durante el ajuste del ángulo de abertura se debe prestar atención a que se puedan usar un ángulo de entrada efectivo grande y una longitud lo mayor posible en la parte de entrada del cilindro, a fin de realizar una reducción del diámetro del bloque bruto entrante bajo la del diámetro del bloque hueco exigido.

En la parte de salida siguiente sólo se realiza todavía el ensanchamiento mínimo requerido para transportar el bloque hueco de forma segura sobre el mandril punzonador.

ES 2 621 570 T3

Durante la laminación ensanchadora, el ángulo de abertura se debe ajustar de manera que se produzcan un ángulo correspondientemente menor en la entrada y un ángulo correspondientemente mayor en la salida.

5 Estudios propios mostraron que los límites conocidos hasta ahora por el documento EP 1 901 862 B1 en la elección del ángulo de entrada efectivo en el rango entre 3,5° y 5° se pueden ampliar claramente con los ajustes de cilindro según la invención y también es posible un funcionamiento de laminación estable durante la laminación ensanchadora con un ángulo de entrada efectivo todavía menor de 2°.

10 En el ajuste del ángulo de abertura se debe prestar atención a que se usen un ángulo de entrada pequeño y una longitud lo más corta posible de la parte de entrada durante la laminación, de modo que la reducción máxima del diámetro de bloque bruto entrante en el punto elevado no baje por debajo del 85%.

15 La posición delantera de mandril se debe disminuir claramente en el ensanchamiento en comparación a la reducción, de modo que todo el proceso de ensanchamiento se realiza en la parte de salida del tren de laminación de cilindros cruzados. Aquí se debe usar la longitud máxima posible de la parte de salida para el proceso de conformación.

20 En el caso de un cilindro con una longitud de entrada de 300 mm y una longitud de salida de 200 mm, la posición delantera de mandril durante la laminación reductora es por ello de 60 a 120 mm y durante la laminación ensanchadora de 15 a 45 mm.

25 Según la invención está previsto que el mandril punzonador presente durante la laminación ensanchadora entre la parte punzonadora y la parte alisadora una parte ensanchadora adicional, que provoca que se realice una disminución de grosor de pared especialmente grande detrás del punto elevado, que se puede convertir de nuevo en un ensanchamiento de diámetro.

No existen requisitos especiales del ángulo de transporte respecto a la aplicación de la invención. Éste se puede usar conforme a las posibilidades del tren de laminación en el rango de 5,5° a 12°.

30 La siguiente tabla 1 muestra las posibilidades del método según la invención como ejemplo de un diámetro de bloque bruto de 180 mm. Con SPW se caracteriza el ángulo de abertura, con DM Pasada inicial el diámetro de la pasada inicial del bloque redondo, con DHP el diámetro en el punto elevado, con DM Final el diámetro del bloque hueco generado y con DM Modificación la modificación de diámetro obtenida. No están expuestas las posiciones delanteras de mandril ajustadas correspondientemente para la laminación reductora y ensanchadora.

35 Los resultados cubren de forma impresionante un espectro de laminado muy amplio obtenible para generar modificaciones de diámetro del bloque hueco del -30% hasta el +15% con un diámetro de bloque bruto. Con ello se producen los rangos de trabajo para uno y el mismo juego de cilindros de -22% ...+12%, -30% ... +6° o -20 ... +16% para la modificación de diámetro.

40

Longitud de entrada [mm]	Longitud de salida [mm]	Ángulo de entrada cilindro [*]	Ángulo de salida [mm]	SPW [*]	Ángulo de entrada efectivo [*]	Ángulo de salida efectivo [*]	DM Primera pasada [mm]	DHP [mm]	DM Final [mm]	DM Modificación [%]
220	180	2,0	5,0	-4	6,0	1	180	134	140	-22,2%
140	180	2,0	5,0	0	2,0	5	180	170	202	12,1%
220	180	3,0	4,0	-4	7,0	0	180	126	126	-30,0%
140	180	3,0	4,0	0	3,0	4	180	165	190	5,8%
200	200	4,0	4,0	-2,5	6,5	1,5	180	134	145	-19,5%
200	200	4,0	4,0	2	2,0	6	180	166	208	15,6%

Tabla 1: Resultados de los ensayos de laminación

El método según la invención se explica más en detalle a continuación mediante representaciones esquemáticas.

En la figura 1 están representadas una sección longitud y una sección transversal a través de un tren de laminación de tres cilindros cruzados, en el que un bloque redondo se punzona de forma fuertemente reductora en la dirección de la flecha de transporte.

El tren de laminación de tres cilindros cruzados se compone de tres cilindros 2, con los que el bloque redondo 1 se lamina a través de un mandril punzonador 3a formando un bloque hueco 4a con un diámetro

fuertemente reducido respecto al diámetro de partida del bloque redondo 1. La sección transversal más estrecha entre los tres cilindros 2 caracteriza el punto elevado 6 y predetermina el diámetro generado del bloque hueco 4a.

La punta del mandril punzonador 3a está a una distancia 7, visto en la dirección de laminación, delante del punto elevado 6 de los cilindros 2. A este respecto, la punta del mandril punzonador 3a adopta una posición que garantiza que el bloque redondo 1 se punzone de forma reductora sin errores.

La distancia 7 también se designa como posición delantera de mandril. La figura 2 muestra el mandril punzonador 3a usado según la invención para la laminación reductora. El mandril punzonador 3a se compone de una parte punzonadora 10, una parte alisadora 12 y una parte cilíndrica 13. Sólo la parte punzonadora 10 penetra claramente en la zona de entrada de los cilindros 2 más allá del punto elevado 6. Con 5 se designa el ángulo de abertura de los cilindros, que especifica el ajuste angular del eje longitudinal de cilindro 8 respecto al eje del tren de laminación 9.

Para el punzonado fuertemente ensanchador, la figura 3 muestra igualmente la configuración de la instalación en una sección longitudinal y transversal a través de un tren de laminación de tres cilindros cruzados. En este caso el bloque redondo 1 se transporta en la dirección de la flecha a través del tren de laminación de cilindros cruzados y se punzona de forma fuertemente ensanchadora. Se puede reconocer claramente, por un lado, el diámetro del bloque hueco 4b generado, claramente aumentado respecto al diámetro del bloque redondo 1, lo que se refleja en una distancia de cilindro claramente aumentada en el punto elevado 6 y un ángulo de abertura 5 claramente reducido de los cilindros 2 respecto a los ajustes durante la laminación reductora según la figura 1.

Según la invención la figura 3 muestra además la posición del mandril punzonador 3b no habitual por lo demás en el primer ejemplo (figura 1), que está retrotraído claramente en la dirección del punto elevado 6 respecto a la ubicación para el punzonado reductor. La posición delantera de mandril 7 está reducida claramente así en la laminación ensanchadora respecto a la laminación reductora, de modo que sólo una pequeña parte de la parte punzonadora 10 penetra todavía en la zona de entrada de los cilindros 2.

La figura 4 muestra el mandril punzonador 3b usado según la invención para el punzonado fuertemente reductor. Respecto al mandril punzonador 3a para la laminación reductora según la figura 2, el mandril punzonador 3b según la invención para la laminación ensanchadora presenta entre la parte punzonadora 10 y parte alisadora 12 una parte ensanchadora 11 adicional, que provoca que se realice una disminución de grosor de pared especialmente grande detrás del punto elevado, que se puede convertir de nuevo en un ensanchamiento de diámetro.

En la figura 5 está representado todavía otra vez el ángulo de transporte 14 que describe el ángulo en el que están pivotados los cilindros 2 alrededor de un eje de pivotación 17 perpendicular al eje central del tren de laminación 9.

El ángulo de entrada y salida calibrado de los cilindros 2 está representado esquemáticamente en la figura 6.

El ángulo de entrada 15 describe el ángulo entre el eje de cilindro 8 y la generatriz de los cilindros 2 en la zona de entrada. Aquí la flecha también indica la dirección de entrada del bloque redondo en los cilindros 2.

El ángulo de salida 16 describe el ángulo entre el eje de cilindro 8 y la generatriz de los cilindros 2 en la zona de salida.

En el caso de un ángulo de abertura de 0°, el ángulo de entrada y salida calibrado se corresponde luego con el ángulo de entrada y salida efectivo con el que el producto a laminar, es decir el bloque redondo 1, entra o sale en los cilindros 2.

Lista de referencias

1	Bloque redondo macizo
2	Cilindros
3a, 3b	Mandril punzonador
4a, 4b	Bloque hueco
5	Ángulo de abertura
6	Punto elevado
7	Distancia (posición delantera de

	mandril)
8	Eje longitudinal de mandril
9	Eje central de tren de laminación
10	Parte punzonadora
11	Parte ensanchadora
12	Parte alisadora
13	Parte cilíndrica
14	Ángulo de transporte
15	Ángulo de entrada calibrado
16	Ángulo de salida calibrado
17	Eje de pivotación
18	Ángulo de entrada efectivo:

REIVINDICACIONES

1. Método para la fabricación de un bloque hueco (4a, b) sin soldaduras a partir de un bloque redondo macizo (1) de acero con un diámetro de bloque hueco, el cual mediante una laminación reductora o ensanchadora se lamina mayor o menor que el bloque redondo macizo (1) usado, en el que mediante un tren de laminación de tres cilindros cruzados se genera el bloque hueco (4a, b) a través de un mandril punzonador (3a, b) sujeto entre los cilindros (2) y que presenta una parte punzonadora (10) y al menos una parte alisadora (12), en donde para la fabricación de un diámetro de bloque hueco reducido o aumentado en comparación al diámetro de bloque usado se ajustan en particular la distancia entre los cilindros (2) en la sección transversal más estrecha (6), el así denominado punto elevado, en relación al diámetro del bloque redondo (1) usado y la distancia (7) entre la punta del mandril punzonador (3a, b) en referencia al punto elevado (6), la así denominada posición delantera de mandril, así como el ángulo de entrada efectivo (18), **caracterizado por que** usando un juego de cilindros idéntico para la laminación reductora y ensanchadora se determinan y efectúan los ajustes para los cilindros y el mandril punzonador mediante las siguientes ecuaciones:

ángulo de entrada efectivo:	2° a 7°
diámetro del punto elevado:	75 a 90% del diámetro de bloque
posición delantera de mandril:	(0,05 a 0,4) x longitud de entrada de cilindro

produciéndose los valores límite técnicos de laminación como sigue:

laminación reductora hasta -30% del diámetro de bloque:

ángulo de entrada máx. efectivo:	7°
diámetro del punto elevado:	75 a 85% del diámetro de bloque
posición delantera de mandril:	(0,2 a 0,4) x longitud de entrada de cilindro

laminación ensanchadora hasta +16% del diámetro de bloque:

ángulo de entrada mín. efectivo:	2°
diámetro del punto elevado:	85 a 90% del diámetro de bloque
posición delantera de mandril:	(0,05 a 0,15) x longitud de entrada de cilindro

utilizándose para la laminación ensanchadora un mandril punzonador (3a, b) que presenta adicionalmente una parte ensanchadora (11) entre la parte punzonadora (10) y parte alisadora (12).

2. Método según la reivindicación 1, **caracterizado por que** durante la laminación reductora la parte punzonadora (10) del mandril punzonador (3a) se sitúa en la parte de entrada de los cilindros (2), es decir, visto en la dirección de laminación, delante del punto elevado y la parte alisadora (12) detrás.

3. Método según la reivindicación 1, **caracterizado por que** durante la laminación ensanchadora la posición delantera de mandril (7) está retrotraída respecto a la posición delantera de mandril durante la laminación reductora en referencia al punto elevado.

4. Método según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** para la laminación reductora de un bloque hueco (4a), que es menor en el diámetro en hasta el 30% que el diámetro del bloque redondo (1), en función del grado de reducción requerido, los ángulos de abertura (5) en el caso de un ángulo de entrada calibrado (15) de 2° y 3° se elevan en hasta 4° y en el caso de un ángulo de entrada (15) de 4° en hasta 2,5°, produciéndose un ángulo de entrada efectivo (18) de hasta 6° en el caso de un ángulo de entrada calibrado (15) de hasta 2°, un ángulo de entrada efectivo (18) de 7° en el caso de un ángulo de entrada (15) de hasta 3° y un ángulo de entrada efectivo (18) de hasta 6,5° en el caso de un ángulo de entrada (15) de 4°.

5. Método según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** para la laminación ensanchadora de un bloque hueco (4b), que es mayor en el diámetro en hasta el 16% que el diámetro del bloque redondo (1), en función del grado de ensanchamiento requerido, los ángulos de abertura (5) en el caso de un ángulo de entrada calibrado (15) de 2° y 3° se reducen en hasta 0° y en el caso de un ángulo de entrada (15) de 4° en hasta -2°, produciéndose un ángulo de entrada efectivo (18) de hasta 2° en el caso de un ángulo de entrada calibrado (15) de 2°, un ángulo de entrada efectivo (18) de hasta 3° en el caso de un ángulo de entrada (15) de 3° y un ángulo de entrada efectivo (18) de hasta 2° en el caso de un ángulo de entrada (15) de 4°.

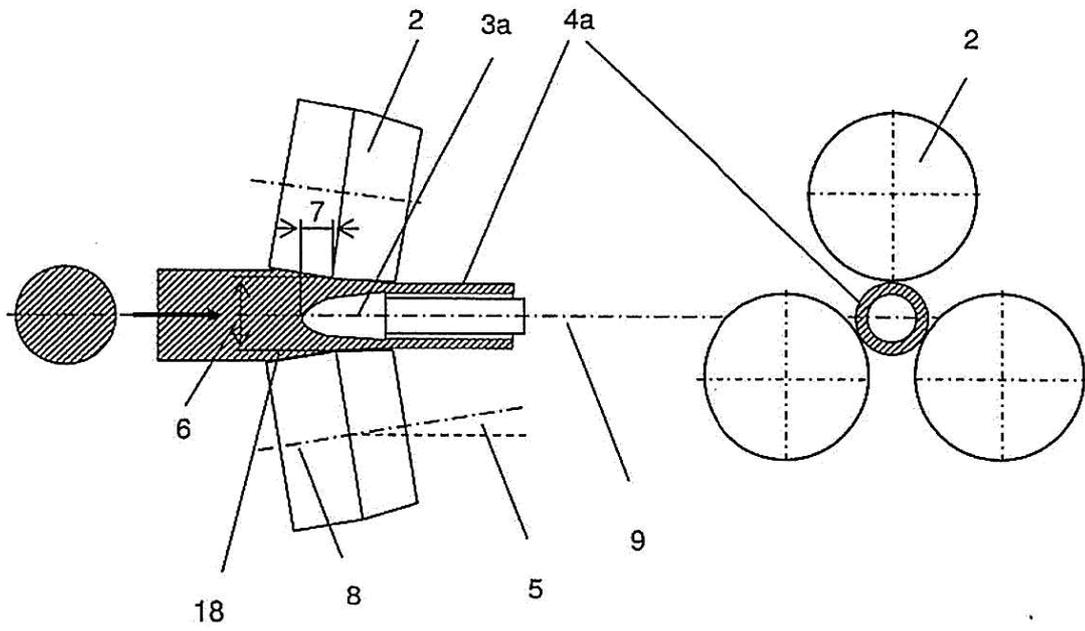


Figura 1

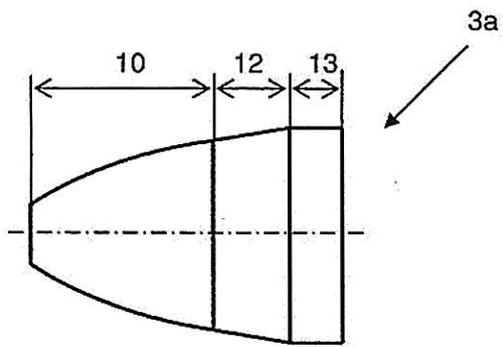


Figura 2

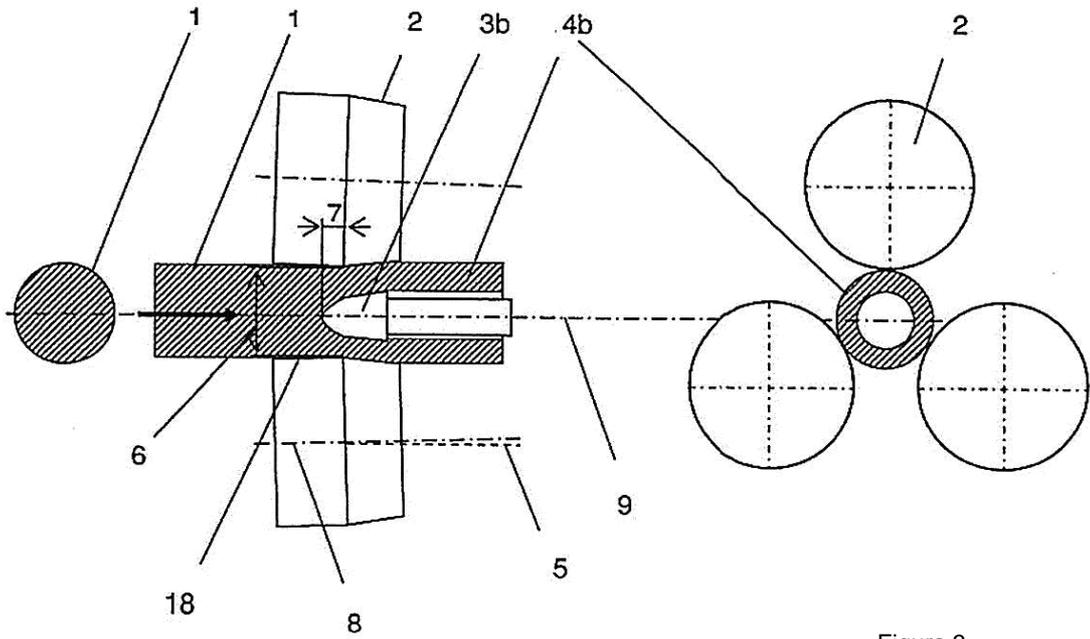


Figura 3

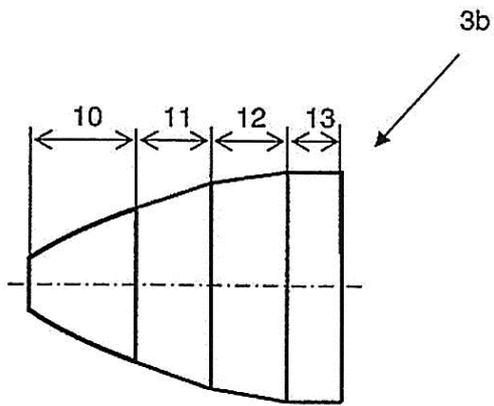


Figura 4

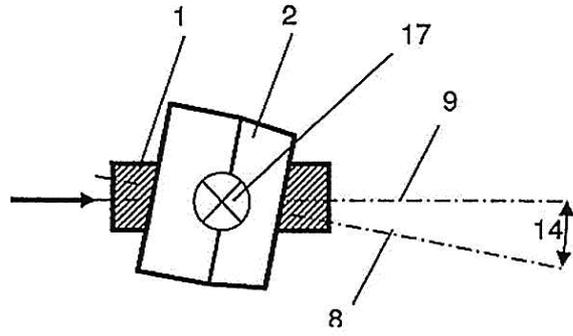


Figura 5

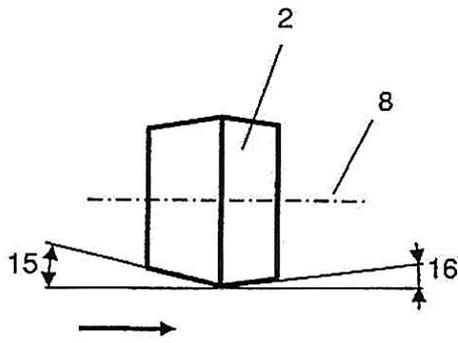


Figura 6